

PENGARUH PERUBAHAN HARGA MINYAK INTERNASIONAL
PADA VARIABEL MAKROEKONOMI
DAN RESPON KEBIJAKAN MONETER DI INDONESIA:
Menggunakan Dynamic Stochastic General Equilibrium

DISERTASI

RUDI PURWONO
8603000122



UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM PASCASARJANA ILMU EKONOMI

DEPOK
JUNI 2009



**PENGARUH PERUBAHAN HARGA MINYAK INTERNASIONAL
PADA VARIABEL MAKROEKONOMI
DAN RESPON KEBIJAKAN MONETER DI INDONESIA:
Menggunakan Dynamic Stochastic General Equilibrium**

DISERTASI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor

**RUDI PURWONO
8603000122**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM PASCASARJANA ILMU EKONOMI
KEKHUSUSAN EKONOMI MONETER**

**DEPOK
JUNI 2009**

HALAMAN PENGESAHAN

Disertasi ini diajukan oleh :

Nama : Rudi Purwono
NPM : 8603000122
Program Studi : Ilmu Ekonomi
Judul : Pengaruh Perubahan Harga Minyak Internasional
Pada Variabel Makroekonomi Dan Respon Kebijakan
Moneter Di Indonesia:
Menggunakan Dynamic Stochastic General
Equilibrium

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Pascasarjana Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Promotor : Prof. Dorodjatun Kuntjoro-Jakti, Ph.D.

Ko-Promotor : Sugiharso Safuan, Ph.D.

: Hartadi A. Sarwono, Ph.D.

Tim Penguji : Prof. Rustam Didong, Ph.D. (Ketua)

: Prof. Nachrowi Dj. Nachrowi, Ph.D. (Anggota)

: Dr. Lana Soelistianingsih (Anggota)

: Yoopi Abimanyu, Ph.D. (Anggota)

: Kurtubi, Ph.D. (Anggota)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Juni 2009

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh,

Puji syukur saya panjatkan ke Hadirat Allah Subhana Wa Ta'ala karena berkat Rahmat, Taufik dan Hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan disertasi ini. Penulisan disertasi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Doktor di bidang Ilmu Ekonomi pada Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan disertasi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan tulus saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- (1) Prof. Dorodjatun Kuntjoro-Jakti, Ph.D., selaku Promotor yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan disertasi ini. Beliau membuka pemahaman saya secara luas tentang teori dan kebijakan melalui diskusi yang menarik. Beliau juga meminta saya pada saat awal bimbingan untuk memegang komitmen supaya menyelesaikan disertasi dalam waktu satu tahun.
- (2) Sugiharso Safuan, Ph.D., selaku Ko-Promotor yang telah memberikan masukan materi yang sangat berguna untuk disertasi ini. Beliau selalu memberikan nasihat dan mengingatkan supaya saya tetap fokus pada penyelesaian disertasi. Bahkan sejak saya menjadi promovendus pada 18 Oktober 2004, Beliau dengan sabar mengarahkan dan membimbing saya dalam menentukan topik.
- (3) Hartadi A. Sarwono, Ph.D., selaku Ko-Promotor yang telah membuka wawasan keilmuan saya tentang kebijakan bank sentral sehingga dapat menyempurnakan penulisan disertasi ini. Di tengah kesibukan, Beliau memberikan apresiasi yang tinggi dengan menerima usulan topik disertasi secara cepat sehingga memotivasi saya untuk segera menyelesaikan disertasi ini.
- (4) Prof. Rustam Didong, Ph.D., selaku Ketua Penguji yang telah memberikan masukan dan arahan yang paling mendasar dari materi disertasi. Hal ini sangat berharga untuk kesempurnaan disertasi ini.

- (5) Prof. Nachrowi Djalal Nachrowi, Ph.D., Dr. Lana Soelistianingsih, Yoopi Abimanyu, Ph.D., dan Kurtubi, Ph. D., selaku Anggota Penguji yang telah berkenan mengarahkan saya sejak Sidang Proposal (31 Mei 2008), Sidang Seminar Hasil (9 Desember 2008), Sidang Pra-Promosi (17 Januari 2009) dan Sidang Promosi pada hari ini.
- (6) Arindra A. Zaenal, Ph.D., selaku Ketua dan Prof. Nachrowi Djalal Nachrowi, Ph.D., selaku Sekretaris Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi FE UI yang selalu memberikan perhatian kepada saya untuk segera menyelesaikan disertasi.
- (7). Prof. Bambang P.S Brodjonegoro, Ph.D, karena pada saat Beliau sebagai Ketua Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi FE UI telah memberi kesempatan kepada saya untuk menempuh program doktor secara langsung pada Tahun Akademik 2003/2004 meskipun pada saat itu saya sedang menyelesaikan tesis program magister.
- (8) Pimpinan Universitas Airlangga, Prof. Dr. H. Fasich, Apt.(Rektor), Prof. Dr. H. Muslich Anshori, Ak. (Wakil Rektor II), Drs. Ec. H. Karyadi Mintaroem, MS. (Dekan Fakultas Ekonomi), Drs. Ec. Tri Haryanto, MP. (Ketua Departemen Ilmu Ekonomi), Dra. Ec. Hj. Dyah Wulansari, M.Ec.Dev. (Sekretaris Departemen Ilmu Ekonomi) dan Ir. H. Suratman (Ketua IKOMA Fakultas Ekonomi) yang telah memberikan kesempatan dan dukungan penuh kepada saya untuk menempuh studi lanjut.
- (9) Dr. Rusman Heriawan, MA, APU (Kepala Badan Pusat Statistik), Dr. Halim Alamsyah (Direktur Direktorat Penelitian dan Pengaturan Perbankan Bank Indonesia), Dr. Solikin M. Zuhro (Staf Deputi Senior Gubernur Bank Indonesia), Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA. (Ketua Pengkajian Energi Universitas Indonesia dan Ketua Departemen Teknik Kimia FT UI) yang telah memberikan informasi yang berharga untuk melengkapi penulisan disertasi.
- (10) Mas M. Nashrul Wajdi (Staf Badan Pusat Statistik Kabupaten Bima Provinsi Nusa Tenggara Barat dan mahasiswa Program Studi Kajian Kependudukan dan Ketenagakerjaan Program Pascasarjana UI), Mas Susatyo (mantan Staf Financial Services Risk Management di ERNST & YOUNG dan Mahasiswa

Program Studi Matematika Program Pascasarjana FMIPA UI), Mas Harmanta (Tim GEMBI Direktorat Riset Ekonomi dan Kebijakan Moneter Bank Indonesia dan Mahasiswa Program Doktor Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi FE UI), Mas Danny Hermawan dan Mas Jati Waluyo (Tim GEMBI Direktorat Riset Ekonomi dan Kebijakan Moneter Bank Indonesia) untuk warna yang diberikan dalam disertasi ini

- (11) Bapak Soebagyo, Mas H. Bambang Eko Afiatno, Prof. Dr. Djoko Mursinto, Dr. Hj. Sri Kusreni, Dr. Hj. Siti Umajah Masjkuri, Mas M. Suyunus, Bapak H. Samekto Hartojo, Bapak Soebianto Soegeng, Dr. H. Suprajitno (Alm), Dr. Soekarnoto, Sri Gunawan, Ph.D., Lilik Sugiharti, Ahmad Solihin, Mas Achmad Sjafi'i, Atik Purmiyati, Mas H. Heru Tjaraka, Mas I Made Narsa, Mas I Made Sudana, Unggul Heriqbaldi, Ahmad Riski Sridadi, Bapak H. Djoko Dewantoro, Bapak H. Edy Juwono Slamet, Mas Hendarjatno, Mbak Nuri Herachwati, Prof. Dr. Soedjono Abipraja, Prof. Dr. Sri Wahyuni Astuti, Mbak Wasiaturrachma, Prof. Dr. Bambang Tjahjadi, Dr. Dian Agustia, Mbak Isnalita, Bapak H. Bustani Berachim, Prof. Tjiptohadi Sawarjuwono, Ph.D., Deni Kusumawardhani, Ni Made Sukartini, Nur Aini Hidayati, Wisnu Wibowo, Mbak Nurul Istifadah, Bapak Bambang Soenarno, Bapak H. Rochmad Djohar Djaelani, Rossanto Dwi Handoyo, Bapak Soedarto, Bapak/ Ibu Guru Besar dan Dosen FE UNAIR atas motivasi yang diberikan kepada saya selama studi lanjut.
- (12) Sandi (Alumnus Departemen Fisika FMIPA UI), Agus Wahyudi (Mahasiswa Program Studi Ilmu Manajemen Program Pascasarjana FE UGM), Freddy Tjekden dan M. Suharsa (Mahasiswa Program Studi Kajian Kependudukan dan Ketenagakerjaan Program Pascasarjana UI), Arip Mutaqqien (mantan peneliti Mark-Plus Consultant), I Made Satria Wiguna (Chevron Pacific Indonesia-Minas), Marisa Kusuma Putri (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat), Mas Sidik Budiono, Bapak Amir dan Mas Sanjoyo (Mahasiswa Program Doktor Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi FE UI) dan M. Barlian atas dukungan untuk kelengkapan disertasi ini.
- (13) Lembaga penelitian Psi Institute dimana saya telah banyak menimba pengalaman. Banyak keberhasilan yang telah kita wujudkan bersama dalam

suka dan duka. Untuk P2AI READY (Pipit, Aruman, Ardi, Irwan, Rudi, Evi, Asty, Dini, Yunanto) terus jaga kebersamaan dalam rangka membangun lembaga yang handal dan terpercaya.

(14) Dr. Joni Swastanto, Dr. Djoni Hartono, Dr. Budiasih, Dr. Erna Zetha Rahman, Dr. Telisa Aulia Faliyanti, Dr. Mawardi, Mas Eko Admaji, Sartika Djamaluddin, Purry Indiarti Subana, Arif Taslif dan Lapipi untuk dorongan menyelesaikan disertasi.

(15) Mahasiswa Program Doktor dan Staf Program Pascasarjana Ilmu Ekonomi FE UI, rekan kos di Pondok Biru, Karyawan FE UNAIR, staf Bank Indonesia, staf Bank BTPN dan staf Badan Pusat Statistik untuk bantuan dan dukungan yang diberikan.

Saya mendoakan kiranya Allah Subhana Wa Ta'ala dapat membalas segala budi baik dan bantuan yang tulus dari Bapak, Ibu dan rekan sekalian.

Tidak lupa pada kesempatan yang berbahagia ini saya secara khusus menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas pengorbanan, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan selama ini, kepada yang tercinta Bapak Kapten (Purn) TNI AL Djono (Alm), Ibu Atim (Almh), Kakak, Adik, Keponakan dan Sepupu yang ada di Surabaya, Mojokerto, Tegal, Bogor dan Tangerang. Kepada yang tercinta Bapak H. Yayan Sofyan, Ibu Hj. Iis Solihat dan keluarga besar Bapak H. Djarnudji di Cicurug-Sukabumi. Kepada yang tercinta Bapak H. Windiya Rachman (Alm), Ibu Siti Asmilah Windiya Rachman, Linggar Wardhana dan Keluarga Besar di Tanjung Duren - Jakarta Barat. Kepada Istri yang tercinta dan tersayang Julia Calistha yang sabar menunggu selama penyelesaian akhir disertasi ini.

Akhirul kalam, saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam disertasi ini, namun demikian besar harapan bahwa disertasi ini dapat memberikan sumbangan keilmuan dan kebijakan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Depok, 19 Juni 2009

Rudi Purwono

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rudi Purwono
NPM : 8603000122
Program Studi : Ilmu Ekonomi
Departemen : Ilmu Ekonomi
Fakultas : Ekonomi
Jenis karya : Disertasi

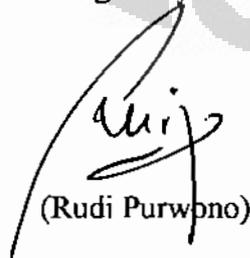
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**PENGARUH PERUBAHAN HARGA MINYAK INTERNASIONAL
PADA VARIABEL MAKROEKONOMI
DAN RESPON KEBIJAKAN MONETER DI INDONESIA:
Menggunakan Dynamic Stochastic General Equilibrium**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 19 Juni 2009
Yang menyatakan


(Rudi Purwono)

ABSTRAK

Nama : Rudi Purwono
Program Studi : Ilmu Ekonomi
Judul : PENGARUH PERUBAHAN HARGA MINYAK INTERNASIONAL PADA VARIABEL MAKROEKONOMI DAN RESPON KEBIJAKAN MONETER DI INDONESIA: Menggunakan *Dynamic Stochastic General Equilibrium*

Perubahan (kenaikan) harga minyak internasional mempunyai dampak ekonomi yang besar pada negara pengimpor minyak neto. Untuk melihat pengaruh perubahan harga minyak internasional pada perekonomian domestik maka diperlukan model yang mampu menangkap perilaku pelaku ekonomi yang mempunyai ekspektasi terhadap setiap perubahan. Sementara model makro ekonometri struktural tidak dapat digunakan untuk pembentukan kebijakan karena mengandung *Lucas Critique*. Disertasi ini menganalisis pengaruh perubahan harga minyak internasional pada variabel makroekonomi dan respon kebijakan moneter di Indonesia dengan menggunakan model *Dynamic Stochastic General Equilibrium*. Model makroekonomi ini adalah berdasarkan mikroekonomi dalam *New Keynesian tradition*. Model memasukan minyak untuk konsumsi rumah tangga dan faktor input dalam produksi. Parameter dalam model diestimasi melalui metode Bayesian dengan teknik simulasi Markov Chain Monte Carlo (MCMC). Metode ini mengkombinasikan *prior information* dan data historis. Parameter estimasi menunjukkan karakteristik perekonomian Indonesia. Perilaku rumah tangga dipengaruhi oleh cukup tingginya tingkat *habit persistence* dalam konsumsi, rendahnya elastisitas penawaran tenaga kerja, rendahnya elastisitas substitusi konsumsi produk minyak dan produk non-minyak, dan rendahnya elastisitas substitusi konsumsi barang-barang domestik dan barang-barang luar negeri. Produsen lebih sering melakukan pengaturan harga ulang dibanding pengaturan kembali upah optimal dengan tingkat penyesuaian terhadap inflasi periode lalu untuk upah lebih besar daripada harga. Elastisitas substitusi tenaga kerja dan minyak dalam produksi dan elastisitas permintaan barang domestik ke luar negeri mempunyai nilai yang rendah. Selanjutnya, respon kebijakan moneter berupa *interest rate reaction function (Taylor rule)* menghasilkan parameter estimasi yang sesuai dengan strategi kebijakan Bank Indonesia. Walaupun penelitian ini memiliki keterbatasan, model ini masih mampu memberikan simulasi *impulse response* untuk menjelaskan perilaku dinamis perekonomian dan menggambarkan mekanisme transmisi pengaruh perubahan harga minyak internasional di Indonesia.

Kata Kunci :

Harga Minyak, *Dynamic Stochastic General Equilibrium*, Metode Bayesian.

ABSTRACT

Name : Rudi Purwono
Study Program : Economics
Title : THE INFLUENCE OF THE CHANGE OF INTERNATIONAL OIL PRICE TO THE VARIABLES OF MACROECONOMIC AND THE RESPONSE OF THE MONETARY POLICY IN INDONESIA:
Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach

The change (increase) of international oil price causes immense economic impact to net oil-importer countries. In order to observe the influence of the change of international oil price in domestic economy, it is necessary to use a model which can contain the behavior of the agents who have expectation to every change. However, the model of structural macro econometric cannot be applied to construct policy for the reason that it contains *Lucas Critique*. This dissertation analyzes the influence of the change of international oil price to the variables macroeconomic and the response of the monetary policy in Indonesia, using the model of Dynamic Stochastic General Equilibrium. This macroeconomic model is based on the microeconomic foundation in New Keynesian tradition. The model includes oil for household consumption and input factor in production. The parameter in the model is estimated by using Bayesian method with Markov Chain Monte Carlo (MCMC) simulation technique. This method combines *prior information* and historical data. Estimation parameter describes the characteristics of Indonesia's economy. The household behavior is affected by the moderately high level of habit persistence in consumption, the low elasticity of labor supply, the low elasticity of substitution between oil and non-oil consumption goods, and the low elasticity of substitution between domestic and foreign consumption goods. Producers tend to instantaneously make pricing adjustment more frequent than making wage re-optimization by way of amendment amount to the past inflation period for wage higher than price. The elasticity of substitution between labor and oil in production, and the elasticity of demands for domestic goods from foreign countries are low. Subsequently, the response of the monetary policy in form of interest rate reaction function (Taylor rule) results the estimation parameter which is suitable to the policy strategy from Bank Indonesia. Despite the imperfection of this study, the model can still give *impulse response* simulation to explain dynamic behaviour of economy and to illustrate the transmission mechanism for the influence of the change of international oil price in Indonesia.

Keywords :
Oil Price, Dynamic Stochastic General Equilibrium, Bayesian Method.

DAFTAR ISI

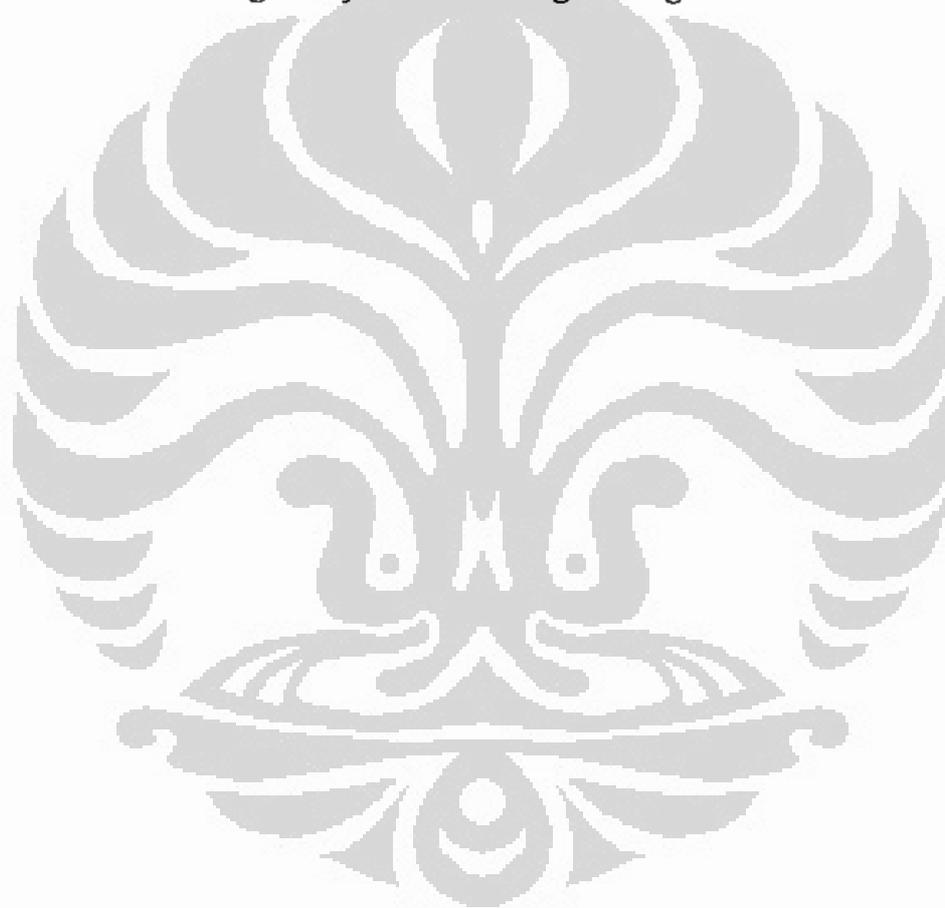
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	viii
ABTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GRAFIK	xiii
DAFTAR TABEL	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	14
1.3 Tujuan Penelitian	14
1.4 Kontribusi Penelitian	14
1.5 Keterbatasan Penelitian	16
2. TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1 Landasan Teori	17
2.1.1 Kritik Terhadap Pemikiran <i>Keynesian</i>	17
2.1.2 Pemikiran New Keynesian	18
2.1.3 Model <i>Dynamic Stochastic General Equilibrium</i>	32
2.1.4 <i>Aggregate Supply</i> dan <i>Aggregate Demand</i>	34
2.2 Penelitian Sebelumnya	39
2.2.1 Hubungan Harga Minyak dan GDP	39
2.2.2 Model Makroekonomi DSGE dengan Produk Minyak	40
2.2.3 Struktur Model DSGE Perbandingan di Indonesia	43
3. METODE PENELITIAN	45
3.1 Spesifikasi Model	45
3.1.1 Rumah Tangga	46
3.1.2 Produksi Domestik	51
3.1.3 Sektor Luar Negeri	53
3.1.4 Keseimbangan Agregat	54
3.1.5 Kebijakan Moneter	55
3.2 Model Log Linier	56
3.2.1 Penjelasan Parameter Utama	61
3.2.2 Karakteristik dan Asumsi Dalam Model	62
3.2.3 Jenis, Definisi Variabel Teramati dan Sumber Data	63
3.3 Estimasi Model	64
3.4 Prior Distributions	66
3.5 Metode Analisis	66
3.5.1 Memecahkan Model Stokastik DSGE	67
3.5.2 Mengestimasi Model DSGE	70

4. MEKANISME TRANSMISI PENGARUH PERUBAHAN HARGA MINYAK INTERNASIONAL PADA VARIABEL MAKROEKONOMI DAN RESPON KEBIJAKAN MONETER DI INDONESIA	83
5. HASIL PENGOLAHAN MODEL DAN ANALISIS	
<i>IMPULSE RESPONSE</i>	87
5.1 Penentuan Prior Information	87
5.2 Validitas Model	90
5.2.1 <i>Steady State</i>	90
5.2.2 Nilai <i>Eigen</i>	91
5.2.3 Hasil Maksimisasi Parameter <i>Posterior</i>	92
5.2.4 <i>Laplace Approximation</i> dan <i>Acceptation Rate</i>	92
5.2.5 Simulasi <i>Prior</i> dan <i>Posterior</i>	93
5.2.6 Simulasi <i>Multivariate Diagnostic</i>	95
5.2.7 Simulasi <i>Univariate Diagnostic</i>	96
5.3 Simulasi <i>Impulse Response</i>	102
5.3.1 Simulasi <i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock</i> Non-Minyak	102
5.3.2 Simulasi <i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock</i> Variabel Minyak	120
6. ANALISIS HASIL PEMBENTUKAN PARAMETER	133
6.1 Perilaku Rumah Tangga	133
6.2 Perilaku Produsen	136
6.3 Sektor Luar Negeri	143
6.4 Bank Sentral	146
7. KESIMPULAN DAN SARAN	149
7.1 Kesimpulan.....	149
7.2 Saran.....	150
DAFTAR REFERENSI	151

DAFTAR GRAFIK

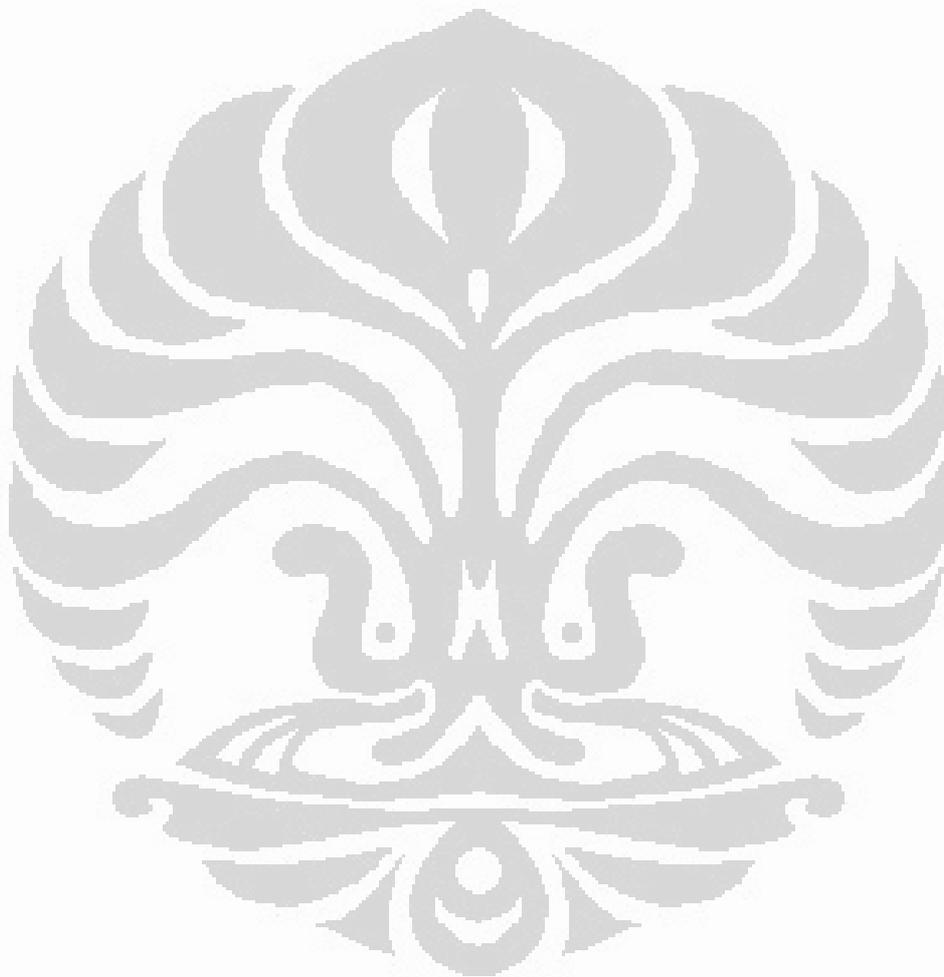
Grafik 1.1.	Cushing, OK West Texas Intermediate Spot Price FOB	2
Grafik 1.2.	Peristiwa Penyebab Perubahan Harga Minyak Internasional 2001 – 2007	3
Grafik 1.3.	Permintaan Minyak di Negara-Negara OECD, Non-OECD dan Internasional, 2000-2007	4
Grafik 1.4.	Pertumbuhan Permintaan Minyak di Negara-Negara OECD, Non-OECD, China dan Internasional, 2000-2007.....	5
Grafik 1.5.	Biaya Produksi Minyak Mentah Internasional, 2000-2007	5
Grafik 1.6.	Pertumbuhan Produksi Minyak di Negara-Negara OPEC dan Non-OPEC.....	6
Grafik 1.7.	Surplus atau Defisit Penawaran Minyak Internasional 2000 - 2007	6
Grafik 1.8.	Cushing, OK Crude Oil Future Contract (Dollars per Barrel)	8
Grafik 1.9.	Konsumsi Bahan Bakar Minyak Menurut Sektor di Indonesia	9
Grafik 1.10.	Neraca Minyak Mentah Indonesia	10
Grafik 1.11.	Harga Minyak Dunia (WTI) dan Inflasi di Indonesia	10
Grafik 2.1.	<i>Diminishing Marginal Utility</i> dan <i>Risk Aversion</i>	20
Grafik 2.2.	Kontrak Implisit	22
Grafik 2.3.	<i>Efficiency Wages</i>	25
Grafik 2.4.	Model Interaksi <i>Union/Firm</i>	26
Grafik 2.5.	<i>Multilpe Equilibria</i> dengan <i>Increasing Returns to Scale</i>	29
Grafik 2.6.	<i>Menu Costs</i>	31
Grafik 2.7.	Tingkat Pengangguran	35
Grafik 2.8.	Pengaruh Dinamis Peningkatan Harga Minyak	36
Grafik 2.9.	Pengaruh Kenaikan Inflasi	38
Gambar 3.1.	Proses Solusi dan Estimasi DGSE dengan Dynare	67
Gambar 3.2.	Flowchart Dynare	70
Gambar 3.3.	Sketsa Metropolis-Hastings Algorithm	78
Gambar 4.1.	Mekanisme Transmisi Pengaruh Perubahan Harga Minyak Internasional Pada Variabel Makroekonomi dan Respon Kebijakan Moneter Di Indonesia.....	84
Grafik 5.1.	Simulasi Distribusi <i>Priors</i> dan <i>Posteriors</i>	95
Grafik 5.2.	Diagnosis <i>Multivariate</i>	96
Grafik 5.3.	Diagnosis <i>Univariate</i>	101
Grafik 5.4.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock</i> Peningkatan Teknologi.....	105
Grafik 5.5.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock</i> Peningkatan Konsumsi Luar Negeri	107
Grafik 5.6.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock</i> Peningkatan Tingkat Bunga Luar Negeri	109
Grafik 5.7.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Monetary Shock</i>	111
Grafik 5.8.	<i>Impulse Response</i> Terhadap Peningkatan Inflasi Luar Negeri.....	113
Grafik 5.9.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock The Law of One Oil Price</i>	115
Grafik 5.10.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Shock</i> Evolusi Komoditi Ekspor.....	117
Grafik 5.11.	<i>Impulse Response</i> Terhadap <i>Preference Shock</i>	119
Grafik 5.12.	Harga Minyak, <i>Effective Federal Funds Rate</i> dan Resesi	129

Grafik 5.13.	Harga Minyak Dunia (WTI) dan Tingkat Bunga SBI 1 Bulan	130
Grafik 5.14.	Harga Minyak Dunia (WTI) dan Inflasi di Indonesia.....	131
Gambar 5.1.	Mekanisme Keseimbangan Umum	120
Gambar 5.2.	Pengaruh Kenaikan Harga Minyak Internasional	121
Gambar 5.3.	Konsumsi Minyak.....	122
Gambar 5.4.	Produksi Barang, Employment dan Upah Riil	123
Gambar 5.5.	Produksi Barang dan Inflasi	124
Gambar 5.6.	Upah Riil dan Konsumsi Rumah Tangga	125
Gambar 5.7.	Nilai Tukar Riil, Ekspor dan Impor.....	127
Gambar 5.8.	<i>Policy Rate</i> Bank Sentral	128
Grafik 6.1.	Harga Minyak dan Resesi Global	143
Grafik 6.2.	Indikator Makrekonomi OECD Pada Saat Kenaikan Harga Minyak Menurut Region/ Negara	145



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	<i>Prior Densities</i>	66
Tabel 5.1	Nilai <i>Steady State Model</i>	90
Tabel 5.2.	Nilai <i>Eigen</i> dan Iterasi Terakhir	91
Tabel 5.3.	Hasil Maksimisasi <i>Posterior</i>	92
Tabel 5.4.	<i>Laplace Approximation</i> dan <i>Acceptation Rate</i>	93
Tabel 6.1.	<i>Share</i> Konsumsi Energi Rumah Tangga Di Indonesia	134
Tabel 6.2	<i>Share</i> Konsumsi Energi di Sektor Industri Di Indonesia	142



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak merupakan salah satu sumber energi yang penting dalam setiap aktivitas ekonomi. Membahas peranan penting minyak dalam perekonomian memberikan kemudahan untuk memahami pengaruh perubahan harga minyak internasional pada perekonomian domestik.

Kenaikan harga minyak internasional secara drastis yang terjadi pada tahun 1974 dan 1979^{1,2} sering disebut sebagai penyebab resesi tahun 1970-an, sehingga pada permulaan tahun 1980-an banyak peneliti mencoba untuk mengidentifikasi bagaimana kenaikan harga minyak internasional mempengaruhi perekonomian. Dengan kata lain, sejak krisis minyak tahun 1970-an harga minyak internasional telah menjadi salah satu indikator utama dalam analisis ekonomi³.

Fenomena kenaikan harga minyak internasional pada periode tahun 1970-an ini telah mendorong perhatian yang mendalam atas kelangkaan energi terutama minyak, sehingga banyak negara melakukan kebijakan konservasi dan diversifikasi energi⁴. Namun demikian, ketergantungan pada minyak sebagai sumber energi masih tetap tinggi. Fokus baru pada subyek ini terjadi sejak

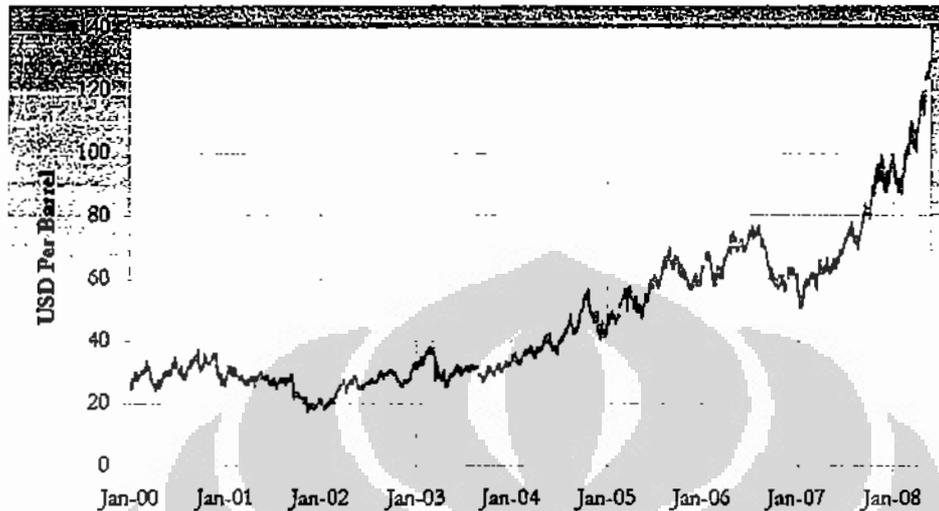
¹ Pada akhir 1974 harga minyak internasional naik menjadi US\$ 12 per barel (naik sebesar 400 persen dibanding tahun 1972), hal ini sebagai akibat embargo beberapa negara Arab pengekspor minyak terhadap Amerika Serikat dan negara-negara barat yang mendukung Israel dalam Perang Yom Kippur. Kombinasi revolusi Iran dan perang Irak-Iran menyebabkan harga minyak internasional meningkat dari US\$ 14 pada tahun 1978 menjadi US\$ 35 per barel pada tahun 1981 (*Oil Price History and Analysis - updating, WTRG Economics*).

² Kenaikan harga minyak internasional pada periode ini juga karena adanya OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*) yang merupakan kartel produsen minyak. Sebagai kartel produsen minyak yang besar maka OPEC mempunyai kekuatan dalam mempengaruhi harga minyak internasional (Blanchard, 1997).

³ Perubahan harga komoditas primer dunia (minyak) merupakan salah satu *external shocks* yang berpengaruh besar terhadap kondisi makroekonomi negara-negara di dunia dalam 30 tahun terakhir. Untuk melihat pengaruh *external shock* ini maka perlu modifikasi struktur *small open economy model* dimana impor ditentukan dalam bentuk *intermediate products* (Scarath, 1996).

⁴ Konservasi energi merupakan kebijakan efisiensi penggunaan energi, sedangkan diversifikasi energi merupakan kebijakan pengembangan energi alternatif (Adi, 2008). Dalam kaitan pengembangan energi alternatif maka beberapa negara telah mengembangkan ketahanan energi yang *country-specific*, seperti Perancis yang 70% *power generation energy* dari nuklir, Jerman dan Belanda mengembangkan *wind energy*, dan Brazil mengembangkan *bio-fuel* (Alisjahbana, 2008).

kenaikan harga minyak internasional mulai tahun 2002 yang telah menyebabkan resesi yang panjang di beberapa negara⁵.



Grafik 1.1.
Cushing, OK West Texas Intermediate Spot Price FOB
(US Dollar per barrel)

Sumber: Diolah dari Data *U.S. Energy Information Administration*

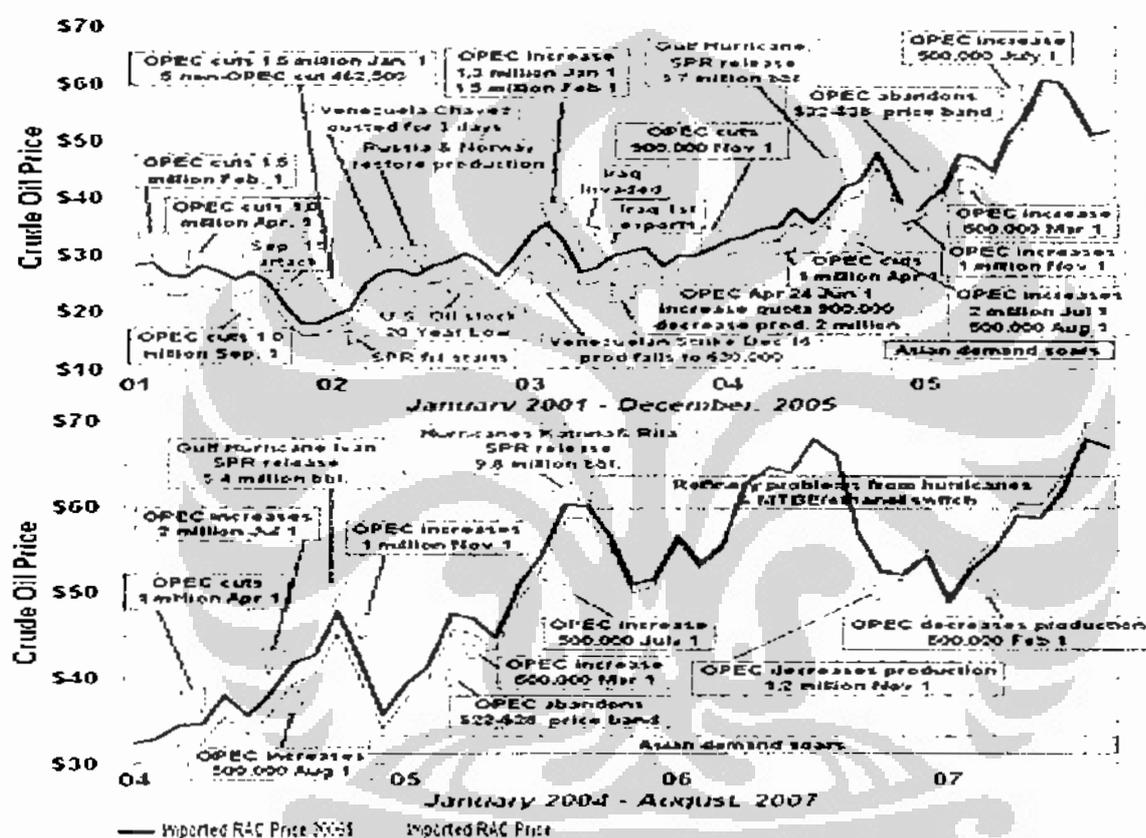
Sejak tahun 2002 harga minyak internasional mempunyai kecenderungan terus meningkat. Bahkan sejak 20 Februari 2008, harga spot minyak mentah *West Texas Intermediate* (WTI)⁶ mencapai di atas US\$ 100 per barel⁷ (lihat Grafik 1.1). Kenaikan harga minyak internasional pada tahun 2002 sampai pertengahan tahun 2008 mempunyai perbedaan dalam faktor penyebab dibandingkan dengan

⁵ Harga rata-rata minyak internasional sejak tahun 1996 yang berada pada kisaran US\$ 20 per barel meningkat lebih dari 2 kali lipat menjadi US\$ 53,3 per barel pada tahun 2005. Kondisi tersebut berdampak pada perlambatan laju pertumbuhan ekonomi dan volume perdagangan dunia tahun 2005 (Departemen Keuangan, 2008).

⁶ Kualitas minyak mentah diukur dalam bentuk *density* (*light* sampai *heavy*) dan kandungan *sulfur* (*sweet* sampai *sour*). *Density* diukur berdasarkan *American Petroleum Institute* (API) Gravity. *Light crude* mempunyai API gravity 38 derajat atau lebih, *medium crude* mempunyai API gravity antara 22 sampai 38 derajat dan *heavy crude* mempunyai API gravity 22 derajat atau kurang. *Sweet crude* mempunyai kandungan *sulfur* kurang dari 0,5 persen dan *sour crude* mempunyai kandungan *sulfur* lebih dari 0,5 persen. WTI merupakan *benchmark* minyak mentah di Amerika Serikat mempunyai API gravity sekitar 40 derajat dan mengandung *sulfur* sekitar 0,3 persen (Neste Oil). Karena WTI adalah *light* dan *sweet* serta ideal untuk menghasilkan produk *low-sulfur gasoline* dan *low-sulfur diesel*, maka WTI menjadi *benchmark* harga minyak mentah internasional (Chernoff, 2004).

⁷ Harga tertinggi *spot* WTI sebesar US\$ 145.3 per barel pada 3 Juli 2008, yang kemudian mengalami penurunan hingga mencapai harga terendah sebesar US\$ 41.01 per barel pada 5 Desember 2008 (*U.S. Energy Information Administration*).

kenaikan harga minyak internasional pada periode pertama (*first oil price shock*) dan periode kedua (*second oil price shock*). *Shock*⁸ pada tahun 1970-an disebabkan terutama oleh distorsi sisi penawaran, sedangkan *shock* saat ini disebabkan baik sisi permintaan maupun penawaran (Abdullah, 2007). Beberapa peristiwa yang menyebabkan perubahan harga minyak internasional yang terjadi pada tahun 2001 sampai tahun 2007 dapat dilihat pada Grafik 1.2.



Grafik 1.2.

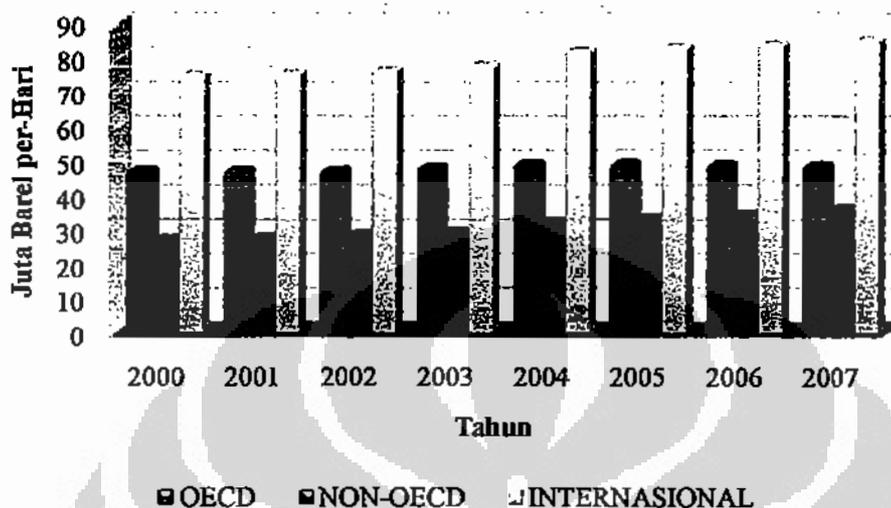
Peristiwa Penyebab Perubahan Harga Minyak Internasional 2001 - 2007

Sumber: *Oil Price History and Analysis (updating)*, WTRG Economics.

Sisi permintaan sebenarnya di negara-negara anggota *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) mengalami penurunan

⁸ *Oil supply shock* merupakan gangguan penawaran minyak dalam kondisi permintaan normal, yang disebabkan oleh *exogenous factors*. Sedangkan *oil demand shock* merupakan gangguan permintaan minyak dalam kondisi penawaran normal, yang disebabkan oleh *endogenous factors* (Krichene, 2006).

permintaan terutama Inggris, Jepang dan Korea⁹, tetapi untuk negara-negara non-OECD terjadi kenaikan permintaan (lihat Grafik 1.3).



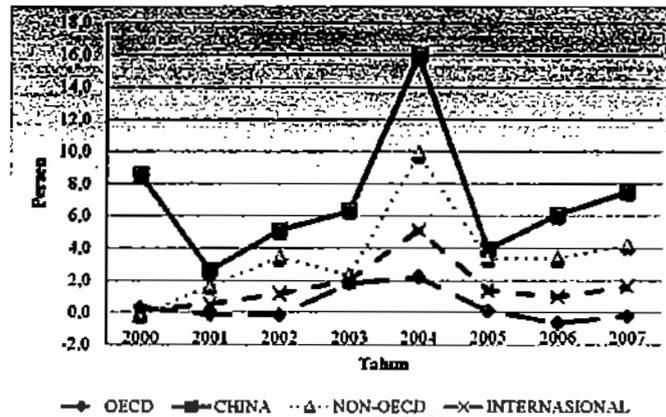
Grafik 1.3.
Permintaan Minyak di Negara-Negara OECD, Non-OECD dan Internasional, 2000-2007 (Juta Barel per Hari)

Sumber: Diolah dari Data *Oil Market Report*, *International Energy Agency*.

Negara-negara non-OECD, seperti Cina¹⁰ terjadi pertumbuhan permintaan minyak yang besar (lihat Grafik 1.4). Permintaan minyak negara-negara non-OECD tetap tinggi pada saat harga minyak internasional yang tinggi karena beberapa negara non-OECD menerapkan kebijakan subsidi dan regulasi harga minyak sehingga harga pada pengguna akhir (*end-user*) lebih rendah dari harga internasional (Akram & Winje, 2008).

⁹ Penurunan permintaan minyak ketiga negara ini lebih disebabkan karena faktor iklim daripada ekonomi (Fletcher, May 11, 2008).

¹⁰ Peningkatan permintaan minyak yang tinggi oleh Cina karena adanya pelonggaran pembatasan sebagai upaya mengatasi masalah di sektor kelistrikan dan peningkatan pertumbuhan ekonomi (Fletcher, May 11, 2008). Tingginya permintaan minyak dunia juga disebabkan meningkatnya kegiatan perekonomian di negara-negara *emerging markets* seperti India, dan negara kawasan Asia lainnya. Dimana *emerging markets* ini mengalami pertumbuhan permintaan minyak lebih dari 90 persen dalam empat tahun terakhir (Akram & Winje, 2008).

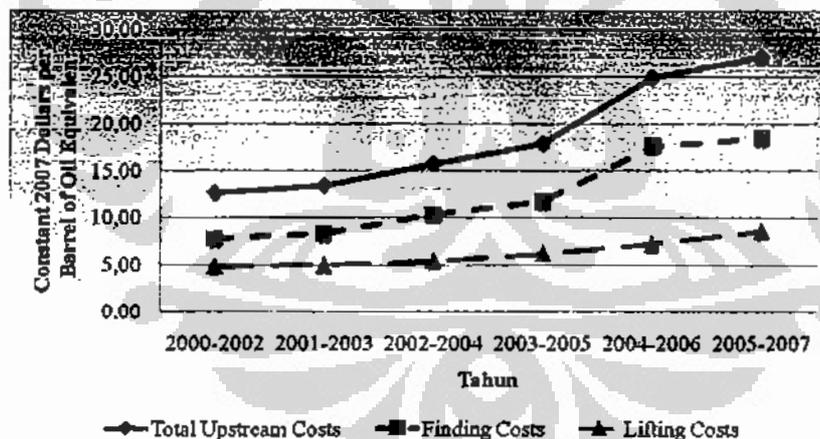


Grafik 1.4.

Pertumbuhan Permintaan Minyak di Negara-Negara OECD, Non-OECD, China dan Internasional, 2000-2007 (persen)

Sumber: Diolah dari Data *Oil Market Report*, *International Energy Agency*

Menurunnya penawaran minyak internasional diantaranya disebabkan adanya gangguan pada produksi minyak di negara produsen¹¹. Di samping itu total biaya produksi minyak mentah internasional (biaya *finding* dan *lifting*) sejak periode tahun 2003-2005 mengalami peningkatan¹² (lihat Grafik 1.5).



Grafik 1.5.

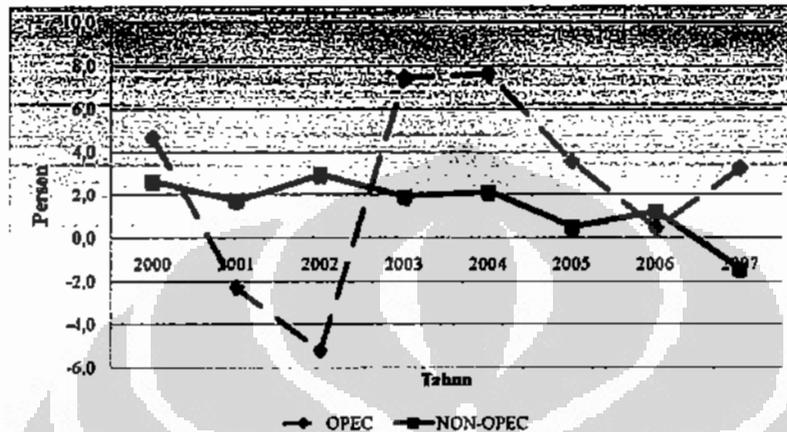
Biaya Produksi Minyak Mentah Internasional, 2000-2007 (Constant 2007 Dollars per Barrel of Equivalent)

Sumber: Diolah dari Data *Crude Oil Production*, *International Energy Agency*

¹¹ Seperti serangan berkelanjutan militan Nigeria terhadap kilang-kilang minyak yang berpengaruh pada berkurangnya produksi minyak Nigeria (Fletcher, May 10, 2008). Badai Katrina dan Rita menurunkan produksi minyak di Teluk Meksiko sebesar 1,3 juta barel per hari (Kumins & Bamberger, 2006).

¹² Bahkan total biaya produksi minyak mentah di Teluk Meksiko hampir USD 70 per *Barrel of Equivalent* dalam periode tahun 2004-2006 (Akram & Winje, 2008).

Hal ini menyebabkan pertumbuhan produksi minyak melambat di negara-negara produsen minyak dalam beberapa tahun terakhir. Pertumbuhan produksi minyak negara-negara non-OPEC¹³ rata-rata 2,3 persen dalam tahun 2000-2004, kemudian turun menjadi rata-rata 0,1 persen dalam tahun 2005-2007 (lihat Grafik 1.6).

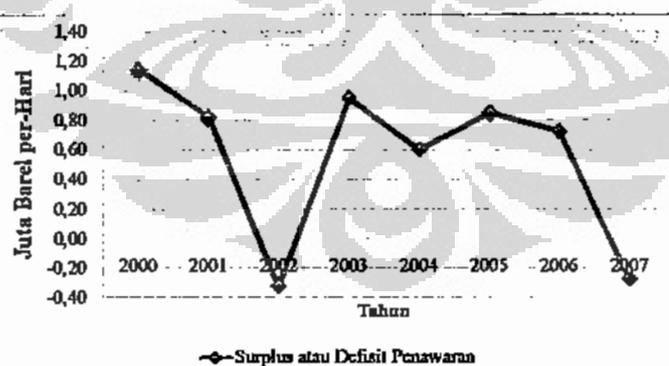


Grafik 1.6.

Pertumbuhan Produksi Minyak di Negara-Negara OPEC dan Non-OPEC (persen)

Sumber: Diolah dari Data *Oil Market Report*, *International Energy Agency*

Menurunnya penawaran dan meningkatnya permintaan menyebabkan terjadinya defisit penawaran di pasar minyak internasional pada tahun 2007 (lihat Grafik 1.7).



Grafik 1.7.

Surplus atau Defisit Penawaran Minyak Internasional 2000 - 2007 (Juta Barrel per Hari)

Sumber: Diolah dari Data *Oil Market Report*, *International Energy Agency*

¹³ Pertumbuhan produksi minyak Rusia turun dari rata-rata 8,4 persen dalam tahun 2000-2004 menjadi 3 persen dalam tahun 2005-2007. Produksi minyak Meksiko, Norwegia, Inggris dan Amerika Serikat juga mengalami penurunan (*Oil Market Report*, *International Energy Agency*).

Pergerakan harga minyak internasional semakin meningkat seiring dengan keputusan OPEC untuk mempertahankan kuota produksi mereka. Keputusan OPEC ini didasarkan karena adanya indikasi kenaikan harga minyak internasional disebabkan faktor spekulasi.^{14,15}

Pergerakan harga minyak internasional yang sangat tinggi ini dapat dilihat dalam perdagangan minyak mentah di *New York Mercantile Exchange, Inc* atau NYMEX¹⁶. Minyak mentah merupakan komoditas yang paling aktif diperdagangkan di dunia dan *NYMEX Division light sweet crude oil futures contract*¹⁷ merupakan forum paling likuid di dunia untuk perdagangan minyak mentah. Perdagangan kontrak berjangka (*futures contract*) ini mempunyai volume terbesar di dunia untuk komoditi fisik karena mempunyai likuiditas yang sempurna dan harganya transparan sehingga kontraknya digunakan sebagai *benchmark* penentuan harga minyak internasional (NYMEX).

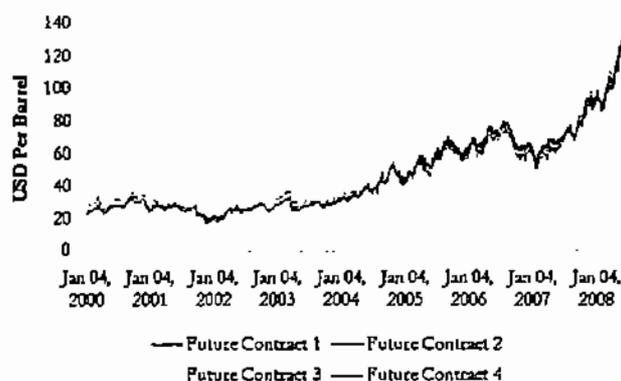
Minyak mentah mulai masuk perdagangan berjangka (*futures trading*) di bursa NYMEX pada tahun 1983 dan merupakan komoditi yang paling banyak diperdagangkan (*WTRG Economics*). Pada Grafik 1.8 terlihat pergerakan kontrak berjangka minyak mentah di Bursa NYMEX untuk kontrak 1 bulan (*Future Contract 1*), 2 bulan (*Future Contract 2*), 3 bulan (*Future Contract 3*) dan 4 bulan (*Future Contract 4*).

¹⁴ Dalam *press statement* HE Abdalla Salem El-Badri, *OPEC Secretary General* bahwa kenaikan dan volatilitas harga minyak internasional ini didorong oleh perkembangan *financial market* dan meningkatnya arus dana spekulasi ke dalam *oil futures*. Dan dinyatakan tidak terjadi kekurangan minyak di pasar internasional (OPEC, 8 May 2008).

¹⁵ Tetapi pendapat lain mengatakan bahwa kenaikan harga minyak beberapa tahun ini bukanlah disebabkan karena unsur spekulasi, tetapi disebabkan faktor fundamental yaitu pertumbuhan permintaan minyak yang cepat di *emerging economies* seperti China dan menurunnya produksi minyak (Krugman, 2008).

¹⁶ NYMEX merupakan bursa perdagangan berjangka minyak mentah *light sweet* di New York. Sedangkan *International Petroleum Exchange (IPE)* merupakan bursa perdagangan berjangka minyak mentah Brent di London. Kedua bursa ini merupakan bursa perdagangan berjangka minyak mentah terbesar di dunia (NYMEX).

¹⁷ *NYMEX Future Price* untuk minyak mentah adalah harga *future contract* untuk membeli atau menjual 1000 barel WTI pada waktu yang ditentukan dengan titik pergerakan di Cushing, Oklahoma (NYMEX).



Grafik 1.8.

Cushing, OK Crude Oil Future Contract (Dollars per Barrel)

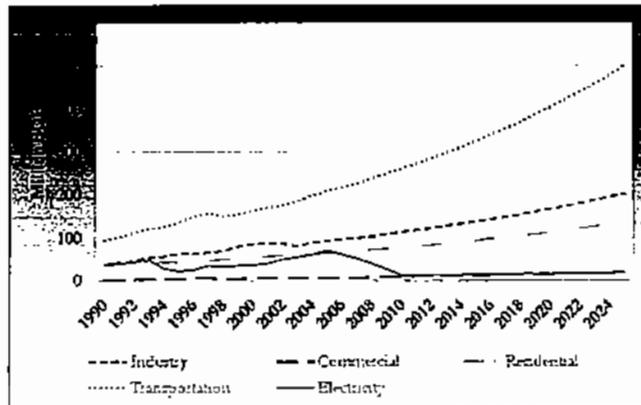
Sumber: Diolah dari Data *U.S. Energy Information Administration*.

Pergerakan harga minyak mentah di NYMEX selain didorong oleh kondisi di pasar minyak internasional, juga disebabkan karena anjloknya nilai tukar dollar terhadap mata uang kuat dunia lainnya (misal euro) dan kondisi geopolitik di dunia. Kondisi ini mengakibatkan para investor mengalihkan portofolio mereka ke komoditas¹⁸. Penempatan investasi dalam komoditas terutama minyak sebagai *hedge* terhadap inflasi dan anjloknya nilai tukar dollar (Alipour-Jeddi, 2008).

Kenaikan harga minyak internasional mempunyai dampak yang berbeda untuk tiap negara, dimana dampak ekonomi yang merugikan secara umum lebih besar terjadi pada negara pengimpor minyak neto terutama pada negara berkembang. Negara pengimpor minyak rentan terserang harga minyak yang tinggi, hal ini tergantung pada intensitas penggunaan minyak dalam perekonomian dan seberapa besar impor minyak neto negara bersangkutan (*International Energy Agency*, 2004).

Untuk melihat intensitas penggunaan minyak dalam perekonomian di Indonesia maka dapat dilakukan dengan menganalisis penggunaan minyak menurut sektor. Dengan menggunakan data dari tahun 1990 sampai tahun 2005 dan beberapa asumsi, Pengkajian Energi Universitas Indonesia mengembangkan *Indonesia Energy Outlook by System Dynamic (INOSYD)* yang bertujuan untuk membuat proyeksi penggunaan minyak menurut sektor sampai tahun 2025 (lihat Grafik 1.9).

¹⁸ Fletcher (May 10, 2008).



Grafik 1.9.
Konsumsi Bahan Bakar Minyak Menurut Sektor di Indonesia
(Barrels of Oil Equivalent)

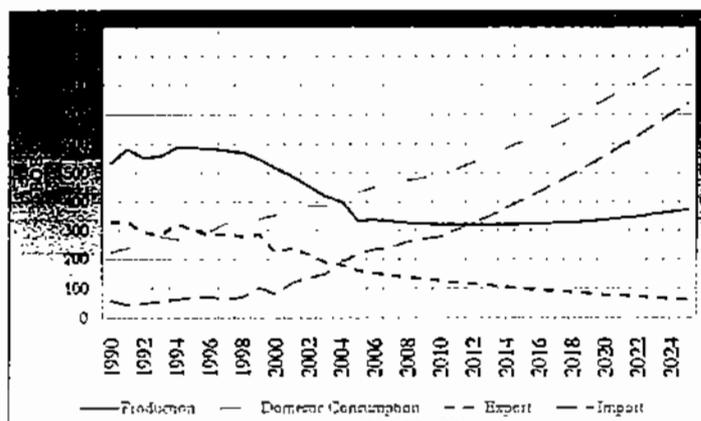
Sumber: Diolah dari Data Pengkajian Energi Universitas Indonesia, *Indonesia Energy Outlook and Statistics 2006*.

Penggunaan minyak untuk semua sektor mengalami peningkatan, bahkan pada tahun 2025 diperkirakan akan terjadi lonjakan permintaan penggunaan minyak untuk industri sekitar 520 persen, komersial sekitar 810 persen, rumah tangga sekitar 340 persen dan transportasi sekitar 530 persen. Namun untuk listrik justru mengalami penurunan.

Selanjutnya dengan membandingkan ekspor dan impor minyak mentah maka dapat dilihat seberapa besar ketergantungan Indonesia pada minyak impor. Pada Grafik 1.10 dapat dilihat bahwa sejak triwulan ketiga tahun 2004 Indonesia menjadi negara pengimpor minyak neto. Impor minyak mentah neto Indonesia diproyeksikan terus meningkat seiring dengan kenaikan konsumsi domestik dan penurunan produksi minyak mentah.^{19,20}

¹⁹ Indonesia menjadi negara pengimpor minyak neto dan keluar dari OPEC. Perubahan Indonesia dari pengekspor neto menjadi pengimpor neto karena konsumsi minyak dalam negeri terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, sementara produksi minyak mentah sangat rendah di samping kapasitas kilang dalam negeri yang sangat rendah, jauh di bawah kapasitas yang dibutuhkan (Kurtubi, 2008).

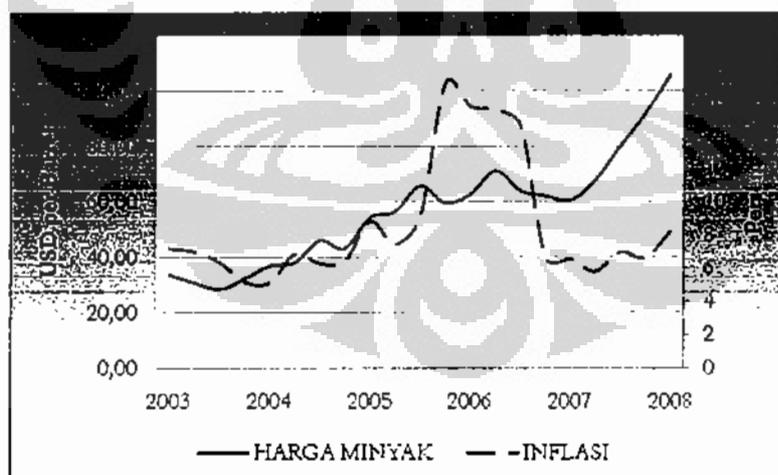
²⁰ Kecenderungan menurunnya volume produksi bersih (*lifting*) minyak Indonesia yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir terkait dengan masih cukup tingginya *natural declining* sumur-sumur minyak mentah yang sudah tua yang diperkirakan berkisar antara 5 persen hingga 11 persen per tahun. Selain itu juga karena adanya gangguan produksi akibat bencana alam seperti banjir, serta kegiatan investasi bidang perminyakan yang belum mampu meningkatkan produksi minyak secara signifikan. Sedangkan kegiatan eksplorasi yang dilakukan dalam rangka menemukan sumber-sumber minyak baru belum menghasilkan minyak secara optimal (Departemen Keuangan, 2008)



Grafik 1.10.
Neraca Minyak Mentah Indonesia
(Barrels of Oil Equivalent)

Sumber: Diolah dari Data Pengkajian Energi Universitas Indonesia, *Indonesia Energy Outlook and Statistic 2006*

Posisi Indonesia sebagai negara pengimpor minyak neto maka dengan terjadinya kenaikan harga minyak internasional mempunyai dampak yang cukup besar pada perekonomian. Pertama, pengaruhnya pada tekanan inflasi, dimana pergerakan inflasi di Indonesia nampak seiring dengan kenaikan harga minyak internasional, namun secara khusus terjadi lonjakan kenaikan inflasi pada akhir tahun 2005²¹ (lihat Grafik 1.11).



Grafik 1.11.
Harga Minyak Dunia (WTI) dan Inflasi di Indonesia

Sumber : Diolah dari Data *U.S. Energy Information Administration* dan Bank Indonesia

²¹ Pemerintah memutuskan untuk menaikkan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) di dalam negeri sebesar 126 persen pada bulan Oktober 2005. Kenaikan BBM ini membuat inflasi melonjak drastis dari sekitar 7-8 persen menjadi sekitar 18 persen setelah Oktober 2005 (Alamsyah, 2008).

Kedua, adanya kenaikan harga minyak internasional dan volatilitasnya akan berpengaruh pada pertumbuhan perekonomian domestik melalui perubahan pengeluaran rumah tangga dan industri. Ketiga, kenaikan harga minyak mentah akan menaikkan jumlah subsidi minyak dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara.²²

Dengan adanya subsidi bahan bakar minyak maka jika terjadi kenaikan konsumsi bahan bakar minyak maka bertambah pula dana pemerintah yang diperlukan untuk subsidi. Pemerintah menghadapi kesulitan dalam mendanai peningkatan subsidi minyak karena adanya peningkatan impor minyak mentah, produk minyak dan depresiasi rupiah. Pemerintah akhirnya memutuskan untuk mengurangi subsidi minyak melalui kenaikan harga bahan bakar eceran dalam negeri. Dan secara bertahap harga jual bahan bakar minyak di dalam negeri diupayakan sama dengan biaya produksinya. Kebijakan ini diikuti dengan kenaikan inflasi dan berakibat menurunnya permintaan agregat (Syarifuddin, 2006).

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa minyak memainkan peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Selanjutnya yang ingin diketahui adalah bagaimana harga minyak mempengaruhi dinamika makroekonomi Indonesia. Pelaku ekonomi (*agents*) akan selalu menyesuaikan perilakunya terhadap setiap perubahan, termasuk perubahan harga minyak serta mengambil keputusan rasional berdasarkan informasi yang dimilikinya. Dalam menyesuaikan perilakunya, pelaku ekonomi yang rasional akan berupaya untuk selalu memaksimumkan fungsi tujuan dengan memperhitungkan fungsi kendalanya, misalkan rumah tangga (*household*) akan memaksimumkan *utility preference*-nya dengan memperhitungkan sumber dana yang ada (*budget constraint*). Kondisi yang sama untuk melihat perilaku yang rasional dari perusahaan (*firm*) dan otoritas moneter (*monetary authority*). Sehingga dari optimisasi para pelaku ekonomi ini akan didapat suatu keseimbangan umum (*general equilibrium*).

²² Realisasi subsidi Bahan Bakar Minyak (BBM) pada tahun 2005 sebesar Rp 95,6 triliun (3,4 persen terhadap PDB), tahun 2006 sebesar Rp 64,2 triliun (1,9 persen terhadap PDB), tahun 2007 sebesar Rp 83,8 triliun (2,1% terhadap PDB) dan diperkirakan mencapai Rp 180,3 triliun (3,9% terhadap PDB) pada tahun 2008 (Departemen Keuangan, 2008).

Membahas pengaruh harga minyak internasional pada perekonomian domestik maka pada dasarnya perekonomian dimodelkan dengan sifat terbuka (Scarth, 1996). Produk minyak yang digunakan oleh perusahaan dan rumah tangga diasumsikan diimpor secara langsung, sehingga sisi pasokan minyak dianggap eksogen. Dengan demikian ketika perekonomian dalam studi merupakan *small open economies* yang tidak menghasilkan minyak, termasuk juga negara pengimpor minyak neto seperti Indonesia²³ maka harga minyak internasional merupakan variabel eksogen model tersebut (Barbanchon, 2007).

Model yang dipakai untuk *simulation* ini bersifat dinamis (*dynamic path*) dan disusun berdasarkan prinsip *general equilibrium* serta dioperasikan dengan memasukkan *shock* harga minyak internasional yang bersifat *stochastic*^{24,25}. Sehingga model ini dikenal sebagai *Dynamic Stochastic General Equilibrium* (DSGE).

Selanjutnya dalam model disertasi ini harga minyak dalam negeri diasumsikan sama dengan harga minyak internasional^{26,27,28,29}, sehingga agen di dalam negeri yang terlibat dalam model adalah rumah tangga, perusahaan

²³ Pokok bahasan dalam disertasi ini hanya memasukan analisis tentang minyak sedangkan gas yang merupakan sumber penerimaan negara yang cukup besar (karena harga gas mengikuti perubahan harga minyak) tidak dimasukan dalam analisis.

²⁴ Adanya ketidakpastian (*uncertainty*) akan menambah rumit dalam menganalisis gejolak harga minyak. Sedangkan dampak ekonomi dari gejolak harga minyak ini tidak mudah dianalisis karena melibatkan banyak variabel yang saling terkait (Nachrowi, 2007).

²⁵ Bahkan *stochastic shock* (*exogenous shock*) dapat menyebabkan suatu program tidak mencapai sasaran meskipun program stabilisasi ekonomi yang ada cukup padat dan konsisten, karena *shock* tersebut dapat menciptakan ekspektasi harga di luar target yang ditetapkan oleh pembuat kebijakan (Abimanyu, 2004).

²⁶ Alasan harga minyak dalam negeri diupayakan sama dengan harga minyak internasional untuk mencapai efisiensi dalam perekonomian sehingga pemerintah tidak memberikan subsidi minyak (Kurtubi, 2008).

²⁷ Sektor fiskal tidak dimasukkan di dalam analisis terkait dengan pertimbangan rentang waktu data yang dipergunakan untuk variabel teramati (*observable variables*) dalam model disertasi ini masih mengikuti *Letter of Intent* (LoI) dari IMF yang berakhir pada tahun 2003. Data yang digunakan untuk variabel teramati adalah data *series* triwulanan dari tahun 2000 sampai 2007 (Kuntjoro-Jakti, 2008).

²⁸ Strategi pengelolaan energi nasional adalah dengan mengembangkan mekanisme harga keekonomian energi (Adi, 2008).

²⁹ Melonjaknya harga minyak mentah Indonesia (ICP) di pasar Internasional, sebagai dampak dari meningkatnya harga minyak mentah internasional akan menyebabkan makin besarnya beban subsidi BBM yang harus disediakan. Sementara itu, harga BBM yang berlaku di Indonesia jauh di bawah harga internasional dan harga yang berlaku di negara-negara lain sekawasan. Disparitas harga yang semakin besar ini telah mendorong konsumsi yang berlebihan dan pencampuran antar jenis BBM yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknis. Berkaitan dengan itu, langkah-langkah kebijakan penyesuaian harga BBM bersubsidi sangat diperlukan, selain untuk meringankan beban keuangan negara sebagai akibat membengkaknya beban subsidi BBM (Departemen Keuangan, 2008).

(produsen), luar negeri dan bank sentral. *Shock* harga minyak internasional mempengaruhi perekonomian dalam dua saluran. Pertama, rumah tangga mengkonsumsi minyak dan barang non-minyak. Kedua, perusahaan membeli minyak untuk dikombinasikan dengan tenaga kerja (*labor*) dalam menghasilkan barang-barang. Bank sentral (*monetary authority*) dalam perumusan kebijakan moneter menggunakan *Taylor rule* yang merepresentasikan reaksi dari inflasi dan output.

Selanjutnya struktur pasar memberi fitur kompetisi monopolistik. Agen tidak dapat menetapkan harga secara instan, rigiditas menurut Calvo diperkenalkan dalam pasar input dan pasar output. Dengan demikian bahwa model DSGE tepat digunakan untuk mempelajari respon jangka menengah atau panjang terhadap suatu *shock* karena tidak mengalami perubahan struktur endogen³⁰.

Berdasarkan uraian pengaruh perubahan harga minyak internasional pada perekonomian Indonesia di atas maka disertasi ini memfokuskan pada penelitian tentang pengaruh kenaikan harga minyak internasional^{31,32} pada variabel makroekonomi, sekaligus melihat respon kebijakan moneter untuk studi kasus di Indonesia dengan menggunakan model DSGE.

³⁰ Penelitian tentang kenaikan harga minyak yang menggunakan model *Vector Autoregression* (VAR) mempunyai beberapa kelemahan yang mendasar. Pertama, tidak tampak melalui *channel* mana perubahan harga minyak mempengaruhi output riil. Kedua, setiap analisis berdasarkan model VAR maka reaksi perekonomian terhadap *shock* harga minyak di dalam spesifikasi alternatif kebijakan moneter mengandung *Lucas Critique* (Leduc & Sill, 2004).

³¹ Kenaikan harga minyak internasional mempunyai *multiplier effect* yang lebih tinggi pada perekonomian domestik daripada penurunan harga minyak internasional, hal ini terkait dengan adanya rigiditas harga dan upah dalam perekonomian. Dan pengaruh perubahan harga (kenaikan dan penurunan) minyak internasional pada perekonomian domestik adalah tidak linier (Heriawan, 2009).

³² Penurunan harga barang-barang tampaknya lebih sulit dilakukan dibandingkan dengan kenaikan harga barang-barang. Dengan demikian perubahan harga bersifat asimetris atau terjadi apa yang disebut *downward price rigidity* baik ditingkat perusahaan maupun pedagang. Di dalam sistem pengupahan juga terjadi *downward wage rigidity*. Penyumbang terbesar inflasi adalah kenaikan dalam biaya produksi, akan tetapi deflasi lebih sulit untuk diciptakan walaupun melalui penurunan biaya produksi (Solikin & Sugema, 2004).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian maka perumusan masalah dalam disertasi ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh kenaikan harga minyak internasional pada variabel makroekonomi di Indonesia seperti konsumsi, *employment* sektor manufaktur, nilai tukar riil, inflasi dan GDP riil.
2. Bagaimana respon kebijakan moneter dari bank sentral terhadap kenaikan harga minyak internasional dengan menggunakan *Taylor rule*.
3. Bagaimana model mampu membentuk parameter estimasi yang sesuai dengan kondisi riil perekonomian Indonesia.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian dalam disertasi ini adalah mengembangkan model DSGE yang digunakan untuk simulasi kenaikan harga minyak internasional pada variabel makroekonomi di Indonesia seperti konsumsi, *employment* sektor manufaktur, nilai tukar riil, inflasi dan GDP riil. Selain besaran dampak dilihat juga waktu yang diperlukan suatu variabel untuk kembali ke *steady state* setelah adanya *shock*. Selanjutnya dengan menggunakan *interest rate reaction function (Taylor rule)* dilihat respon kebijakan moneter terhadap perubahan yang terjadi pada inflasi dan GDP riil. Dengan menggunakan data historis dan *prior information* maka model DSGE ini dapat menghasilkan parameter estimasi yang mencerminkan kondisi riil perekonomian Indonesia.

1.4. Kontribusi Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai maka kontribusi penelitian dalam disertasi ini adalah :

1. **Sisi akademis**, disertasi ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pada penggunaan model dengan perilaku mikro (*micro-founded model*) untuk membentuk *macroeconomic modelling*.
2. **Sisi metodologi**, penyusunan model DSGE pengaruh kenaikan harga minyak internasional dengan pendekatan *Bayesian* dalam disertasi ini

merupakan penelitian yang pertama dilakukan untuk kasus di Indonesia. Kebanyakan studi tentang pengaruh kenaikan harga minyak pada variabel makroekonomi di Indonesia dan studi tentang respon kebijakan moneter terhadap kenaikan harga minyak di Indonesia dilakukan menggunakan model ekonometrika makroekonomi tanpa penggunaan perilaku mikro (Abdullah, 2007; Syarifuddin, 2006), atau studi yang menggunakan *database* dari *Social Accounting Matrix* (Hartono & Resosudarmo, 2008) atau Tabel *Input-Output* (Yanuarti, 2004).

Studi tentang pengaruh kenaikan harga minyak di Indonesia dengan menggunakan *Computable General Equilibrium* (CGE) dilakukan oleh Sugema et al (2005). Model CGE berbeda dengan DSGE, dimana model CGE merupakan model *general equilibrium* dengan analisis bersifat statis dengan *shock* bersifat *deterministik* yang menggunakan *database* dari *Social Accounting Matrix* (SAM) atau Tabel *Input-Output* (IO). Sedangkan model DSGE merupakan model *general equilibrium* dengan analisis bersifat dinamis yang menggunakan data *time series* untuk variabel teramati (*observable variable*) dengan *shock* bersifat *stochastic*.

Penggunaan DSGE untuk kebijakan, baru dilakukan oleh Bank Indonesia dalam model *General Equilibrium Model of Bank Indonesia* (GEMBI). Namun dalam penyusunan GEMBI dalam berbagai versi pengembangan tidak memasukan secara eksplisit variabel minyak dalam bundel konsumsi rumah tangga dan sebagai faktor produksi perusahaan (GEMBI 2000, GEMBI 2002, GEMBI 2003, GEMBI 2004, GEMBI 2005 dan GEMBI 2006).

3. **Tataran empiris**, penelitian dalam disertasi ini diharapkan dapat memberikan sumbangan penting dalam pembentukan parameter estimasi yang sesuai dengan kondisi riil perekonomian Indonesia. Dan mengukur seberapa besar dampak dari kenaikan harga minyak pada variabel makroekonomi dan berapa lama waktu yang dibutuhkan agar kembali ke kondisi *steady state*.

1.5. Keterbatasan Penelitian

Penelitian dalam disertasi ini memiliki keterbatasan sebagai berikut:

1. Asumsi dalam model disertasi ini adalah harga minyak dalam negeri sama dengan harga minyak internasional sehingga pemerintah tidak memberikan subsidi. Faktanya subsidi bahan bakar minyak dalam APBN sangat besar, maka diharapkan pada masa mendatang ada penelitian yang mengembangkan lebih lanjut model dari disertasi ini dengan memasukan unsur subsidi.
2. Model dalam disertasi hanya memasukkan analisis minyak, sedangkan gas yang juga merupakan komponen dalam konsumsi rumah tangga dan faktor input dalam produksi serta menjadi sumber penerimaan negara yang besar tidak dimasukkan.
3. Adapun *observable variable* yang dimasukkan adalah data impor minyak sedangkan data ekspor minyak tidak dimasukkan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Kritik Terhadap Pemikiran *Keynesian*

Proposisi *Keynesian* tentang *involuntary unemployment*³³, *non-neutrality of money*³⁴ dan *market failures* sulit dijelaskan dengan teori *Walras*, dimana dalam teori keseimbangan umum *Walras* yang bersifat kompetitif dinyatakan bahwa perekonomian dikarakteristikan selalu terjadi kondisi *market clearing* (Snowdon & Vane, 1997). Selanjutnya pada tahun 1970-an muncul pemikiran *New Classical* yang mengubah pemikiran ekonomi dari analisis makroekonomi untuk kembali ke konsep dasar yang menggunakan landasan mikroekonomi sehingga masing-masing pelaku ekonomi melakukan optimisasi yang nantinya setelah dilakukan agregasi akan menghasilkan suatu keseimbangan umum di tingkat agregat.

Munculnya pemikiran *New Classical* ini sekaligus memberikan kritikan pada pemikiran *Keynesian*, dimana teori ekonomi yang dikemukakan oleh *Keynesian* tidak tepat karena mengabaikan implikasi adanya pengaruh ekspektasi dari pelaku ekonomi. Menurut pemikiran *New Classical*, di dalam pembahasan teori ekonomi seharusnya digunakan asumsi bahwa pelaku ekonomi akan membentuk ekspektasi secara rasional yaitu menggunakan seluruh informasi yang mereka miliki. Dengan adanya fleksibilitas upah dan harga maka selalu terjadi *market clearing* serta output relatif cepat bergerak menuju ke tingkat output potensial.

Postulat perilaku yang rasional dan *market clearing* merupakan hal yang paling mendasar dalam pemikiran *New Classical*. Dalam model *New Classical*, rumah tangga tidak hanya membentuk ekspektasi yang optimal, tetapi juga berusaha memaksimalkan *utility*. Rumah tangga melakukan keputusan *intertemporal* untuk menentukan tingkat konsumsi mereka sekarang dan masa depan. Dengan cara ini ekspektasi atas harga barang-barang konsumsi di masa

³³ Pada waktu depresi besar, terjadi pengangguran terpaksa secara besar-besaran, dimana banyak orang bersedia bekerja pada tingkat upah yang berlaku, tetapi tidak ada lowongan pekerjaan.

³⁴ Sebenarnya ada keterkaitan antara sektor moneter dan sektor riil (Romer, 1993)

depan dapat dimasukkan secara eksplisit ke dalam model. Dari optimisasi yang dilakukan oleh rumah tangga akan diperoleh kurva penawaran tenaga kerja yang telah memasukkan unsur tingkat harga sekarang dan ekspektasi harga masa depan. Demikian juga dengan perusahaan yang berusaha mencapai keuntungan maksimum dan dari hasil optimisasi dihasilkan kurva permintaan tenaga kerja. Kombinasi kurva permintaan tenaga kerja dengan kurva produksi akan menghasilkan kurva penawaran agregat yang menggambarkan hubungan antara tingkat output yang ditawarkan dan tingkat harga serta faktor ekspektasi.

Implikasi utama tidak digunakannya *rational expectations* di dalam model ekonomi yaitu *Lucas Critique*, dimana akibat tidak dimasukkannya ekspektasi secara eksplisit di dalam model maka model makroekonomi *Keynesian* tidak dapat digunakan untuk pembentukan kebijakan. Berubahnya kebijakan, menurut Robert Lucas, akan menyebabkan terjadinya perubahan di dalam pembentukan ekspektasi pelaku ekonomi sehingga hubungan antar variabel yang menjadi dasar dilakukannya kebijakan tersebut seharusnya juga ikut berubah, tidak tetap seperti yang selama ini diasumsikan oleh pemikiran *Keynesian*. Kritik ini benar-benar mengena ke titik terlemah model makro ekonometri struktural yang menjadi peralatan utama pendekatan empiris kelompok *Keynesian* (Blanchard, 1997).

2.1.2. Pemikiran New Keynesian

Penggunaan dasar mikroekonomi untuk pengembangan model makroekonomi dan penggunaan asumsi bahwa pelaku ekonomi yang mempunyai ekspektasi rasional dalam pemikiran *New Classical* diterima secara menyeluruh oleh pemikiran *New Keynesian*. Oleh karena itu, perdebatan pemikiran *New Keynesian* dan *New Classical* sekarang lebih terpusat pada perilaku tingkat harga dan upah, kecepatan tingkat penyesuaian output ke arah keseimbangan dan pada persoalan terjadi atau tidaknya *market clearing* yang menjadi asumsi utama pendekatan *Walrasian*.

Pada dasarnya pemikiran *New Keynesian* merupakan pemikiran ilmu makroekonomi yang berusaha memberikan dasar-dasar mikroekonomi (*microeconomic foundation*) untuk pemikiran *Keynesian*. Baik pemikiran *New Classical* dan pemikiran *New Keynesian* mengasumsikan bahwa rumah tangga

(*households*) dan perusahaan (*firms*) mempunyai ekspektasi rasional. Perbedaan utama antara kedua pemikiran ini adalah *New Keynesians* mengasumsikan upah dan harga tidak dapat disesuaikan segera, yang menyatakan secara tidak langsung perekonomian mungkin gagal untuk mempertahankan *full employment*. Karena kegagalan pasar ini dan ketidaksempurnaan pasar yang lain dibahas dalam model mereka, para pendukung *New Keynesian* menyatakan bahwa pengelolaan permintaan oleh pemerintah atau bank sentral dapat menyebabkan hasil makroekonomi lebih efisien daripada kebijakan *laissez faire*.

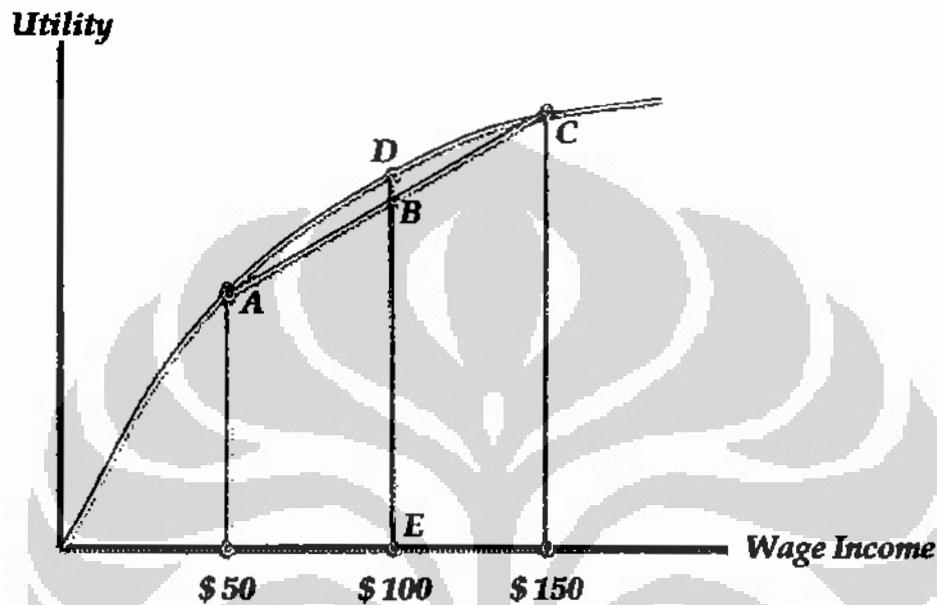
Kontribusi awal Teori *New Keynesian* dikumpulkan oleh N. Gregory Mankiw dan David Romer dalam *New Keynesian Economics*, volume 1 dan 2. Paper-paper dalam volume ini banyak memfokuskan pada *microfoundations*, yaitu unsur ekonomi mikro yang dapat menghasilkan pengaruh ekonomi makro *Keynesian*, dimana sebelumnya tidak berusaha membangun model ekonomi makro yang lengkap. Saat itulah, ekonom ekonomi makro telah memulai studi model DSGE secara lengkap dengan fitur *Keynesian* (Dixon, 1992; Mankiw & Romer, 1991)

Pemikiran *New Keynesian* mempunyai 5 (lima bagian) besar, yaitu (Scarth, 1996) :

1. **Risk-Sharing dan Kontrak Implisit**

Siklus bisnis menyangkut kenaikan dan penurunan dalam permintaan tenaga kerja. Jika rumah tangga adalah *risk-averse*, mereka ingin mengisolasi pendapatan riil dari gangguan ini. Pada suatu kontak kerja tertentu bahwa upah riil adalah konstan dan menjamin *full employment* akan memenuhi keinginan rumah tangga tersebut. Jika rumah tangga tidak mempunyai pilihan lain dari pendapatan tenaga kerja (jika *reservation wage* adalah nol), perusahaan akan memberlakukan upah yang lebih rendah sehingga cukup untuk menyerap semua resiko siklus bisnis dari para pekerja. Sisi lain, jika *reservation wage* rumah tangga adalah positif, perusahaan mungkin tidak mampu untuk memberlakukan upah terendah yang cukup untuk membuat keuntungan yang menjamin

full employment untuk para pekerja. Akibatnya, pemutusan hubungan kerja terjadi sehingga pekerja dan perusahaan membuat kontrak kesepakatan baik eksplisit maupun implisit, yang menyangkut tingkat upah tertentu sebelumnya sehingga menggeser resiko siklus bisnis dari pekerja ke perusahaan.



Grafik 2.1.
Diminishing Marginal Utility dan Risk Aversion

Sumber: Scarth, 1996

Risk aversion pada sisi pekerja secara otomatis menyangkut asumsi *diminishing marginal utility* dari pendapatan, misalnya: pekerja akan menolak untuk dibayar US\$ 100 untuk peluang yang sama menerima US\$ 50 atau US\$ 150, dimana *utility* yang diterima dari US\$ 100 tanpa ketidakpastian (ditunjukkan oleh jarak ED dalam Grafik 2.1) adalah lebih besar daripada *utility* yang diterima dari US\$ 100, nilai yang diharapkan (*expected value*) dengan ketidakpastian (jarak EB). Perusahaan memaksimalkan keuntungan yang diharapkan (*expected profit*) daripada utilitas keuntungan yang diharapkan (*expected utility of profits*), dimana perusahaan adalah *risk neutral* (asumsi bahwa pengusaha adalah kurang *risk averse* daripada pekerja berdasarkan dua hal, *pertama*, orang memilih menjadi pengusaha untuk alasan yang sangat kuat, *kedua*, pengusaha pada dasarnya memiliki lebih banyak

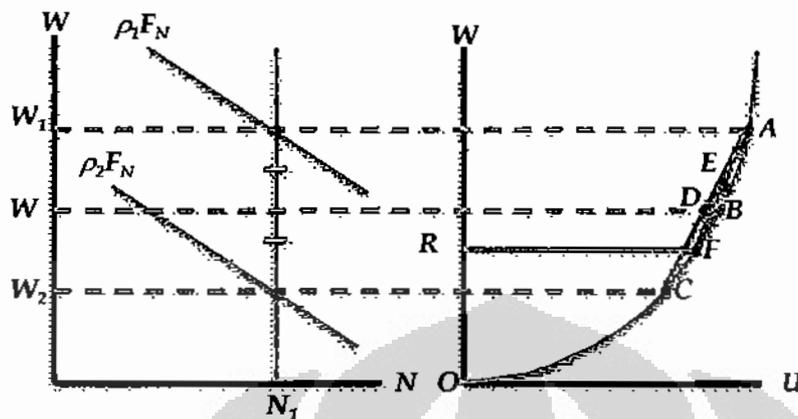
model fisik daripada pekerja sehingga pengusaha dapat mendiversifikasi resiko lebih baik).

Teori kontrak yang paling sederhana, menyatakan bahwa tidak ada keputusan penawaran tenaga kerja dimana rumah tangga bekerja pada sejumlah waktu tetap atau menganggur. L_1 menyatakan jumlah *leisure* yang tersedia ketika rumah tangga sedang bekerja dan L_2 menyatakan jumlah *leisure* yang tersedia ketika rumah tangga tidak bekerja ($L_2 > L_1$), w menyatakan upah riil dan R menyatakan nilai moneter riil yang setara dengan *extra leisure* yang diperoleh ketika rumah tangga tidak bekerja. Utilitas untuk bekerja adalah $U(w, L_1)$ dan utilitas untuk tidak bekerja adalah $U(0, L_2) = U(R, L_1)$. Mendefinisikan *monetary setara leisure* mempunyai dua keuntungan. *Pertama*, dapat menghasilkan fungsi utilitas yang mempunyai hanya satu argumen, dua kemungkinan tingkat utilitas yaitu $U(w)$ dan $U(R)$. *Kedua*, mempunyai parameter, R , yang menyatakan *reservation wage* (mungkin samadengan *unemployment insurance*).

Ketidakpastian masuk dalam model sebagai bentuk unsur *stochastic* dalam harga barang yang diproduksi perusahaan. Kemudian p menyatakan harga produk perusahaan dalam bentuk riil (relatif terhadap indeks harga umum). Untuk harga relatif ini, dianggap ada dua nilai, p_1 dalam periode permintaan tinggi dan p_2 dalam periode permintaan rendah, dan masing-masing terjadi dengan probability 0,5. Perusahaan dan pekerja harus menyetujui secara eksplisit atau implisit terhadap kontrak yang menetapkan tingkat upah yang dibayarkan masing-masing pada periode permintaan tinggi dan rendah, serta jumlah *employment*, N yang ditawarkan pada masing-masing periode, N_1 menyatakan *full employment*. Diasumsikan dalam kontrak tidak ada ketentuan bagi perusahaan untuk membayar pekerja jika mereka tidak bekerja.

Perusahaan memaksimalkan *expected profit subject to* tiga kendala. Kendala pertama yaitu fungsi produksi, $Y = F(N)$, kendala kedua yaitu barang-barang tidak dapat disimpan, kendala ketiga yaitu penawaran perusahaan kepada pekerja minimal semenarik opsi lain mereka (yang

dapat diperoleh dengan bekerja dimanapun). Opsi lain ini dinyatakan sebagai tingkat utilitas \bar{U} .



Grafik 2.2.
Kontrak Implisit

Sumber: Scarth, 1996

Pada Grafik 2.2 dimana pasar tenaga kerja pada grafik sebelah kiri dan utilitas upah pekerja pada grafik sebelah kanan. Jika pasar tenaga kerja bekerja sebagai pasar lelang (menggunakan asumsi Klasik tentang fleksibilitas upah yang sempurna), upah bergerak antara w_1 dan w_2 sebagai periode permintaan tinggi dan rendah. Individu kemudian bergerak antara titik A dan C pada fungsi utilitasnya dan tingkat utilitas rata-rata (diharapkan) adalah pada titik D. Tetapi tingkat utilitas lebih tinggi (pada titik B) dapat diperoleh jika upah rata-rata yang sama diterima tanpa ketidakpastian. Dengan *reservation wage*, R adalah 0, pekerja lebih memilih upah tetap \hat{w} dan *full employment*. Tetapi dengan *reservation wage* dengan jarak OR maka pekerja dapat memilih resiko diberhentikan bekerja dalam dalam periode permintaan rendah. Hal ini memperbolehkan pekerja untuk membatasi antara titik A dan F, memberikan utilitas rata-rata pada titik tengah pada AF yaitu titik E. Pada titik E disebelah kanan titik B, pekerja dapat memilih resiko diperhentikan bekerja, untuk memperoleh utilitas yang tinggi. Jika model secara eksplisit merupakan dasar mikroekonomi untuk model makroekonomi yang menyatakan *sticky money wage* dan

unemployment tidak sukarela (*involuntary*), sehingga analisis tidak konsisten dengan fenomena ini. Model menyatakan *rigid real wage* dan diberhentikan bekerja jika $R > 0$, jika rumah tangga menerima utilitas dari diberhentikan bekerja. Dalam kasus ini pekerja akan sukarela menerima beberapa kesempatan diberhentikan dan sebaliknya menerima rata-rata upah tertinggi ketika bekerja, ini bukanlah prediksi dari *involuntary unemployment*. Yang benar, setiap individu yang tidak bekerja, mereka akan mengatakan ya dengan pertanyaan :”kamu ingin bekerja pada upah saat ini?” tetapi ini pertanyaan yang salah. Isu yang relevan adalah dengan pertanyaan:”kamu ingin bekerja dengan resiko yang sama di periode mendatang?”, jika jawabannya adalah ya, maka *unemployment* tidak dipandang sebagai sukarela (*involuntary*).

2. *Efficiency Wage Hypothesis*

Teori pasar tenaga kerja yang menekankan variasi dalam produktivitas tenaga kerja, dimana pengangguran (*unemployment*) yang terjadi dalam model ini dapat dianggap tidak sukarela (*involuntary*) karena adanya kegagalan pasar (*market failure*). Pasar gagal karena adanya masalah *adverse selection* dan *moral hazard*. Bentuk paling sederhana, model ini berdasarkan, proposisi adanya *happy worker* yang merupakan *good worker*. Diasumsikan bahwa pekerja termotivasi untuk bekerja keras jika upah riil mereka adalah tinggi. Intinya adalah upah riil sebagai faktor langsung dalam fungsi produksi. Diasumsikan juga perusahaan tidak mampu membedakan antara pekerja yang bekerja keras dan pekerja yang melalaikan tanggung jawab atau bermalas-malasan (*shirking*), sehingga perusahaan tidak dapat yakin memperkerjakan pekerja yang tidak bermalas-malasan.

Pekerja dihadapkan pada *trade-off*, jika banyak pekerja yang santai dalam bekerja maka marginal produk tenaga kerja rendah sehingga permintaan keseluruhan perusahaan untuk tenaga kerja adalah rendah, dan membuka kesempatan terjadinya pengangguran. Ancaman pengangguran berperan sebagai mekanisme yang membatasi

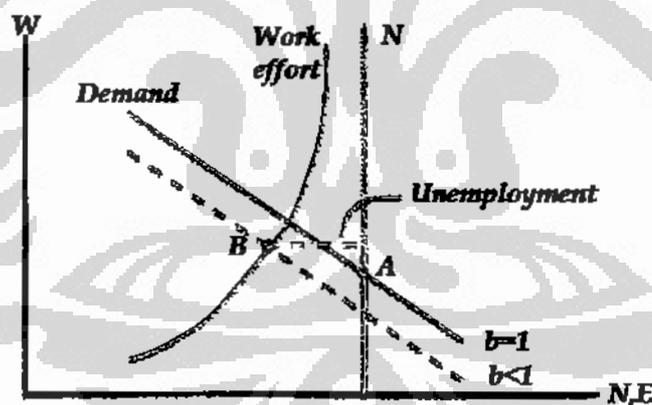
bermalasan (*shirking*) di tingkat individu. Tidaklah rasional bagi perusahaan untuk mencoba menjamin secara penuh melawan bermalasan dengan meningkatkan upah riil. Jika perusahaan melakukan hal tersebut, maka dapat meningkatkan produktifitas tenaga kerja sehingga meningkatkan permintaan tenaga kerja dan tingkat pengangguran turun. Dengan berkurangnya kesempatan diberhentikan bekerja maka pekerja mempunyai dorongan untuk meningkatkan bermalasan. Ini merupakan aspek *moral hazard* dari model, sehingga perusahaan membayar lebih jaminan (*insurance*) dan mungkin sekali *crime* meningkat. Untuk alasan ini tidak dapat mengharapkan *decentralized agents* untuk memilih tingkat jaminan yang optimal. Jadi pengangguran yang muncul tidaklah optimal dan kebijakan pemerintah untuk mengurangi pengangguran dapat didukung.

Efficiency wage model dapat dijelaskan sebagai berikut, perusahaan memaksimalkan keuntungan, $F(E) - wN$, dimana N merupakan jumlah tenaga kerja yang dipekerjakan dan E merupakan jumlah *effective work* aktual yang diterima, dengan kendala $E=b(w)N$. Kendala menetapkan *effective labor effort* diterima secara proporsional untuk ukuran kekuatan kerja perusahaan dan faktor proporsional, b , adalah positif dikaitkan dengan upah riil. Jadi baik F' dan b' adalah positif.

Kendala tidak bermalasan-malasan mengikuti tiga asumsi, *pertama*, pekerja akan bermalasan jika upah yang mereka terima adalah kurang dari nilai kritis. *Kedua*, nilai kritis ini tergantung secara langsung pada probability *re-employment* dalam kasus pemberhentian kerja, probabilitas yang rendah maka nilai upah kritis juga rendah. *Ketiga*, probabilitas dipekerjakan kembali tergantung terbalik pada tingkat pengangguran. Dimana permintaan tenaga kerja tergantung terbalik pada tingkat upah, pekerja kurang bermalasan-malasan pada tingkat upah tinggi. Pendapat ini dipertahankan seolah-olah semua pekerja adalah identik.

Dalam Grafik 2.3 terlihat tiga hubungan, salah satunya kurva penawaran tenaga kerja, yang diasumsikan *perfect inelastic*. Kurva

kedua adalah fungsi permintaan tenaga kerja. Dalam kasus umum, dimana variasi *work effort* diabaikan (ditetapkan $b=1$) dan upah fleksibel. Perpotongan 2 garis ini (titik A) memberikan hasil : *no unemployment*. Tetapi dengan variasi *work effort*, b , menjadi kurang dari satu. Melalui pengaruh pada produktifitas tenaga kerja, ini merubah posisi dan slope fungsi tenaga kerja, tetapi kurva tetap berslope negatif. Paling penting adalah kurva ketiga dalam Grafik 2.3 menjadi relevan. Ini merupakan kendala tidak bermalas-malasan dan dapat diartikan sebagai skedul *supply of work effort* yang relevan, dimana berada di sebelah kiri garis *supply of persons*, keseimbangan sekarang terjadi pada titik B dan terjadi *unemployment*. Pengangguran ingin pekerjaan pada upah riil yang berlaku, tetapi perusahaan tidak mampu menyewa individu-individu ini karena perusahaan mengetahui bahwa upah riil yang rendah harus menyesuaikan kenaikan penyewaan akan mempengaruhi lebih banyak bermalasan dan juga mengurangi keuntungan.



Grafik 2.3.
Efficiency Wages

Sumber: Scarth, 1996

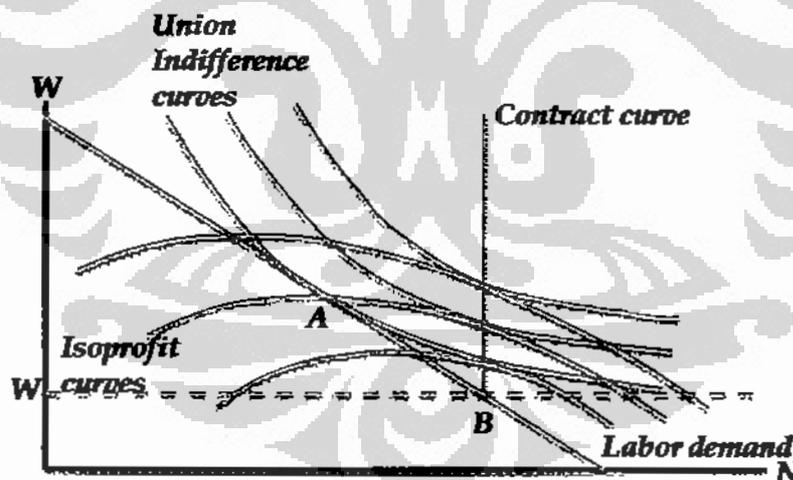
Secara formal, perusahaan memilih baik tingkat *employment* dan upah riil dengan menetapkan derivasi $F[b(w)N] - wN$ terhadap N dan w samadengan nol. Hasilnya $F'b = w$ dan $F'b' = 1$, yang menyatakan $wb'(w)/b(w) = 1$. Sepanjang $b'' \neq 0$, total diferensial kondisi ini menyatakan bahwa upah riil harus konstan. Jadi, *efficiency wage model*

memprediksi baik tingkat pengangguran yang tidak optimal dan rigiditas upah riil (bukan nominal).

3. *Union* dalam Pasar Tenaga Kerja

Ada dua model berbeda yaitu teori *union* (interaksi perusahaan) non-kooperatif dan kooperatif. Dalam sub bab ini menjelaskan kedua teori *union* untuk mengevaluasi apakah keberadaan *union* adalah cukup untuk justifikasi hipotesis *sticky wages* dalam analisis makroekonomi.

Model non-kooperatif memasukkan maksimisasi keuntungan perusahaan yang dinyatakan $F(N)-wN$, dimana w merupakan upah riil. Kondisi ini dicapai ketika $F'=w$. Fungsi permintaan tenaga kerja (lihat Grafik 2.4) berada pada lokus semua titik pada puncak *isoprofit curve*. Slope garis *isoprofit* diturunkan melalui total diferensial dari definisi keuntungan sama dengan nol. Jadi, slope garis *isoprofit* adalah $dw/dN = [F'(N)-w]/N$ adalah positif untuk tingkat N rendah dan negatif untuk tingkat N tinggi (ketika marginal produk rendah).



Grafik 2.4.

Model Interaksi *Union/Firm*

Sumber: Scarth, 1996

Unions diasumsikan untuk memaksimalkan pendapatan mewakili anggota dari group. Ini dapat didefinisikan sebagai $w(N/L) + \bar{w}(L-N)/L$, dimana N dan L menyatakan *employment* dan ukuran keanggotaan masing-masing *union*, w merupakan upah yang dibayarkan

kepada anggota *union* jika mereka bekerja, \bar{w} merupakan upah yang mereka terima jika mereka tidak bekerja (yang dapat diartikan sebagai *unemployment insurance*) dan N/L merupakan probabilitas anggota *union* akan bekerja. Slope dari *union's indifference curve* diturunkan melalui total diffensial dari definisi *expected income* samadengan nol. Hasil dari $dw/dN = -(w-\bar{w})/N$, dimana negatif ketika upah *union* tidak dapat kurang dari *individual's reservation wage*.

Union mencapai *indifference curve* tertinggi dengan memilih upah yang berhubungan dengan titik yang kurva permintaan tenaga kerja merupakan *tangent* terhadap *indifference curve* (titik A Grafik 2.4). Sekali upah ditentukan, perusahaan bebas memilih *employment*. Tetapi ketika *union* telah mengambil reaksi perusahaan ke dalam perhitungan, anggota mengetahui bahwa titik A yang dipilih. Dapat menurunkan apakah model ini memprediksi rigiditas upah riil dengan memasukkan suatu pergeseran variabel untuk marjinal produk dari tenaga kerja, A , yang dapat menyatakan perubahan dalam tarif pajak, nilai tukar atau produktifitas. Prediksi statis komparatif kemudian dihitung dengan menggunakan total differensial kurva permintaan tenaga kerja dan sama dengan kondisi slope:

$$AF'(N) = w'$$

$$A[NF''(N) + F'(N)] = \bar{w}$$

Pengaruh upah riil dan *employment* adalah:

$$\frac{dN}{dA} = \frac{-\bar{w}}{A^2(2F''+NF''')} > 0$$

$$\frac{dw}{dA} = \frac{-(\bar{w}F''+w(2F''+NF'''))}{A(2F''+NF''')}$$

Denominator multiplier ini harus negatif ketika digunakan *second-order conditions* dari masalah maksimisasi *union*. Dapat disimpulkan bahwa model memasukkan *employment multipliers* yang standar, tetapi

secara umum model tidak memprediksi rigiditas upah riil (atau nominal).

Tujuan menguji model ini untuk melihat apakah keberadaan *unions* dalam pasar tenaga kerja berperan penting terhadap rigiditas upah dan variasi tidak sukarela dalam *employment*. Ketika model berisikan penjelasan tidak eksplisit mengapa individu setuju dengan perusahaan semata-mata melalui *union* (apakah mereka dipaksa? Atau apakah mereka memilih?), tidak mungkin mengatakan apakah *employment* menurun dalam model merupakan *involuntary unemployment*.

Sekarang menganalisis apakah rigiditas upah terjadi dalam model interaksi *union/firm* kooperatif. Hasil dalam model awal adalah tidak efisien ketika ada banyak hasil upah atau *employment* (semua titik dalam arsiran, daerah berbentuk lensa mata, Grafik 2.4) yang dapat membuat baik perusahaan dan *union* menjadi lebih baik pada titik A. Model kooperatif mengasumsikan bahwa ada dua pihak mencapai persetujuan dan stabil pada satu titik efisiensi *Pareto* yang sepanjang kurva kontrak. Melengkapi model memerlukan beberapa asumsi tambahan yang mendefinisikan bagaimana dua pihak membagi *gains from trade*. Asumsi tambahan yang paling umum adalah dua *bargainers* mencapai *Nash Equilibrium*.

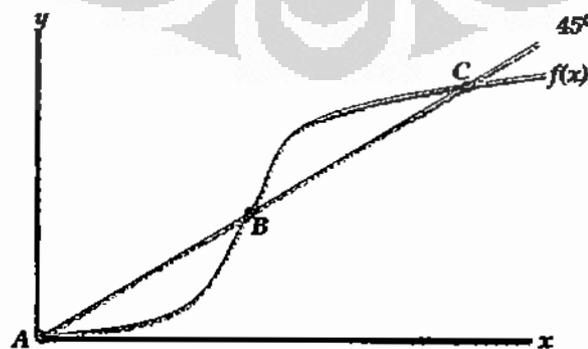
Pengaruh *employment* apapun diturunkan tanpa suatu spesifikasi. Persamaan kurva kontrak dengan menyamakan slope yang menjelaskan untuk kurva *isoprofit* dan kurva indifferen. Dengan menggeser variabel untuk marjinal produk tenaga kerja dimasukkan sebelumnya, kondisi slope sama ini adalah $(AF' - w)/N = -(w - \bar{w})/N$ atau $AF' = \bar{w}$.

Kurva kontrak adalah vertikal ketika w tidak masuk persamaan ini. Dari persamaan ini kurva kontrak dapat dilihat pengaruh pada *employment* dengan perubahan dalam A dan \bar{w} dapat ditentukan tanpa mempunyai spesifikasi *bargaining model* yang diperlukan untuk model yang menghasilkan prediksi upah riil. Sehingga model *union* kooperatif tidak mendukung hipotesis rigiditas upah riil, tetapi dapat menurunkan pengaruh *employment* dari teori ini jika mengenakan rigiditas upah riil.

4. *Multiple Equilibria*

Model perekonomian yang mempunyai sedikitnya dua *equilibria* konsisten dengan kerangka kerja *rational expectations* dan dasar mikroekonomi. Ada 3 konteks yang perlu dipertimbangkan dalam *multiple equilibria* yaitu proses perdagangan (yang selanjutnya dibahas dalam sub-bab ini), persaingan tidak sempurna, implikasi dari biaya pemecatan tenaga kerja.

Analisis bagaimana rumah tangga dan perusahaan berinteraksi untuk mengevaluasi apakah individu disewa (atau ingin disewa). Kunci model ini yaitu adanya eksternalitas perdagangan. Probabilitas memperoleh positif diperoleh antara pekerja dan pekerjaan tergantung pada jumlah sumberdaya perusahaan untuk melakukan penerimaan tenaga kerja. Tetapi banyak manfaat meningkatnya arus informasi yang muncul sebagai manfaat sosial umum (tingkat keseimbangan terendah dari *frictional unemployment*). Ada keterkaitan tidak langsung antara manfaat umum dan proses keputusan individu dari perusahaan. Secara rasional perusahaan individu berpikir, akan meningkatnya pengeluaran untuk proses pencarian dan penyewaan, secara keseluruhan tingkat *frictional unemployment* tidak akan dipengaruhi. Pada saat tertentu, perusahaan tidak mampu mendekati manfaat umum. Ketika *private return* untuk pengeluaran rekrutmen dari titik pandang perusahaan adalah kurang dari *social return*, perekonomian mencapai keseimbangan *Pareto-inefficient*.



Grafik 2.5.

Multiple Equilibria dengan *Increasing Returns to Scale*

Sumber: Scarth, 1996

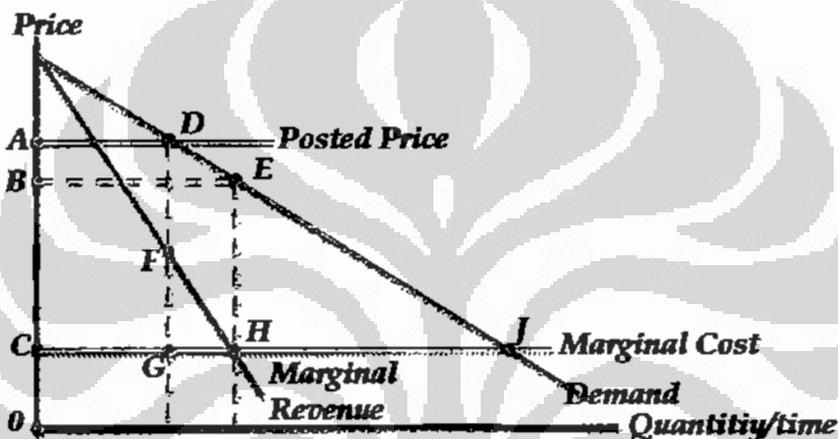
Jika y menyatakan output yang dimiliki individu dan x menyatakan ekspektasi individu untuk setiap output individu (pedagang) lain, maka individu tersebut mempunyai tingkat aktivitas yaitu $y=f(x)$ yang menangkap *increasing returns* dalam proses perdagangan dengan jarak AB (Grafik 2.5). Dengan ekspektasi yang adaptif : $x=\lambda(a-x)$, dimana a merupakan perilaku aktual. Dapat mengevaluasi dx/dx dengan daerah *full equilibrium* (ketika setiap orang ada mempunyai tingkat aktivitas yang sama yaitu $a=y$). Menggunakan $a=y=f(x)$, mempunyai $dx/dx=-\lambda(1-f')$, sehingga keseimbangan stabil hanya jika $\lambda < 1$. Keseimbangan menyatakan $a=x=y$, dan titik ini terjadi pada garis 45 derajat. Titik A dan C merupakan dua *stable equilibria*. Individu berdagang tidak menerima *full social benefit* yang berarti terjadi masalah *externality*. *Market failure* ini memperbolehkan dalam rank dua *equilibria* dan titik C yang dipilih.

5. *Menu Costs*

Sangat tidak mudah menerapkan *adjustment cost model* untuk menjelaskan *sticky goods prices*. Dalam konteks ini, biaya negosiasi sangat sulit untuk beberapa komoditi, dan tidak tampak memaksakan untuk semua *sticky price macroeconomics*, pada beberapa hal yang tampak agak sepele (seperti biaya mencetak katalog harga baru dan biaya menginformasikan ke staf penjualan tentang perubahan harga). Respon yang membuat tuntutan *adjustment costs* untuk banyak harga nominal tidak penting, secara sederhana menunjukkan bahwa biaya perubahan harga yang kecil (yang disebut menu costs) dapat menyebabkan *welfare losses* yang besar.

Monopolis menetapkan harga nominal sebelumnya tetapi dapat merubah harga pada *small cost*. Titik A kondisi dimana harga telah ditetapkan cukup tinggi (lihat Grafik 2.6). Ketika perusahaan menetapkan harganya, tidak ada dugaan posisi kurva permintaan di masa mendatang secara sempurna. Dalam periode analisis ditetapkan harga sama dengan OA, tetapi harga yang pantas adalah OB.

Perusahaan sekarang memutuskan apakah membuat perubahan yang bermanfaat. Se jauh *private profit* diperhatikan, kerugian perusahaan sama dengan area FGH dengan tidak merendahkan harganya pada OB. Biaya ke masyarakat dengan tidak menyesuaikan harga adalah area DGHE (secara potensial lebih besar jumlahnya). Cukup mungkin bahkan untuk *adjustment costs* kecil (seperti biaya mencetak menu baru) lebih besar daripada area FGH tetapi lebih kecil daripada area DGHE. Jadi *social gains* dari *price adjustment* mungkin jauh melebihi *private gains*.



Grafik 2.6.
Menu Costs

Sumber: Scarth, 1996

Analisis ini menyatakan bahwa *Keynesian* mungkin tidak mengasumsikan *price adjustment costs* nominal yang besar untuk mempertahankan :

- 1.1. Harga mungkin *sticky*.
- 1.2. *Welfare losses* mengikuti harga yang *sticky* mungkin besar (minimal jika pengaruh ekspektasi keseimbangan umum diabaikan).
- 1.3. Kebijakan pemerintah dibenarkan ketika perusahaan individual menganggap hanya *private benefit* pada flkesibilitas harga.

New Keynesians menggunakan penjelasan mengapa harga menyesuaikan lambat adalah *menu costs*. Ini mengatakan bahwa alasan

perusahaan tidak mengubah harga mereka segera sebagai akibat biaya yang mereka harus tanggung, misal biaya membuat katalog baru daftar harga atau dianggap *menu costs*. Tidak hanya perusahaan yang membayar perubahan harga tetapi juga merupakan eksternalitas sepanjang perubahan harga (Mankiw, 1985). Perusahaan yang menetapkan barangnya lebih rendah harganya karena menurunnya dalam penawaran uang akan meningkatkan pendapatan riil konsumen terhadap produk tersebut. Ini membolehkan pembeli membeli lebih, yang tidak diperlukan dari perusahaan yang menurunkan harga mereka. Sehingga perusahaan tidak menerima keuntungan penuh dari penurunan harga mereka, insentif terhadap penyesuaian harga dalam respon terhadap kejadian makroekonomi dikurangi.

Selain harga bersifat *sticky*, ketidaksempurnaan pasar masuk dalam model *New Keynesian* dengan asumsi bahwa perusahaan bersifat *monopolistic competitors* (Blanchard & Kiyotaki, 1987). Kenyataannya, tanpa kekuatan monopoli maka tidak ada makna asumsi harga *sticky*, karena di bawah *perfect competition* suatu perusahaan dengan harga agak lebih tinggi dari yang lain akan tidak mampu menjual sesuatu dan suatu perusahaan dengan harga agak lebih rendah dari yang lain akan mampu menjual lebih banyak tetapi dapat mengurangi profitabilitas mereka. Oleh karena model *New Keynesian* mengasumsikan bahwa perusahaan menggunakan kekuatan pasar mereka untuk mempertahankan harga mereka di atas *marginal cost* sehingga seolah-olah mereka gagal menetapkan harga secara optimal ketika mereka tetap dapat keuntungan. Banyak studi makroekonomi yang mengestimasi tingkat *market power* perusahaan sehingga informasi dapat digunakan dalam membuat parameter model *New Keynesian* (Head, Kumar & Lapham, 2006; Chirinko & Fazzari, 2003).

2.1.3. Model Dynamic Stochastic General Equilibrium

Setelah dirintis oleh Mankiw dan Romer tentang unsur mikroekonomi untuk menghasilkan pengaruh makroekonomi *Keynesian*, maka ekonom mulai

menempatkan bagian ini secara bersama membangun model makroekonomi. Model ini menggambarkan keputusan rumah tangga (*household*), perusahaan (*firms*) persaingan secara monopolistik, pemerintah atau bank sentral dan kadang-kadang pelaku ekonomi ekonomi lain. Perusahaan monopolistik diasumsikan menghadapi tipe *price stickiness* sehingga setiap perusahaan setiap waktu menyesuaikan harga mereka, mereka harus sadar bahwa harga sepertinya masih tetap lebih lama daripada yang mereka inginkan. Banyak model mengasumsikan upah adalah *rigid*. Total output ditentukan oleh daya beli rumah tangga dan harga dari perusahaan. Ketika perilaku makroekonomi diturunkan dari interaksi keputusan semua pelaku ini, bergerak sepanjang waktu, dihadapkan dengan ketidakpastian tentang kondisi masa depan, model ini diklasifikasikan sebagai model *Dynamic Stochastic General Equilibrium* (DSGE). Parameter model umumnya diestimasi atau dipilih untuk membuat dinamik model yang mirip data aktual makroekonomi dari negara yang dikaji.

Ekonom *New Keynesian* sepenuhnya sependapat dengan ekonom *New Classical* bahwa dalam jangka panjang, perubahan dalam penawaran uang adalah netral (*money supply are neutral*). Karena harga adalah *sticky* dalam model *New Keynesian*, maka kenaikan dalam penawaran uang (atau sama dengan penurunan dalam tingkat bunga) akan meningkatkan output dan pengangguran turun dalam jangka pendek.

Namun demikian, ekonom *New Keynesian* tidak menganjurkan menggunakan kebijakan moneter yang ekspansif hanya untuk keuntungan jangka pendek dalam output dan kesempatan kerja, karena kalau hal ini dilakukan akan meningkatkan ekspektasi inflasi dan menimbun masalah. Sebaliknya, mereka menyarankan menggunakan kebijakan moneter untuk stabilisasi. Kenaikan penawaran uang secara tiba-tiba hanya menghasilkan *boom* ekonomi, ini merupakan ide buruk karena menghilangkan peningkatan ekspektasi inflasi, tidak akan mungkin tanpa menghasilkan resesi. Tetapi ketika perekonomian terserang oleh *unexpected external shock*, maka langkah yang tepat untuk mengimbangi pengaruh makroekonomi dari *shock* adalah dengan kebijakan moneter, terutama jika *unexpected shock* adalah satu (seperti

penurunan dalam keyakinan konsumen) yang cenderung baik output dan inflasi adalah rendah.

Studi kebijakan moneter optimal dalam model DSGE *New Keynesian* memfokuskan pada *interest rate rules* (khususnya *Taylor rules*), terutama bagaimana bank sentral seharusnya menyesuaikan tingkat bunga nominal dalam respon terhadap perubahan dalam inflasi dan output. Model DSGE *New Keynesian* menghasilkan stabilisasi inflasi yang baik karena mempertahankan inflasi yang stabil, berarti juga stabilisasi output dan kesempatan kerja untuk memaksimalkan tingkat keinginan. Hal ini disebut *divine coincidence* (Blanchard & Gali, 2005). Bagaimanapun, mereka juga menunjukkan model dengan lebih dari ketidaksempurnaan pasar (contoh, friksi dalam penyesuaian tingkat kesempatan kerja seperti *sticky prices*) adalah tidak melanggengkan *divine coincidence* dan termasuk *tradeoff* antara stabilisasi inflasi dan stabilisasi kesempatan kerja (Blanchard & Gali, 2006).

Model DSGE mempunyai beberapa kelebihan yang memberikan kerangka kerja yang koheren untuk analisis kebijakan, yaitu : (Tovar, 2008)

1. Model DGSE sudah menggunakan *microfoundation* dengan aspek ekspektasi untuk membangun *macroeconomic modelling* sehingga terbebas dari *Lucas Critique*.
2. DSGE mampu mengkaitkan mekanisme transmisi sektor dalam perekonomian.
3. Dengan teknik *Bayesian* maka dapat digunakan *prior information* yang berasal dari *expert judgment* dan penelitian sebelumnya yang mencerminkan kondisi riil perekonomian masing-masing negara.
4. Data dari *observable variable* dapat dilakukan *filtered data*, misal menggunakan *Hodrick-Prescott filter* untuk membersihkan data yang *outliers* atau *structural break*.

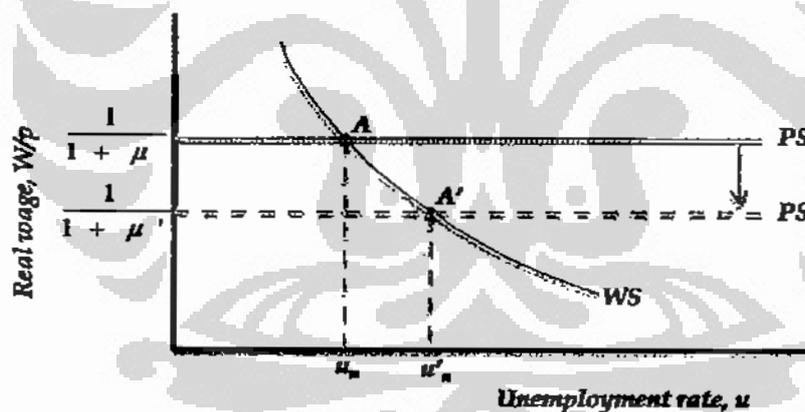
2.1.4. Aggregate Supply dan Aggregate Demand

2.1.4.1. Agregat Supply

Berdasarkan asumsi bahwa output diproduksi menggunakan tenaga kerja dan input lain (minyak) menyebabkan implikasi untuk hubungan antara harga

minyak terhadap harga barang dan harga barang terhadap upah. Jika ada kenaikan harga minyak melalui peningkatan dalam μ (*markup* harga) maka meningkat pula *non-labor costs* dan berakibat perusahaan meningkatkan harga barang.

Grafik 2.7 merupakan karakteristik keseimbangan pasar kerja. Kurva Penetapan Upah (WS) adalah *downward sloping*. Penetapan harga (PS) dinyatakan sebagai garis horisontal pada $W/P = 1/(1 + \mu)$. Keseimbangan awal pada titik A dan tingkat pengangguran (*unemployment rate*) awal adalah u_n . Meningkatnya dalam *markup* menyebabkan garis penetapan harga bergeser ke bawah yaitu dari PS menjadi PS'. Semakin tinggi *markup* maka semakin rendah upah riil (W/P), sehingga keseimbangan bergerak dari A ke A'. Semakin rendah upah riil maka tingkat pengangguran semakin tinggi. Meningkatnya dalam tingkat pengangguran (*unemployment rate*) menyatakan penurunan dalam tingkat *employment*. Jika diasumsikan bahwa hubungan antara *employment* dan output tidak berubah (dimana setiap unit output membutuhkan satu pekerja dan minyak), kemudian penurunan dalam tingkat *employment* menyebabkan penurunan dalam tingkat output.



Grafik 2.7.
Tingkat Pengangguran

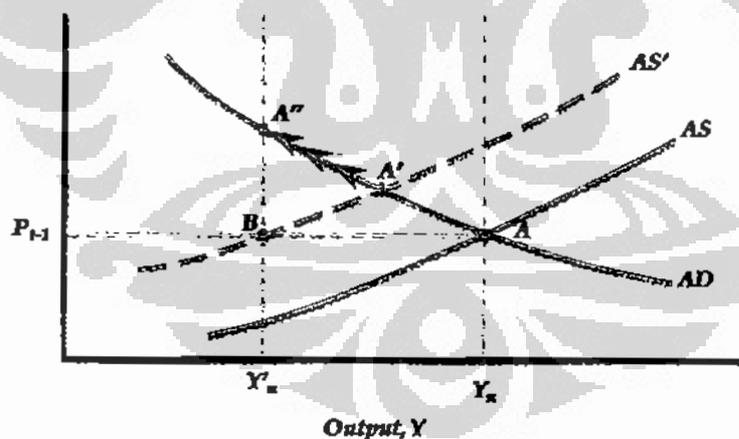
Sumber: Blanchard, 1997

Sebelum kenaikan harga minyak, perekonomian berada pada titik A (Grafik 2.8) dengan tingkat output sebesar Y_n dan tingkat harga (dimana $P_t = P_{t-1}$). Pada penjelasan sebelumnya, dinyatakan bahwa kenaikan harga minyak berakibat penurunan tingkat output dari Y_n ke Y'_n . Sekarang ingin diketahui apa yang terjadi dalam jangka pendek dan bagaimana perekonomian bergerak dari Y_n ke Y'_n .

Penawaran agregat dinyatakan sebagai berikut:

$$P_t = P_{t-1}(1 + \mu)F\left(1 - \frac{Y_t}{L}, z\right)$$

Peningkatan *markup* menyebabkan kenaikan dalam harga. Dalam jangka pendek kurva penawaran (AS) bergeser ke atas yaitu dari AS ke AS'. Kurva penawaran selalu berada pada suatu titik seperti output pada tingkat *natural* dan harga samadengan harga yang diharapkan oleh pembentuk upah. Sebelum kenaikan harga minyak, kurva penawaran agregat berada pada titik A dimana output samadengan Y_n dan harga samadengan P_{t-1} (diasumsikan ekspektasi harga yaitu $P_t^e = P_{t-1}$). Setelah kenaikan harga minyak, kurva penawaran agregat baru berada pada titik B, dimana output samadengan output baru yang lebih rendah yaitu Y_n' dan harga samadengan P_{t-1} . Sehingga, kurva penawaran agregat bergeser dari AS ke AS'. Jika diasumsikan kurva permintaan agregat tidak berubah, maka dalam jangka pendek perekonomian bergerak dari A ke A'. Sehingga jika terjadi *supply shock* (dalam kasus ini terjadi kenaikan harga minyak) menyebabkan penurunan output dan kenaikan harga.



Grafik 2.8.

Pengaruh Dinamis Peningkatan Harga Minyak

Sumber: Blanchard, 1997

Pendekatan lain untuk melihat pengaruh harga komoditi primer dunia (*raw material*) seperti minyak, dapat dianalisis dengan menggunakan struktur *small open economy model* dimana impor adalah produk antara (Scarth, 1996). Jika

impor merupakan komoditi primer (*raw materials* seperti minyak), sangat beralasan untuk mengasumsikan bahwa impor tersebut dikombinasikan dengan nilai tambah domestik (*domestic value-added*), V , dalam proporsi tetap. Asumsi bahwa satu unit *raw materials* dan *domestic value added* diperlukan untuk setiap unit *final output*, Y , dimana $Y = \min(V, IM)$.

Menggunakan asumsi fungsi produksi standar *neoclassical* untuk *value-added operation*, dan untuk penyederhanaan mengabaikan modal fisik : $V = F(N)$. Lebih jauh, diasumsikan bahwa *firm* tidak menggunakan input yang tidak mereka gunakan. Kemudian menghasilkan hubungan produksi sebagai $Y = V = IM = F(N)$ dan semua barang impor adalah barang antara, $P^d = P$ (harga barang-barang yang diproduksi di dalam negeri dan *cost of living* secara umum adalah sama). Dengan menurunkan *revised labor demand function*, diasumsikan *firm* memaksimalkan profit:

$$PY - WN - EP^m IM = PF(N) - WN - EP^m F(N)$$

Dengan melakukan derivasi terhadap *employment*, N sama dengan nol dan menghasilkan persamaan 2.5. *Full revised model* mengikuti 5 persamaan berikut:

$$Y = C(Y^d) + I(r^f) + G + X\left(\frac{EP^x}{P}\right); \quad (2.1)$$

$$Y^d = \left(1 - \frac{EP^m}{P}\right)Y; \quad (2.2)$$

$$\frac{M}{P} = L(Y, r^f); \quad (2.3)$$

$$\dot{Y} = F(N) \quad (2.4)$$

$$\bar{W} = (P - EP^m)F_N \quad (2.5)$$

Pendapatan nasional, Y^d , yang merupakan bagian produk domestik (Y) yang dibayarkan kepada pihak luar negeri untuk input antara. Sementara itu, perusahaan domestik hanya menerima bagian $(1 - EP^m/P)$ dari *marginal physical product of labor*, sehingga disamakan dengan upah riil untuk maksimisasi keuntungan. Dengan mengasumsikan *perfect capital mobility* dan *static exchange-rate expectations* (dimana $r = r^f$). Menggunakan model Mundell/Fleming, dengan asumsi *rigid money wage*, *marginal physical product of labor* konstan dan *initial value* dari harga nominal, maka persamaan 2.5 dapat diganti dengan

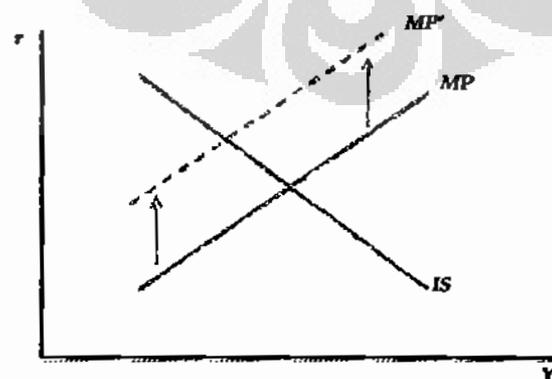
$$dP = dE + EdP^m \quad (2.5a)$$

Dengan menggunakan persamaan 2.5a maka dapat dilihat peningkatan harga internasional dari input antara, P^m menghasilkan $dP/dP^m > 0$ dan $dY/dP^m < 0$. Biaya perusahaan meningkat dengan adanya gangguan ini sehingga kurva penawaran agregat bergeser ke atas.

2.1.4.2. Agregat Demand

Untuk melihat berbagai faktor yang menyebabkan perubahan *aggregate demand* dan pada akhirnya menyebabkan perubahan terhadap pertumbuhan ekonomi jangka pendek, biasanya didekati dengan model IS-LM. Kurva IS menggambarkan hubungan antara tingkat bunga dengan kondisi pasar barang dan jasa, sedangkan kurva LM melihat hubungan tingkat bunga dengan kondisi pasar uang. *Equilibrium* dari kedua kurva ini akan menentukan kurva permintaan agregat. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perubahan kurva permintaan agregat adalah inflasi.

Pengaruh negatif inflasi terhadap perekonomian sudah sangat jelas, karena kenaikan inflasi menyebabkan menurunnya daya beli masyarakat (upah riil menurun) sehingga mendorong penurunan permintaan agregat. Dalam model IS-LM, kenaikan inflasi akan menyebabkan turunnya *real money balance*, M/P sehingga menggeser kurva LM ke atas (Grafik 2.9). Hal ini mengakibatkan kenaikan tingkat bunga keseimbangan dan turunnya output. Setiap pergeseran kurva IS dan LM akan menyebabkan pergeseran kurva *aggregate demand*.



Grafik 2.9.
Pengaruh Kenaikan Inflasi
Sumber : Romer, 2006

2.2. Penelitian Sebelumnya

2.2.1. Hubungan Harga Minyak dan GDP

Ketika perekonomian dalam kajian *small open economies* yang tidak memproduksi (melakukan impor) minyak, dengan mempertimbangkan harga minyak secara eksogen ini terlihat menjadi hipotesis yang lebih rasional. Dalam berbagai studi empiris, harga minyak diperkenalkan sebagai variabel eksogen dalam regresi terhadap GDP.

Eksogenitas harga minyak (*oil price exogeneity*) diteliti dalam studi empiris oleh Jiménez-Rodríguez dan Sanchez (2004) di berbagai negara OECD. Hipotesis eksogenitas ini (di negara OECD) lebih rasional ketika periode tahun 1970-an harga nominal dipengaruhi oleh OPEC dan variasinya yang besar seringkali bersifat simultan terhadap konflik militer lokal (Barbanchon, 2007).

Peningkatan harga minyak memiliki pengaruh negatif terhadap GDP Amerika Serikat (Rotemberg & Woodford, 1996) dan pertumbuhan GDP Amerika Serikat (Hamilton, 2005). Hubungan itu terlihat *robust* terhadap spesifikasi regresi yang berbeda dan diberbagai negara ketika diestimasi pada periode sebelum hingga pertengahan tahun 1980-an.

Dengan mempelajari dampak peningkatan permanen harga minyak nominal pada GDP Perancis, Barlet dan Crusson menemukan *structural break* signifikan pada tahun 1983 (Barbanchon, 2007). Sebelum tahun 1983, peningkatan 100% dalam harga minyak nominal menyebabkan penurunan 5% dalam tingkat GDP pada jangka panjang. Setelah tahun 1983, tidak ada hubungan signifikan antara harga minyak dan GDP.

Selanjutnya dilakukan penelitian empiris untuk mempertimbangkan representasi asimetris atau *non-linear* dari hubungan harga minyak dengan GDP (Barbanchon, 2007). Terhadap sifat *non-linear* hubungan harga minyak dengan GDP dapat dilihat bahwa *shock* yang terjadi dari pertengahan tahun 1980-an hingga 2002 telah memiliki banyak jarak dan persisten yang lebih rendah daripada dalam periode 1971-1985. Intinya, *shock* besar sangat berpengaruh. Gambaran lain dari evolusi harga minyak adalah ketiadaan quasi dari penurunan harga minyak dari tahun 1971 hingga awal tahun 1980an,

sebaliknya dari tahun 1985-2002 ada sejumlah periode dimana harga minyak menurun. Dengan demikian, jika hubungan harga minyak dan GDP adalah asimetris, maka merupakan sesuatu yang alami tidak menemukan hubungan signifikan periode di awal tahun 80-an.

Ada beberapa hal yang menjadikan mekanisme ekonomi mendasari hubungan harga minyak dan GDP non linear, yaitu ketidaklinearan dalam preferensi itu sendiri dan eksistensi efek ambang batas (*threshold effects*) misalnya, perusahaan dengan kendala *fixed cost* akan tetap menguntungkan hingga tingkat harga minyak tertentu. Jika heterogenitas dalam perusahaan tidak terdistribusi merata maka efek keseluruhan non-linear akan terjadi.

Kondisi ekonomi yang menjelaskan perbedaan antara efek peningkatan atau penurunan harga minyak (asimetris). Perbedaan ini berasal dari *adjustment costs* yang besar (biaya re-alokasi antara modal dan tenaga kerja) atau mengarah kepada rigiditas atas harga atau upah.

Bagaimana jika harga dan upah bereaksi terhadap *shock* harga minyak. Ketika harga minyak naik, maka para produsen menerjemahkan kenaikan biaya pada harga mereka. *First round effect* adalah menaikkan inflasi. Tergantung dari mekanisme penetapan upah, jika kenaikan dalam harga konsumen itu mengarah kepada klaim upah lebih tinggi maka biaya perusahaan meningkat lagi dan harga dievaluasi kembali, yang mempengaruhi inflasi pada *second round*. Kejadian spiral inflasi atau tidak tergantung dari kebijakan moneter dilakukan dan khususnya pada kredibilitas.

2.2.2. Model Makroekonomi DSGE dengan Produk Minyak

2.2.2.1. Persaingan Sempurna atau Monopolistik

Mengkaitkan produk minyak dalam model DSGE maka tidak mungkin menganalisis resesi tahun 1970-an hanya dengan mempertimbangkan saluran fungsi produksi agregat dalam persaingan sempurna (*perfect competition*). Dimana *shock* harga minyak dipertimbangkan sebagai peningkatan eksogen dalam harga minyak atau sebagai *exogenous break* dalam penawaran, sehingga tidak tepat mengestimasi pengaruh harga minyak terhadap GDP hanya dengan *share* pengeluaran produk minyak dalam GDP, dikalikan dengan peningkatan

harga relatif. Seperti ditunjukkan dalam studi empiris pada data Amerika Serikat bahwa resesi yang dipicu oleh peningkatan harga minyak lebih dalam daripada *share* pengeluaran minyak dalam nilai tambah.

Setelah Kim dan Lougani (1992) yang tidak memperhitungkan kondisi ini maka Rotemberg dan Woodford (1996) mengajukan model persaingan monopolistik. Dengan memperkenalkan persaingan monopolistik akan memperbesar efek *shock* minyak pada nilai tambah riil. Kenyataannya, persaingan monopolistik meliputi kurva permintaan tenaga kerja (yang juga menjelaskan turunnya upah riil). Rotemberg dan Woodford (1996) menggunakan fungsi produksi *Capital-Labor-Energy-Materials* yang mana konsumsi minyak dan barang-barang antara (*intermediate goods*) dikombinasikan dengan CES. Perusahaan-perusahaan yang bersaing pada pasar monopolistik menerapkan *mark-up* pada biaya mereka. *Mark-up* ini tidak terikat sebagai hal yang konstan, dimana *mark-up* tersebut beragam mengikuti siklus ekonomi. *Mark-up* tersebut berasal dari *trade-off* antara pengambilan keuntungan konsumen biasa yang memiliki elastisitas permintaan rendah dan memperoleh keuntungan yang baru, yang memiliki elastisitas permintaan tinggi. Ketika siklus ekonomi rendah maka perusahaan cenderung memperbesar basis konsumen mereka sehingga mengurangi *mark-up*. *Mark-up* tersebut bersifat *procyclical*. *Mark-up* tersebut dapat diterjemahkan sebagai hasil interaksi strategis antara perusahaan monopolistik. *Mark-up* tersebut ditetapkan pada suatu cara dimana perusahaan tidak memiliki dorongan untuk menyimpang misalnya menetapkan harga lebih rendah daripada pesaingnya. Dengan melakukan penyimpangan, suatu perusahaan menarik permintaan kontemporer secara menyeluruh tetapi tidak memiliki keuntungan di masa yang akan datang. Ketika prospek ekonomi rendah maka nilai relatif untuk tetap bekerjasama di masa depan atas penyimpangan pembayaran akan meningkat dan ekuilibrium dalam mempertahankan peningkatan yang lebih tinggi.

Finn (2000) meletakkan dalam perspektif kesimpulan Rotemberg dan Woodford (1996) dimana persaingan monopolistik adalah suatu struktur yang dibutuhkan guna menjelaskan efek ekonomi atas *shock* minyak. Finn

memperkenalkan minyak dalam fungsi produksi modelnya melalui tingkat pemanfaatan modal (*capital utilization*). Lebih lanjut, dalam model ini, tingkat pemanfaatan modal juga menentukan intensitas energi (rasio minyak atas modal). Tingkat pemanfaatan tetap sehingga *marginal productivity of capital* sama dengan jumlah biaya pemanfaatan dalam energi dan depresiasi marjinal dalam modal. Dengan demikian, peningkatan harga minyak memperkenalkan penurunan dalam tingkat pemanfaatan, yang menegaskan efek pendapatan negatif langsung.

2.2.2.2. Respon Kebijakan Moneter Terhadap Shock Harga Minyak

Kesulitan menghasilkan respon secara kuantitatif yang memuaskan menuntun sejumlah analis mempertanyakan relevansi dampak riil yang signifikan dari harga minyak atas kegiatan ekonomi. Bernanke et.al (1997) mengamati bahwa tahun 1970-an, resesi Amerika Serikat didahului baik oleh *shock* harga minyak dan pengetatan moneter. Hal ini mempersulit pengamatan kedua efek secara empiris. Dengan menggunakan model VAR guna mengevaluasi dampak *shock* harga minyak, maka Bernanke et.al (1997) menyimpulkan bahwa kebijakan moneter adalah sebab utama resesi tahun 1970-an.

Strategi empiris studi dari Bernanke et.al (1997) dikritisi oleh Hamilton dan Herrera (2004). Leduc dan Sill (2004) dengan menggunakan model DSGE menyampaikan relatif pentingnya kebijakan moneter dalam resesi Amerika Serikat. Leduc dan Sill (2004) menemukan bahwa kurang dari setengah resesi AS selama tahun 1970-an adalah karena kebijakan moneter yang tidak jelas. Sedangkan Carlstrom dan Fuerst (2005) dengan eksperimen kontrafaktual dalam kerangka kerja DSGE menunjukkan bahwa *Lucas critique* secara serius memperlemah hasil empiris dominasi pengetatan moneter secara utuh memundurkan konsekuensi resesi atas *shock* harga minyak.

Saluran kebijakan moneter, kemudian dapat dipertimbangkan sebagai mekanisme signifikan dalam efek *shock* harga minyak. Hal ini mengarah kepada sejumlah studi yang mencoba menggambarkan suatu kebijakan

moneter optimal. Pada studi De Fiore, Lombardo dan Stebunovs (2006), dinyatakan bahwa tingkat bunga optimal harus lambat, dan bereaksi secara kuat dan secara positif terhadap inflasi dan deviasi output dari tingkat *steady state* non-stokastik.

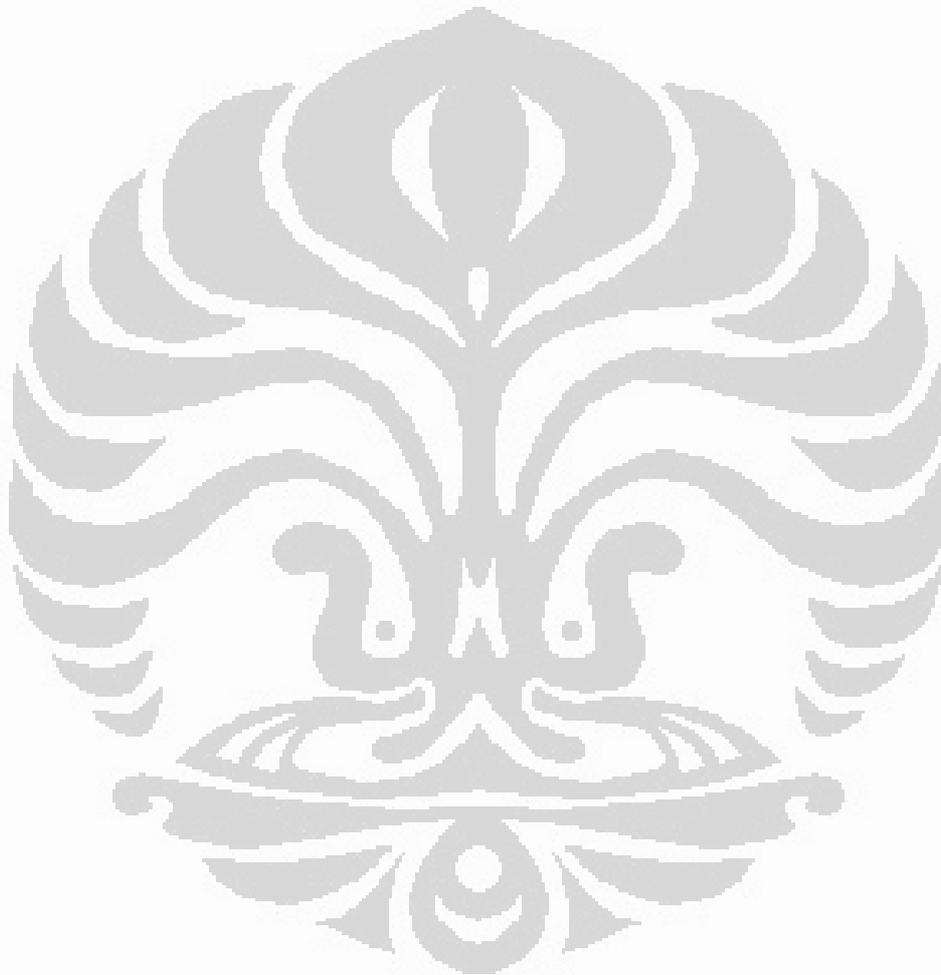
2.2.3. Struktur Model DSGE Pemandang di Indonesia

Struktur model DSGE memandang yang dibahas dalam sub-bab ini merupakan struktur *General Equilibrium Model of Bank Indonesia* (GEMBI). Penggunaan DSGE untuk perekonomian Indonesia, baru dilakukan oleh Bank Indonesia dalam GEMBI. GEMBI 2000 adalah DSGE yang pertama kali dikembangkan dan terus mengalami penyempurnaan dalam struktur model dan penggunaan program solusinya. Pengembangan selanjutnya adalah GEMBI 2002, GEMBI 2003, GEMBI 2004, GEMBI 2005 dan GEMBI 2006.

Struktur GEMBI 2006 terdiri dari 6 agen ekonomi yang saling berinteraksi satu sama lain, yaitu rumah tangga, perusahaan, bank, bank sentral, pemerintah dan *foreign/ rest of the world*. Untuk blok rumah tangga dipisahkan menjadi rumah tangga pemilik modal (rumah tangga kapitalis) dan rumah tangga pemilik tenaga kerja (rumah tangga non-kapitalis). Blok perusahaan memproduksi dan menjual empat jenis produk yaitu barang konsumsi untuk rumah tangga, barang investasi, barang pemerintah dan barang ekspor. Salah satu hal yang baru dalam GEMBI 2006 adalah pendekatan tahapan produksi barang jadi yaitu tahapan barang *intermediate* yang terdiri dari barang *intermediate* domestik dan barang *intermediate* impor beserta penetapan harganya. Blok Perbankan dimasukkan dengan pertimbangan bahwa sumber utama pembiayaan pembangunan ekonomi di Indonesia dari sektor keuangan sebagian besar berasal dari pemberian kredit perbankan dibandingkan dari pasar modal. Blok Bank Sentral sebagai otoritas moneter mempunyai fungsi tujuan memaksimalkan kesejahteraan masyarakat dengan menetapkan nominal suku bunga jangka pendek ala *Taylor rule* sebagai respon terhadap deviasi inflasi dari targetnya dan deviasi output dari potensialnya. Blok Pemerintah sebagai otoritas fiskal mempunyai fungsi memaksimalkan kesejahteraan masyarakat dengan memperhatikan target *debt to GDP ratio*,

sehingga pengeluaran pemerintah harus sejalan dengan target ratio tersebut. Dan Blok Luar Negeri untuk menangkap pengaruh faktor eksternal terhadap dinamika perekonomian domestik

Namun dalam penyusunan GEMBI dalam berbagai versi pengembangan tidak memasukkan secara eksplisit variabel minyak dalam bundel konsumsi rumah tangga dan sebagai faktor produksi perusahaan. Untuk simulasi *impulse response* dalam GEMBI 2006 dilakukan *shock* salah satunya dengan harga minyak.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Spesifikasi Model

Model *Dynamic Stochastic General Equilibrium* (DSGE) ini merupakan model yang *micro-founded* dalam *New Keynesian tradition*. Model ini menangkap perilaku pelaku ekonomi yang mempunyai ekspektasi terhadap setiap perubahan sehingga tidak mengandung *Lucas Critique*.

Penetapan harga dan upah mengikuti rigiditas nominal ala Calvo, demikian juga dalam perekonomian ada indeksasi harga dan upah. Rigiditas harga dan upah digunakan untuk meningkatkan realitas model dan menyatakan secara tidak langsung *tradeoff* yang kuat antara inflasi dan output. Selanjutnya dinyatakan bahwa perekonomian domestik merupakan *small open economy* sehingga diasumsikan harga minyak internasional tidak dipengaruhi oleh keputusan pelaku ekonomi domestik.

Rumah tangga domestik mengkonsumsi barang-barang yang diproduksi di dalam negeri, barang-barang dari luar negeri (barang impor) dan bahan bakar (minyak). Ketiga jenis barang ini adalah *imperfect substitutes* dalam bundel konsumsi rumah tangga dan diasumsikan bahwa konsumsi menunjukkan *habit formation*. Rumah tangga menawarkan tenaga kerja dan menerima upah. Setiap rumah tangga mempunyai kekuatan *monopolistic* untuk tiap tenaga kerja terdiferensiasi yang ditawarkan.

Perusahaan domestik memproduksi barang-barang dalam negeri yang terdiferensiasi. Perusahaan mempunyai kekuatan *monopolistic* atas barang-barang yang diproduksinya. Diasumsikan perusahaan hanya menggunakan tenaga kerja dan minyak sebagai input variabel dalam produksi. Barang-barang yang diproduksi di dalam negeri sebagian untuk memenuhi konsumsi domestik dan sebagian di ekspor.

Kebijakan moneter dimodelkan sebagai *Taylor-type rule* yang memasukkan kelembaman tingkat bunga. Tingkat bunga merespon perubahan yang terjadi pada inflasi dan output.

Spesifikasi model DSGE dalam disertasi ini menggunakan kerangka model yang dikembangkan oleh Medina dan Soto (2005) dan struktur model secara lengkap dijelaskan sebagai berikut:

3.1.1. Rumah Tangga

Perekonomian domestik terdiri dari suatu kontinum rumah tangga yang diberi indeks dengan $j \in [0,1]$, nilai saat ini yang diharapkan (*expected present value*) atas utilitas rumah tangga j diberikan dengan:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\log(C_t(j) - h(1 + g_y)C_{t-1}) + \frac{a}{\mu} \left(\frac{M_t(j)}{P_t} \right)^\mu - \frac{\zeta_t}{1 + \sigma_L} l_t(j)^{1 + \sigma_L} \right] \quad (3.1)$$

Dimana $l_t(j)$ adalah *labor effort*, $C_t(j)$ adalah konsumsi total, dan $M_t(j)$ adalah keseimbangan (uang) nominal total yang dipegang diawal periode t . Parameter σ_L adalah *inverse* elastisitas penawaran tenaga kerja terkait dengan upah riil. ζ_t adalah *preference shock* yang menggeser penawaran tenaga kerja. Preferensi yang menunjukkan *habit formation* dalam konsumsi yang ditentukan oleh parameter h . Bundel konsumsi rumah tangga (*consumption bundle of household*) j diberikan dengan:

$$C_t(j) = \left[\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1 - \delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (3.2)$$

Dimana $O_{C,t}$ mempresentasikan konsumsi bahan bakar (minyak), dan Z_t adalah bundel konsumsi non-bahan bakar (konsumsi inti). Komposisi konsumsi inti ini diberikan dengan:

$$Z_t(j) = Z_t(j) = \left[(1 - \gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (3.3)$$

Dimana C_H mempresentasikan bundel barang-barang yang diproduksi secara domestik (barang-barang dalam negeri), dan C_F berkaitan dengan bundel barang-barang impor (barang-barang luar negeri).

Parameter η adalah elastisitas substitusi antara minyak dan konsumsi inti, dan parameter θ adalah elastisitas intratemporal substitusi antara barang dalam

negeri dan luar negeri. Untuk setiap tingkat konsumsi, setiap rumah tangga membeli gabungan barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri serta minyak untuk meminimumkan biaya total bundel konsumsi. Karena itu, setiap rumah tangga meminimumkan $P_{O,t}O_{C,t}(j) + P_{Z,t}Z_t(j)$, dengan kendala persamaan (3.2), dimana $P_{O,t}$ dan $P_{Z,t}$ adalah harga minyak dan deflator konsumsi inti. Konsumsi minyak dan konsumsi inti diberikan dengan (pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 1: Optimisasi Rumah Tangga - Minyak dan Non Minyak):

$$Z_t(j) = (1 - \delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{-n} C_t(j), \quad O_{C,t}(j) = \delta \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{-n} C_t(j) \quad (3.4)$$

Hal yang sama, setiap rumah tangga menentukan komposisi optimal dari konsumsi inti dengan meminimumkan biaya bundel konsumsi inti. $P_{H,t}C_{H,t}(j) + P_{F,t}C_{F,t}(j)$, dengan kendala persamaan (3.3). Fungsi permintaan untuk barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri diberikan dengan (pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 2: Optimisasi Rumah Tangga - Non Minyak untuk Barang Dalam dan Luar Negeri):

$$C_{H,t}(j) = \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t(j), \quad C_{F,t}(j) = (1 - \gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t(j) \quad (3.5)$$

Indeks harga konsumsi (IHK) dinyatakan dengan P_t , dan indeks harga konsumsi inti dinyatakan dengan P_Z (P_t dengan mengeluarkan harga minyak), diberikan dengan:

$$P_t = \left[\delta P_{O,t}^{1-n} + (1 - \delta) P_{Z,t}^{1-n} \right]^{\frac{1}{1-n}} \quad \text{dan} \quad P_{Z,t} = \left[\gamma P_{H,t}^{1-\theta} + (1 - \gamma) P_{F,t}^{1-\theta} \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (3.6)$$

Rumah tangga domestik memiliki akses terhadap tiga jenis asset yang berbeda: uang $M_t(j)$, satu periode obligasi luar negeri non-kontinjen $B_t^*(j)$ dan satu periode obligasi domestik kontinjen $D_{t+1}(j)$ yang membayar satu unit mata uang domestik dalam keadaan tertentu. Tidak ada biaya penyesuaian (*no adjustment*) dalam komposisi portofolio. Namun demikian, setiap waktu, rumah tangga domestik yang meminjam dari luar negeri harus membayar premi atas harga obligasi eksternal internasional. Premi ini diperkenalkan dalam model guna memperoleh *steady state* untuk perekonomian.

$$E_t [Q_{t,t+1} D_{t+1}(j)] + \frac{\varepsilon_t B_t^*(j)}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} + M_t(j) =$$

$$D_t(j) + \varepsilon_t B_{t-1}^*(j) + M_{t-1}(j) + W_t(j) l_t(j) + \Pi_t(j) + T_t(j) - P_t C_t(j) \quad (3.7)$$

Dimana i_t^* adalah tingkat bunga obligasi internasional dalam pasar internasional, $\Pi_t(j)$ adalah keuntungan yang diterima dari perusahaan domestik, ε_t adalah kurs nominal, $W_t(j)$ adalah upah nominal yang ditetapkan oleh rumah tangga j , $T_t(j)$

adalah transfer *lump sum* neto per kapita dari pemerintah. Bentuk $\left[\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \right]$

terkait dengan premi rumah tangga domestik yang harus membayar setiap kali mereka meminjam dari luar negeri, dimana $B_t^* = \int_0^1 B_t^*(j) dj$ adalah posisi keseluruhan aset luar negeri neto dalam perekonomian dan $P_{X,t} X_t$ adalah nilai ekspor nominal. Variabel $Q_{t,t+1}$ adalah periode t harga obligasi domestik kontinjen yang dinormalisasikan dengan probabilitas terjadinya keadaan. Dengan mengasumsikan eksistensi secara penuh obligasi kontinjen untuk menjamin bahwa konsumsi semua rumah tangga adalah sama, tidak tergantung dari pendapatan tenaga kerja (*labor income*) yang mereka terima setiap periode.

Karena premi tergantung dari keseluruhan posisi aset luar negeri neto pada perekonomian, maka rumah tangga mengambil $\theta(\cdot)$ seperti diberikan ketika memutuskan portofolio optimal mereka. Dengan kata lain, rumah tangga tidak menginternalisasikan efek atas premi perubahan posisi aset luar negeri mereka sendiri. Dalam *steady state* $\theta(\cdot)$ diberikan parameter sehingga:

$$\Theta \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) = \bar{\Theta} \quad \text{dan} \quad \frac{\Theta' \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) \varepsilon B^*}{\Theta \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) P_X X} = \varphi$$

Di sini B^* berkaitan dengan *steady state* posisi aset luar negeri neto, sementara $P_X X$ adalah *steady state* nilai ekspor. Ketika negara sebagai suatu keseluruhan adalah debitor neto, φ berkaitan dengan elastisitas penawaran dana internasional mempunyai slope naik ke kanan atas (*upward slopping*).

3.1.1.1. Keputusan Konsumsi dan Menabung

Rumah tangga memilih konsumsi dan komposisi portofolionya dengan memaksimalkan persamaan (3.1) dengan kendala persamaan (3.7). Karena diasumsikan bahwa eksistensi rangkaian klaim kontinjen lengkap, konsumsi tersebut disamakan pada semua rumah tangga. Oleh karena itu, berikut ini memungkinkan indeks j dari konsumsi.

Menggabungkan *first order conditions* pada klaim kontinjen berbeda atas semua keadaan yang memungkinkan, maka diperoleh persamaan Euler berikut ini (pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 3: Optimisasi Rumah Tangga - Keputusan Konsumsi Dan Menabung):

$$E_t \left[\beta(1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right] = 1 \quad (3.8)$$

Dimana dalam ekuilibrium, harus ada $1+i_t = 1/E_t[Q_{t,t+1}]$

First order conditions terkait dengan obligasi luar negeri mengimplikasikan ekspresi berikut ini:

$$E_t \left[\beta(1+i_t^*) \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \left(\frac{\varepsilon_{t+1} P_t}{\varepsilon_t P_{t+1}} \right) \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right] = 1 \quad (3.9)$$

Dengan mengkombinasikan dua ekspresi di atas, diperoleh suatu ekspresi untuk kondisi *uncovered interest parity* (UIP).

3.1.1.2. Keputusan Penawaran Tenaga Kerja dan Penetapan Upah

Setiap rumah tangga j bersifat penyedia tenaga kerja terdiferensiasi bersifat monopolistik. Adanya permintaan tenaga kerja yang bersaing secara sempurna yang menyewa tenaga kerja dari setiap rumah tangga dan memadukannya menjadi unit tenaga kerja menyeluruh, I_t , yakni kemudian digunakan oleh produsen barang menengah. Unit tenaga kerja ditentukan sebagai:

$$I_t = \left(\int_0^1 I_t(j)^{\frac{\varepsilon_L-1}{\varepsilon_L}} dj \right)^{\frac{\varepsilon_L}{\varepsilon_L-1}} \quad (3.10)$$

Komposisi optimal unit tenaga kerja ini diperoleh dengan meminimumkan biayanya, dengan diberikan upah berbeda menurut rumah tangga yang berbeda.

Khususnya, permintaan untuk unit tenaga kerja diberikan oleh rumah tangga j adalah:

$$l_t(j) = \left(\frac{W_t(j)}{W_t} \right)^{-\epsilon_L} l_t, \quad (3.11)$$

Dimana $W_t(j)$ adalah tingkat upah yang ditetapkan oleh rumah tangga j dan W_t adalah indeks upah keseluruhan yang ditentukan sebagai :

$$W_t = \left(\int_0^1 W_t(j)^{1-\epsilon_L} dj \right)^{\frac{1}{1-\epsilon_L}} \quad (3.12)$$

Dengan Erceg et al. (2000), diasumsikan bahwa penetapan upah mengikuti rigiditas nominal ala Calvo (1983). Pada setiap periode, setiap tipe rumah tangga menghadapi probabilitas konstan $(1-\theta_L)$ untuk mampu mengoptimalkan ulang upah nominalnya. Diasumsikan terdapat *updating rule* untuk semua rumah tangga yang tidak dapat mengoptimalkan upah mereka. Khususnya, jika sebuah rumah tangga tidak mengoptimalkan kembali selama periode i antara t dan $t+i$, maka upahnya pada waktu $t+i$ diberikan oleh:

$$W_{t+i}(j) = \Gamma_{W,t}^i W_t(j) \quad (3.13)$$

Dimana $\Gamma_{W,t}^i$ menjelaskan suatu aturan penyesuaian (*adjustment rule*) untuk upah, yang ditentukan sebagai :

$$\Gamma_{W,t}^i = \prod_{j=1}^i \left(1 + \pi_{t+j-1} \right)^{\epsilon_L} \left(1 + \pi_{t+j} \right)^{1-\epsilon_L} (1 + g_y)$$

Aturan penyesuaian pasif ini mengimplikasikan bahwa pekerja yang tidak dapat secara optimal mengatur upah dan *update* dengan mempertimbangkan rata-rata terbobot geometris inflasi (IHK) masa lalu dan target inflasi yang ditetapkan oleh otoritas $\bar{\pi}_t$. Bentuk $(1+g_y)$ dimasukkan dalam ekspresi di atas guna menghindari dispersi upah riil yang besar sepanjang *steady state growth path*. Jika sebuah rumah tangga telah memutuskan pada suatu upah, maka ia harus menawarkan sejumlah tenaga kerja yang diminta pada upah tersebut.

Rumah tangga tertentu j yang mampu mengoptimalkan kembali upahnya pada t memecahkan masalah berikut ini:

$$\max_{W_t(j)} E_t \left\{ \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \Lambda_{t,t+i} \left(\frac{W_t(j) \Gamma_{W,t}^i}{P_{t+i}} - \zeta_t (l_{t+i}(j))^{\sigma_t} (C_{t+i} - h(1+g_y)C_{t+i-1}) \right) l_{t+i}(j) \right\}$$

Dengan kendala permintaan tenaga kerja pada persamaan (3.11) dan *updating rule* untuk upah nominal pada persamaan (3.13) maka hasilnya dapat diperoleh (pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 4 Optimisasi Rumah Tangga - Keputusan Penawaran Tenaga Kerja Dan Penetapan Upah). Variabel $\Lambda_{t,t+i}$ adalah *discount factor* yang relevan antara periode t dan $t+i$, dan

$$\text{diberikan dengan } \Lambda_{t,t+i} = \beta^i \frac{C_t - (1+g_y)hC_{t-1}}{C_{t+i} - (1+g_y)hC_{t+i-1}}$$

3.1.2. Produksi Domestik

Produksi sektor barang dalam negeri dikarakteristikan dengan perusahaan yang bertindak sebagai sebuah monopoli dalam produksi satu jenis barang. Setiap perusahaan memaksimalkan keuntungan dengan memilih harga dengan kendala permintaan terkait dan teknologi yang tersedia:

$$Y_{H,t}(z_H) = A_{H,t} \left[(1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \right]^{\frac{\omega}{\omega-1}} \quad (3.14)$$

Dimana $Y_{H,t}(z_H)$ mewakili kuantitas barang tertentu z_H , $L_{H,t}(z_H)$ adalah input tenaga kerja yang digunakan, dan $O_{H,t}(z_H)$ adalah minyak yang digunakan dalam produksi barang tersebut.

Variabel $A_{H,t}$ mewakili suatu *shock* produktifitas dalam sektor barang dalam negeri yang merupakan hal umum untuk semua perusahaan. Parameter ω menentukan elastisitas substitusi antara minyak dan tenaga kerja dalam produksi. Nilai parameter ini adalah kunci untuk menentukan efek *shock* harga minyak (*oil price shocks*) dalam output dan juga efeknya terhadap biaya marjinal dan inflasi inti.

3.1.2.1. Permintaan untuk Input dan Biaya Marjinal

Perusahaan menentukan paduan input optimal dengan meminimumkan biaya total produksi, dengan kendala yang diberlakukan oleh teknologi. Dari *first order condition* diperoleh hubungan berikut ini (pembuktian lihat Lampiran 1

tentang Permasalahan 5: Optimisasi Produksi Domestik - Permintaan untuk Input Biaya Marjinal):

$$\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{L_{H,t}(z_H)}\right) = \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^\omega$$

Dari masalah minimumkan biaya dari persamaan (3.14) diperoleh suatu ekspresi untuk biaya marjinal nominal (pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 5: Optimisasi Produksi Domestik - Permintaan untuk Input Biaya Marjinal):

$$MC_{H,t} = A_{H,t}^{-1} \left[(1-\alpha)W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right]^{\frac{1}{1-\omega}}$$

Biaya marjinal nominal ini hanya tergantung dari harga input dan tingkat teknologi, hal yang umum untuk semua perusahaan. Oleh karena itu, biaya marjinal bersifat independen dari skala produksi perusahaan tertentu.

3.1.2.2. Penetapan harga

Mengikuti Calvo (1983), diasumsikan bahwa hanya satu fraksi ϕ_H produsen yang dapat menetapkan kembali harganya pada setiap periode. Diasumsikan bahwa sebuah perusahaan yang tidak menerima sinyal untuk menyesuaikan secara optimal harganya akan mengikuti *aturan pasif sederhana* untuk *update* harga. Khususnya, jika perusahaan tidak menyesuaikan harganya antara t dan $t+i$, maka harga yang dikenainya dalam $t+i$ diberikan oleh $\Gamma_{H,t}^i P_{H,t}(z_H)$ dimana $\Gamma_{H,t}^i$ adalah sebuah fungsi yang menentukan *updating rule*. Jika perusahaan menerima sebuah sinyal untuk secara optimal menyesuaikan harganya maka perusahaan akan memilih $P_{H,t}^{op}(z_H)$ guna memaksimalkan:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left\{ \Lambda_{t,t+i} \frac{\Gamma_{H,t}^i P_{H,t}^{op}(z_H) - MC_{H,t+i} Y_{H,t+i}(z_H)}{P_{t+i}} \right\}, \quad (3.15)$$

Dengan kendala permintaan untuk barang z_H yang diberikan:

$$Y_{H,t}(z_H) = \left(\frac{P_{H,t}(z_H)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon_H} (C_{H,t} + C^*_{H,t}) \quad (3.16)$$

(pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 6: Optimisasi Produksi Domestik – Penetapan Harga). Dimana ε_H adalah elastisitas harga permintaan untuk barang z_H . Parameter ini juga menentukan peningkatan ekuilibrium harga

fleksibel yang diberlakukan oleh perusahaan yang memproduksi barang dalam negeri.

Aturan penyesuaian pasif untuk perusahaan-perusahaan ini tidak menerima sinyal antara t dan $t + i$ yang diberikan dengan:

$$\Gamma'_{H,t} = \prod_{j=1}^i (1 + \pi_{H,t+j-1})^{\xi_H} \left(1 + \bar{\pi}_{t+j}\right)^{1-\xi_H}, \quad (3.17)$$

Dimana $1 + \bar{\pi}_{H,t} = (P_{H,t} / P_{H,t-1})$ dan dimana $\bar{\pi}_{H,t}$ terkait dengan target inflasi yang ditetapkan oleh otoritas. Harap diperhatikan bahwa perubahan harga relatif mungkin memiliki dampak umpan balik melalui aturan penyesuaian. Perusahaan yang tidak secara optimal menyesuaikan akan memperhitungkan target inflasi yang ditetapkan ini dalam inflasi barang konsumen. Parameter ξ_H menangkap tingkat indeksasi dalam perekonomian. Semakin besar parameter ini, maka semakin besar bobot inflasi di masa lalu dalam menentukan harga baru.

Dengan adanya harga yang dikenai oleh sebuah perusahaan yang memproduksi barang z_H , maka keuntungannya diberikan:

$$\Pi_t(z_H) = P_{H,t}(z_H)Y_{H,t}(z_H) - W_t L_{H,t}(z_H) - P_{O,t} O_{H,t}(z_H)$$

3.1.3. Sektor Luar Negeri

Diasumsikan bahwa perekonomian mengekspor dua jenis barang. Barang dalam negeri dan barang yang dapat diekspor $Y_{S,t}$ yang memiliki *endowment* ditentukan secara eksogen. Untuk penyederhanaan, diasumsikan bahwa barang ini tidak dikonsumsi secara domestik. Proses eksogen untuk $Y_{S,t}$ diberikan oleh

$$\frac{Y_{S,t}}{(1 + g_y) Y_S} = \left(\frac{Y_{S,t-1}}{(1 + g_y)^{t-1} Y_S} \right)^{\rho_S} \exp(\varepsilon_{S,t}) \quad (3.18)$$

Permintaan luar negeri untuk barang produksi dalam negeri diberikan ekspresi berikut,

$$C^*_{H,t} = \gamma \left(\frac{P^*_{H,t}}{P^*_{F,t}} \right)^{-\eta^*} C^*_t, \quad (3.19)$$

Dimana γ^* terkait dengan *share* barang *intermediate* domestik (dalam negeri) dalam bundel konsumsi pihak luar negeri dan η^* adalah elastisitas harga permintaan. Diasumsikan bahwa perusahaan domestik tidak dapat melakukan diskriminasi harga di pasaran. Oleh karena itu, *law of one price* menyatakan bahwa barang dalam negeri terjual di luar negeri, $P_{H,t}^* = P_{H,t} / \varepsilon_t$

Nilai tukar (kurs) riil didefinisikan sebagai harga relatif dari bundel konsumsi barang luar negeri, $P_{F,t}^*$, relatif terhadap harga bundel konsumsi barang domestik (dalam negeri),

$$RER_t \equiv \frac{\varepsilon_t P_{F,t}^*}{P_t} \quad (3.20)$$

Diasumsikan harga barang luar negeri adalah harga internasional relevan yang digunakan ketika membentuk nilai tukar riil. Dengan kata lain, secara implisit diasumsikan bahwa bundel konsumsi di luar negeri tidak termasuk minyak dan *share* dari barang dalam negeri dalam bundel ini γ^* , tidak diperbolehkan.

Harga riil dalam negeri untuk minyak dinyatakan sebagai:

$$\frac{P_{O,t}}{P_t} = RER_t \frac{P_{O,t}^*}{P_{F,t}^*} \psi_t \quad (3.21)$$

Dimana $P_{O,t}^*$ adalah mata uang asing untuk harga minyak di luar negeri. Variabel ψ_t dalam persamaan (3. 21) terkait dengan deviasi dari *law of one price* dalam harga minyak. Bukti empiris menyatakan bahwa *pass-through* dari harga minyak internasional pada harganya dalam mata uang domestik (dalam negeri) tidak lengkap dalam jangka pendek. Baik $P_{O,t}^* / P_{F,t}^*$ dan ψ_t diasumsikan untuk mengikuti proses outoregresif log-linear orde satu.

3.1.4. Keseimbangan Agregat

Untuk penyederhanaan diasumsikan bahwa tidak ada pengeluaran pemerintah (*no public spending*). Oleh karena itu, kendala anggaran pemerintah secara sederhana diberikan dengan

$$\int \frac{M_t(j) - M_{t-1}(j)}{P_t} dj - \int \frac{T_t(j)}{P_t} dj = 0 \quad (3.22)$$

Keseimbangan baik sektor barang dalam negeri dan pasar tenaga kerja yaitu:

$$Y_{H,t} = C_{H,t} + C_{H,t}^*, \quad I_t = L_{H,t} \quad (3.23)$$

Mengkombinasikan kondisi keseimbangan ini, kendala anggaran pemerintah dan kendala anggaran rumah tangga agregat, diperoleh ekspresi untuk akumulasi keseluruhan obligasi internasional

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{x,t} Y_{x,t}} \right) P_t} = \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{P_{x,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t \quad (3.24)$$

Nilai ekspor total dan nilai impor total diberikan dengan

$$\frac{P_{X,t}}{P_t} X_t = \frac{P_{H,t}}{P_t} C_{H,t}^* + \frac{P_{S,t}}{P_t} Y_{S,t} \quad \text{dan} \quad \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t = RER_t C_{F,t} + \frac{\varepsilon_t P_{O,t}^*}{P_t} O_t \quad (3.25)$$

Masing-masing, dimana $O_t = O_{H,t} + O_{C,t}$ adalah untuk impor minyak total (pembuktian lihat Lampiran 1 tentang Permasalahan 7: Keseimbangan Agregat):

Biarkan $P_{Y,t}$ menguraikan deflator output implisit. Kemudian, total GDP pada harga berlaku memenuhi hubungan berikut:

$$\frac{P_{Y,t}}{P_t} Y_t = C_t + \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t \quad (3.26)$$

3.1.5. Kebijakan Moneter

Kebijakan moneter dikarakteristikan sebagai umpan balik sederhana untuk tingkat bunga riil. Menurut spesifikasi model, diasumsikan bahwa bank sentral memberikan respon terhadap deviasi inflasi CPI dari target dan terhadap deviasi pertumbuhan output dari trend.

$$\frac{1+r_t}{1+r} = \left(\frac{1+r_{t-1}}{1+r} \right)^{\beta} \left(\frac{Y_t - 1}{Y_{t-1} - 1 + g_y} \right)^{(1-\rho_y)\omega_y} \left(\frac{1+\pi_t}{1+\pi_t} \right)^{(1-\rho_\pi)\omega_\pi} \exp(v_t) \quad (3.27)$$

Dimana $\bar{\pi}_t$ adalah target inflasi yang ditetapkan untuk periode t dan $r_t = (1+i_t)/E_t(P_{t+1}/P_t) - 1$ adalah tingkat bunga riil bersih. Variabel v_t adalah *shock* kebijakan moneter (*monetary policy shock*) yang terkait dengan deviasi dari

policy rate. Mempertimbangkan inflasi inti ditentukan sebagai $\pi_{z,t} = \frac{P_{z,t}}{P_{z,t-1}} - 1$

3.2. Model Log Linier

Setelah dilakukan optimisasi dari persamaan struktural pada sub bab 3.1 (lihat Lampiran 1 tentang Optimisasi), selanjutnya dilakukan proses log linierisasi di sekitar *steady state* (lihat Lampiran 1 tentang Log Linear Model). Adapun penjelasan model log linier yang dipergunakan dalam disertasi ini (dirangkum dalam Lampiran 2) sekaligus menjelaskan transmisi kenaikan harga minyak dalam perekonomian adalah sebagai berikut:

$$\hat{c}_{H,t} = (1-\gamma)(\theta-\eta)r\hat{e}r_t - (\theta(1-\gamma)+\gamma\eta)\hat{p}r_{H,t} + \hat{c}_t \quad (3.28)$$

Konsumsi rumah tangga untuk barang-barang yang diproduksi dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh nilai tukar riil, secara negatif oleh harga barang-barang dalam negeri dan secara positif oleh konsumsi total.

$$\hat{c}_{F,t} = -(\theta\gamma + \eta(1-\gamma))\hat{r}e r_t + \gamma(\theta-\eta)\hat{p}r_{H,t} + \hat{c}_t \quad (3.29)$$

Konsumsi rumah tangga untuk barang-barang luar negeri (impor) dipengaruhi secara negatif oleh nilai tukar riil, secara positif oleh harga barang-barang dalam negeri dan secara positif oleh konsumsi total.

$$\hat{o}c_t = -\eta\hat{p}r_{O,t} + \hat{c}_t \quad (3.30)$$

Konsumsi rumah tangga untuk bahan bakar (minyak) dipengaruhi secara negatif oleh harga minyak dan secara positif oleh konsumsi total.

$$\hat{c}_t = \frac{1}{1+h} E_t \hat{c}_{t+1} + \frac{h}{1+h} \hat{c}_{t-1} - \frac{1-h}{1+h} \left(\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} \right) \quad (3.31)$$

Konsumsi total rumah tangga periode sekarang dipengaruhi secara positif oleh ekspektasi konsumsi total periode mendatang, secara positif oleh konsumsi total periode lalu, secara negatif oleh tingkat bunga riil.

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^* + E_t \Delta e_{t+1} + \phi \hat{b}_t \quad (3.32)$$

Tingkat bunga dalam negeri dipengaruhi secara positif tingkat bunga luar negeri, secara positif ekspektasi perubahan nilai tukar periode mendatang dan secara positif oleh fluktuasi *risk premium*.

$$\hat{i}_t^* = \rho_{i^*} \hat{i}_{t-1}^* + \varepsilon_{i^*,t} \quad (3.33)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari tingkat bunga luar negeri.

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_{H,t} = & \frac{(1-\phi_H)(1-\beta\phi_H)}{\phi_H(1+\beta\xi_H)} \left((1-\alpha)\hat{w}r_t + \alpha\hat{p}r_{O,t} - \hat{a}_{H,t} + \hat{p}r_{H,t} \right) \\ & + \frac{\beta}{1+\beta\xi_H} E_t \hat{\pi}_{H,t+1} + \frac{\xi_H}{1+\beta\xi_H} \hat{\pi}_{H,t-1} \end{aligned} \quad (3.34)$$

Inflasi dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh *marginal cost* (upah riil, harga minyak, produktifitas, harga barang-barang dalam negeri), secara positif oleh ekspektasi inflasi periode mendatang dan secara positif oleh inflasi periode lalu.

$$\hat{o}_{H,t} - \hat{i}_t = \omega \left(\hat{w}r_t - \hat{p}r_{O,t} \right) \quad (3.35)$$

Minimisasi biaya produksi di dalam negeri menentukan hubungan antara kuantitas input yang diminta antara minyak dan tenaga kerja dengan upah riil dan harga minyak dalam negeri.

$$\hat{y}_{H,t} = \hat{a}_{H,t} + (1-\alpha)\hat{i}_t + \alpha\hat{o}_{H,t} \quad (3.36)$$

Dari fungsi produksi diperoleh hubungan output (barang) yang dihasilkan di dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh teknologi, secara positif oleh jumlah tenaga kerja dan secara positif oleh kuantitas minyak yang digunakan.

$$\hat{a}_{H,t} = \rho_a \hat{a}_{H,t-1} + \varepsilon_{a,t} \quad (3.37)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari teknologi produksi barang dalam negeri.

$$\frac{1+\nu_L\phi_L+\sigma_L\varepsilon_L(\phi_L+\nu_L)}{1+\sigma_L\varepsilon_L} \hat{w}r_t - \phi_L \hat{w}r_{t-1} - \nu_L E_t \hat{w}r_{t+1} =$$

$$\frac{(1-v_L)(1-\phi_L)}{1+\sigma_L \epsilon_L} mrs_t - (\phi_L + v_L \epsilon_L) \hat{\pi}_t + \phi_L \xi_L \pi_{t-1} + v_L E_t \hat{\pi}_{t+1} + \hat{\zeta}_t \quad (3.38)$$

Upah riil periode sekarang dipengaruhi secara positif oleh upah riil periode lalu, secara positif oleh ekspektasi upah riil periode mendatang, secara positif oleh tingkat marginal substitusi antara tenaga kerja dan konsumsi, secara negatif oleh inflasi periode sekarang, secara positif oleh inflasi periode lalu, secara positif oleh ekspektasi inflasi periode mendatang dan secara positif oleh preferensi *shock* (suatu *shock* terhadap parameter disutilitas tenaga kerja)

$$\hat{\zeta}_t = \rho_\zeta \hat{\zeta}_{t-1} + \varepsilon_{\zeta,t} \quad (3.39)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari preferensi *shock* (suatu *shock* terhadap parameter disutilitas tenaga kerja)

$$\hat{mrs}_t = \sigma_L \hat{l}_t + \frac{1}{1-h} \hat{c}_t - \frac{h}{1-h} \hat{c}_{t-1} \quad (3.40)$$

Marjinal substitusi antara tenaga kerja dan konsumsi

$$\hat{pr}_{H,t} = \hat{pr}_{H,t-1} + \hat{\pi}_{H,t} - \hat{\pi}_t \quad (3.41)$$

Harga barang dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh harga barang dalam negeri periode lalu, secara positif oleh tingkat inflasi dalam negeri dan secara negatif oleh tingkat inflasi total.

$$\hat{pr}_{O,t} = \hat{rer}_t + \hat{pr}_{O,t}^* + \hat{\psi}_t \quad (3.42)$$

Harga minyak dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh nilai tukar riil, secara positif oleh harga minyak internasional dan secara positif oleh deviasi dari *law of one price* untuk minyak.

$$\hat{pr}_{O,t}^* = \rho_O \hat{pr}_{O,t-1}^* + \varepsilon_{O,t} \quad (3.43)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari harga minyak internasional

$$\hat{\psi}_t = \rho_\psi \hat{\psi}_{t-1} + \varepsilon_{\psi,t} \quad (3.44)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari deviasi *law of one price* untuk minyak

$$\hat{rer}_t = \hat{rer}_{t-1} + \Delta \hat{e}_t + \hat{\pi}_t^* - \hat{\pi}_t \quad (3.45)$$

Nilai tukar riil periode sekarang dipengaruhi secara positif oleh nilai tukar riil periode lalu, secara positif oleh perubahan nilai tukar, secara positif oleh inflasi luar negeri dan secara negatif oleh inflasi dalam negeri

$$\hat{\pi}_t^* = \rho_x \hat{\pi}_{t-1} + \varepsilon_{x,t} \quad (3.46)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari inflasi luar negeri

$$\hat{0} = \delta \hat{pr}_{0,t} + (1-\delta)\gamma \hat{pr}_{H,t} + (1-\delta)(1-\gamma) \hat{rer}_t \quad (3.47)$$

Dari konsep IHK dan tingkat harga barang-barang inti (non-minyak), dimiliki hubungan antara harga minyak dalam negeri, harga barang dalam negeri dan nilai tukar riil.

$$\hat{y}_{H,t} = \frac{C_H}{Y_H} \hat{c}_{H,t} + \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \hat{c}_t - \eta^* \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \left(\hat{pr}_{H,t} - \hat{rer}_t \right) \quad (3.48)$$

Output dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh konsumsi rumah tangga domestik, secara positif oleh konsumsi luar negeri, secara positif oleh nilai tukar riil.

$$\hat{y}_t = \frac{C}{Y} \hat{c}_t + \frac{X}{Y} \hat{x}_t - \frac{M}{Y} \hat{m}_t \quad (3.49)$$

Merupakan definisi GDP, dimana $\frac{C}{Y}$ adalah rasio konsumsi terhadap GDP dalam *steady state*, $\frac{X}{Y}$ adalah rasio total ekspor terhadap GDP dan $\frac{M}{Y}$ adalah rasio total impor terhadap GDP.

$$\hat{x}_t = -\eta^* \frac{C_H}{X} \left(\hat{pr}_{H,t} - \hat{rer}_t \right) + \frac{C_H}{X} \hat{c}_t + \frac{Y_S}{X} \hat{y}_{S,t} \quad (3.50)$$

Ekspor dipengaruhi secara positif oleh nilai tukar riil, secara positif oleh konsumsi luar negeri dan secara positif oleh evolusi komoditi ekspor.

$$\hat{y}_{S,t} = \rho_S \hat{y}_{S,t-1} + \varepsilon_{S,t} \quad (3.51)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari evolusi komoditi ekspor.

$$\hat{c}_t = \rho_C \hat{c}_{t-1} + \varepsilon_{c,t} \quad (3.52)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari konsumsi luar negeri.

$$\hat{m}_t = \frac{C_F}{M} \hat{c}_{F,t} + \frac{M - C_F}{M} \hat{o}_t \quad (3.53)$$

Impor total merupakan impor barang-barang konsumsi dan impor minyak total.

$$\hat{o}_t = \frac{O_C}{O} \hat{o}_{C,t} + \frac{O_H}{O} \hat{o}_{H,t} \quad (3.54)$$

Impor minyak total merupakan konsumsi minyak oleh rumah tangga dan kebutuhan minyak untuk produksi oleh perusahaan

$$\begin{aligned} (1-\varphi)\hat{\beta}b_t^* &= \beta \hat{i}_t + \chi \hat{b}_{t-1}^* + \chi \hat{x}_{t-1} + \\ &\frac{C_H}{X} \chi \hat{pr}_{H,t-1} + \chi \left(\Delta \hat{e}_t - \pi_t \right) + \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} - \beta \right) \hat{x}_t \\ &+ \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} - \beta \right) \frac{C_H}{X} \hat{pr}_{H,t} - \frac{P_X X M}{\varepsilon B^* X} \hat{m}_t - \frac{P_X X C_F}{\varepsilon B^* X} \hat{rer}_t - \frac{P_X X O}{\varepsilon B^* X} \hat{pr}_{O,t} \end{aligned} \quad (3.55)$$

Posisi aset luar negeri bersih dari perekonomian domestik terhadap pemegangan obligasi luar negeri dipengaruhi secara positif oleh tingkat bunga luar negeri, secara positif pemegangan obligasi luar negeri periode sebelumnya, secara positif ekspor periode sebelumnya, secara positif harga barang di dalam negeri periode sebelumnya, secara positif oleh perubahan nilai tukar, secara negatif oleh inflasi, secara positif oleh ekspor periode sekarang, secara positif oleh harga barang di dalam negeri periode sekarang, secara negatif oleh impor, secara negatif oleh nilai tukar riil dan secara negatif oleh harga minyak internasional.

$$\hat{r}_t = \rho \hat{r}_{t-1} + (1-\rho)\varpi_\pi \hat{\pi}_t + (1-\rho)\varpi_y \left(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1} \right) + \hat{v}_t \quad (3.56)$$

Policy rate bank sentral dipengaruhi secara positif oleh *Policy rate* periode sebelumnya, secara positif oleh inflasi dan secara positif oleh pertumbuhan output.

$$\hat{r}_t = \hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} \quad (3.57)$$

Deviasi dari tingkat bunga riil dari nilai *steady state*

$$\hat{\pi}_{z,t} = \hat{\pi}_t - \frac{\delta}{1-\delta} \Delta \hat{p}^{r_{o,t}} \quad (3.58)$$

Inflasi inti merupakan inflasi total dikurangi perubahan harga minyak dalam negeri.

$$\hat{v}_t = \rho_v \hat{v}_{t-1} + \varepsilon_{v,t} \quad (3.59)$$

Proses otoregresif atau AR (1) dari *monetary shock*

3.2.1. Penjelasan Parameter Utama

- σ_L = *inverse* elastisitas tenaga kerja
- h = *habit formation*
- ϕ_H = rigiditas harga
- ϕ_L = rigiditas upah
- η = elastisitas substitusi antara minyak dan barang-barang non-minyak
- θ = elastisitas substitusi antara barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri
- η^* = elastisitas permintaan luar negeri terhadap barang-barang dalam negeri
- ζ_L = indeksasi upah
- ζ_H = indeksasi harga
- ω = elastisitas substitusi minyak dan tenaga kerja
- ρ = bobot *policy rate* periode sebelumnya
- ϖ_π = bobot inflasi dalam *policy rate*
- ϖ_x = bobot output dalam *policy rate*

3.2.2. Karakteristik dan Asumsi Dalam Model

Secara umum model dalam disertasi ini memiliki berbagai karakteristik dan asumsi utama yaitu :

1. Perekonomian domestik adalah bersifat *open* dan *small* di antara perekonomian dunia sehingga harga internasional, tingkat bunga luar negeri dan permintaan luar negeri tidak dipengaruhi oleh keputusan pelaku ekonomi domestik.
2. Penentuan harga dan upah mengikuti rigiditas ala Calvo, dimana harga dan upah secara optimal disesuaikan tidak sering (*infrequently*). Selanjutnya harga dan upah sebagian di index terhadap inflasi masa lalu (*past inflation*).
3. Rumah tangga domestik mengkonsumsi *home goods*, *imported goods* dan *oil*. Ketiga jenis barang ini merupakan *imperfect substitutes* dalam bundel konsumsi. Diasumsikan bahwa konsumsi menunjukkan *habit formation*. Rumah tangga menawarkan tenaga kerja dan menerima upah. Setiap rumah tangga mempunyai kekuatan *monopolistic* untuk tiap tenaga kerja terdiferensiasi yang ditawarkan.
4. Perusahaan domestik menghasilkan berbagai produk *home goods* yang terdiferensiasi. Untuk sederhananya diasumsikan bahwa *labor* dan *oil* hanya merupakan input variabel yang digunakan untuk produksi. Perusahaan mempunyai *monopolistic power* untuk berbagai barang yang diproduksi. Barang-barang yang diproduksi di dalam negeri (*Home goods*) dikonsumsi di dalam negeri dan di ekspor.
5. *Monetary policy* dimodelkan sebagai *Taylor-type rule* yang terkait dengan kelembaman (*inertia*) tingkat bunga. *Policy rate* merespon perubahan terhadap inflasi dan output.
6. Harga minyak dalam negeri diasumsikan sama dengan harga minyak internasional untuk mencapai efisiensi dalam perekonomian sehingga *no public spending*.

3.2.3. Jenis, Definisi Variabel Teramati dan Sumber Data

3.2.3.1. Jenis Variabel Teramati

Ada 8³⁵ variabel teramati (*observable variables*) yang dipergunakan untuk proses kalibrasi parameter dengan teknik *Bayesian* yaitu: y_{cap} , r_{cap} , $\pi_{Z_{cap}}$, o_{cap} , $pr_{star_O_{cap}}$, rer_{cap} , wr_{cap} , l_{cap} . Kedelapan variabel teramati merupakan data triwulan dari tahun 2000 sampai 2007 (data observasi sebanyak 32).

3.2.3.2. Definisi Variabel Teramati

y_{cap}	=	GDP riil Indonesia menggunakan harga konstan tahun 2000.
r_{cap}	=	tingkat bunga SBI 1 bulan.
$\pi_{Z_{cap}}$	=	inflasi inti (<i>core inflation</i>) di Indonesia merupakan inflasi dari IHK yang dihilangkan unsur dari <i>volatile foods</i> dan <i>administered price</i> .
o_{cap}	=	volume impor minyak Indonesia yang tercatat dalam komoditi SITC 33 (terdiri dari SITC 333, 334 dan 335)
$pr_{star_O_{cap}}$	=	<i>Cushing. OK West Texas Intermediate Spot Price FOB</i>
rer_{cap}	=	nilai tukar riil di Indonesia
wr_{cap}	=	upah riil untuk buruh di bawah mandor (<i>supervisor</i>) sektor industri di Indonesia dengan menggunakan formula yaitu (upah nominal : IHK) x 100.
l_{cap}	=	bagian dari tenaga kerja di sektor manufaktur atas <i>working-age population</i> di Indonesia

3.2.3.3. Sumber Data

Sumber data untuk 7 variabel teramati berasal dari Badan Pusat Statistik dan Bank Indonesia. Sementara untuk data harga minyak internasional dari *U.S. Energy Information Administration*. Untuk data yang tidak tersedia dalam bentuk triwulanan maka dilakukan proses interpolasi dengan metode *cubic spline*.

³⁵ Jumlah variabel teramati (*observable variables*) \leq jumlah *shock* (Hasil Diskusi dengan Tim GEMBI dari Direktorat Riset Ekonomi dan Kebijakan Moneter Bank Indonesia)

Selanjutnya 8 data variabel teramati tersebut dilakukan proses *smoothing* dengan *Hodrick-Prescott Filter* menggunakan Program Eviews 5.

3.3. Estimasi Model

Model ini diestimasi dengan menggunakan pendekatan *Bayesian*. Pendekatan *Bayesian* adalah suatu metodologi berbasis sistem yang cocok dengan model DSGE terhadap vektor *time series*. Estimasi tersebut didasarkan atas *likelihood function* yang dihasilkan oleh solusi versi *log-linear model*. *Prior distributions* digunakan untuk menggabungkan informasi tambahan ke dalam estimasi parameter.

Sub. Bab 3.2 atau Lampiran 2 menyajikan rangkuman versi *log-linear* atas model yang dikembangkan dalam bagian sebelumnya. Persamaan (3.28) sampai (3.59) bentuk *linear rational expectation system* yang dapat ditulis dalam bentuk kanonik sebagai

$$\Omega_0(\vartheta)z_t = \Omega_1(\vartheta)z_{t-1} + \Omega_2(\vartheta)\varepsilon_t + \Omega_3(\vartheta)\xi_t$$

Dimana

$$z_t = \left\{ \begin{array}{l} \hat{c}_t, \hat{c}_{F,t}, \hat{c}_{H,t}, \hat{i}_t, \hat{r}_t, \hat{\pi}_t, \hat{\pi}_{Z,t}, \Delta \hat{e}_t, \hat{b}_t^*, r\hat{e}_t, \hat{p}r_{H,t}, \hat{p}r_{O,t}, \hat{\pi}_{H,t}, \hat{w}r_t, \hat{m}r_s, \hat{l}, \hat{o}_t, \hat{o}_{C,t}, \hat{o}_{H,t}, \hat{y}_t, \hat{y}_{H,t} \\ \hat{x}_t, \hat{m}_t, \hat{a}_{H,t}, \hat{\xi}_t, \hat{c}_t^*, \hat{p}r_{O,t}^*, \hat{\psi}_t, \hat{i}_t^*, \hat{\pi}_t^*, \hat{y}_{S,t}, \nu_t \end{array} \right\}$$

adalah vektor yang memuat variabel model yang diungkapkan sebagai deviasi log dari nilai *steady state*, $\varepsilon_t = \{\varepsilon_{a,t}, \varepsilon_{i,t}, \varepsilon_{c,t}, \varepsilon_{r,t}, \varepsilon_{\xi,t}, \varepsilon_{\psi,t}, \varepsilon_{O,t}, \varepsilon_{S,t}, \varepsilon_{\nu,t}\}$, adalah vektor yang memuat inovasi *white noise* pada *structural shocks* atas model dan ξ_t adalah sebuah vektor yang memuat *rational expectation forecast errors*. Matriks-matriks Ω_i adalah fungsi *non-linear* atas parameter struktural yang ada dalam vektor ϑ . Solusi pada sistem ini dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$Z_t = \Omega_z(\vartheta)Z_{t-1} + \Omega_\varepsilon(\vartheta)\varepsilon_t \quad (3.60)$$

Dimana Ω_z dan Ω_ε adalah fungsi parameter struktural.

Maka y_t menjadi vektor variabel teramati (*observable variables*). Vektor ini terkait dengan variabel-variabel dalam model melalui *measurement equation*:

$$y_t = Hz_t \quad (3.61)$$

Dimana H adalah sebuah matriks yang memilih elemen-elemen dari z_t . Dalam kasus ini, diasumsikan bahwa vektor variabel teramati diberikan dengan $y_t = \{\hat{y}_t, \hat{\pi}_{z,t}, \hat{r}_t, \hat{r}e_{r,t}, \hat{w}r_t, \hat{l}_t, \hat{o}_t, \hat{p}r_{0,t}\}$. Sisa dari variabel lain diasumsikan menjadi tidak teramati.

Persamaan (3.60) dan (3.61) terkait dengan *state-space form* representasi dari y_t . Jika diasumsikan bahwa inovasi *white noise* terdistribusi secara normal, maka dapat dihitung *conditional likelihood function* untuk parameter struktural dengan menggunakan *Kalman filter*, $L(\mathcal{G} | y^T)$, dimana $y^T = \{y_1, \dots, y_T\}$. Maka $P(\mathcal{G})$ menjadi *prior density* pada parameter struktural. Dimana dapat digunakan data variabel terobservasi y^T guna *update priors* melalui *likelihood function*. *Joint posterior density* parameter dihitung dengan menggunakan *Bayes Theorem*.

$$p(\mathcal{G} | y^T) = \frac{L(\mathcal{G} | y^T) P(\mathcal{G})}{\int L(\mathcal{G} | y^T) P(\mathcal{G}) d\mathcal{G}} \quad (3.62)$$

Solusi perkiraan untuk *posterior distribution* dihitung dengan menggunakan *Metropolis-Hastings algorithm* (dibahas lebih lanjut dalam sub-bab berikutnya).

Salah satu keuntungan pendekatan *Bayesian* adalah dapat menangani ketidaktepatan spesifikasi model (*model misspecification*) dan kemungkinan kurangnya identifikasi parameter kepentingan. Misalnya, jika dalam *model misspecification* maka *likelihood function* memuncak pada suatu nilai dengan *prior information* dari parameter apapun, maka *posterior probability* akan rendah. Oleh karena itu, *prior density* memungkinkan membobot informasi tentang parameter berbeda menurut reliabilitasnya. Sebaliknya, kurangnya identifikasi dapat mengarah kepada *likelihood function* merata untuk sejumlah nilai parameter. Karena itu, berdasarkan *likelihood function* itu sendiri maka tidak mungkin mengidentifikasi sejumlah parameter kepentingan. Dalam hal ini, *prior* yang tepat dapat memperkenalkan lekukan kedalam fungsi tujuan, *posterior distribution*, memungkinkan identifikasi nilai parameter berbeda.

Vektor parameter yang diestimasi adalah:

$$\mathcal{G} = (\sigma_L, h, \theta, \eta, \eta^*, e, \mathcal{D}_H, \mathcal{D}_L, \xi_H, \xi_L, \rho, \omega_x, \omega_y, \rho_a, \rho_c, \rho_c^*, \rho_w, \rho_{H^*}, \rho_{x^*}, \rho_z, \sigma_a, \sigma_c, \sigma_c^*, \sigma_w, \sigma_{H^*}, \sigma_{x^*}, \sigma_z, \sigma_V)$$

Semua parameter lain dari model tersebut dipilih sehingga sesuai dengan *steady*

state dari model dengan sejumlah data trend jangka panjang dalam perekonomian Indonesia.

3.4. Prior Distributions

Fungsi *prior density* merefleksikan keyakinan tentang nilai parameter. Dengan menetapkan *standard deviation* yang relatif tinggi untuk *density function* akan mengimplikasikan bahwa *prior* untuk parameter terkait lebih lebar. Umumnya, dipilih *prior* berdasarkan bukti dari studi-studi terdahulu atau *expert judgment*.

Tabel 3.1
Prior Densities

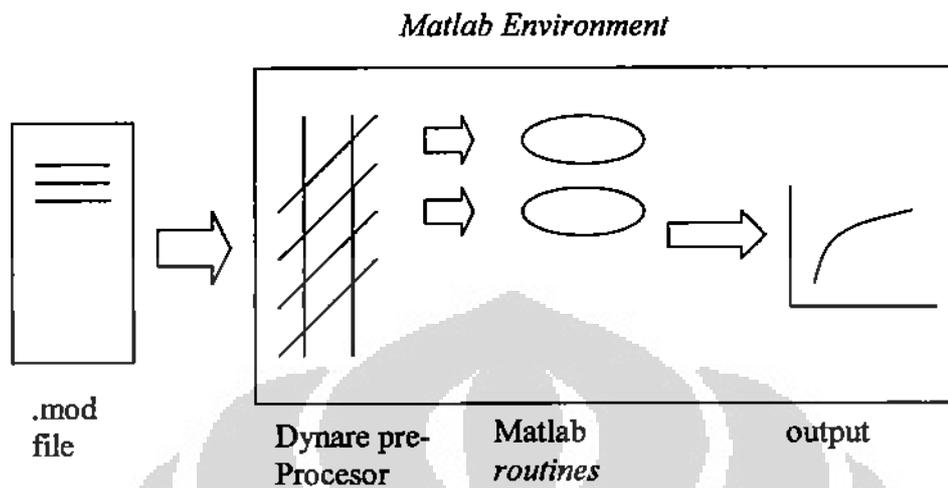
Deskripsi Parameter Utama	PDF
<i>inverse</i> elastisitas tenaga kerja	Inverse Gamma
<i>habit formation</i>	Beta
rigiditas harga	Beta
rigiditas upah	Beta
elastisitas substitusi antara minyak dan barang non-minyak	Inverse Gamma
elastisitas substitusi antara barang dalam negeri dan barang luar negeri	Inverse Gamma
elastisitas permintaan luar negeri terhadap barang dalam negeri	Inverse Gamma
indeksasi harga	Beta
indeksasi upah	Beta
elastisitas substitusi minyak dan tenaga kerja	Inverse Gamma
<i>policy rate periode lalu</i>	Beta
bobot inflasi dalam <i>policy rate</i>	Normal
bobot output dalam <i>policy rate</i>	Normal
semua AR berbagai <i>shock</i>	Beta
semua s.d. berbagai <i>shock</i>	Inverse Gamma

Sumber : Medina & Soto (2005)

3.5. Metode Analisis

Solusi model DSGE dicari dengan menggunakan Program Dynare versi 4.0.2 release date October, 16th 2008, merupakan perangkat lunak berbasis Matlab yang dikembangkan oleh Michelle Juillard dari CEPREMAP (*Centre d'Etudes Prospectives d'Economie Mathematique Appliquees*) Paris. Kemudian Griffoli

(2007) memberikan penjelasan bagaimana Dynare melakukan proses solusi dan estimasi model DSGE sebagai berikut (lihat Gambar 3.1):



Gambar 3.1.
Proses Solusi dan Estimasi DSGE dengan Dynare

Sumber : Griffoli (2007)

3.5.1. Memecahkan Model Stokastik DSGE

Model DSGE merupakan kumpulan *first order* dan syarat ekuilibrium yang mengambil bentuk umum:

$$E_t \{ f(y_{t+1}, y_t, y_{t-1}, u_t) \} = 0$$

$$E(u_t) = 0$$

$$E(u_t u_t') = \Sigma_u$$

dimana:

y : vektor *endogenous variables* setiap dimensi

u : vektor *exogenous stochastic shocks* setiap dimensi

Solusi sistem ini adalah rangkaian persamaan variabel terkait dalam periode saat ini terhadap keadaan masa lalu sistem dan *shock* saat ini, yang memenuhi sistem awal. Inilah yang disebut fungsi kebijakan. Dengan melekatkan notasi di atas, dapat ditulis fungsi ini sebagai:

$$y_t = q(y_{t-1}, u_t)$$

Kemudian, langsung ditulis ulang y_{t+1} sebagai:

$$\begin{aligned} y_{t+1} &= q(y_t, u_{t+1}) \\ &= q(q(y_{t-1}, u_t), u_{t+1}) \end{aligned}$$

Lalu, dapat ditentukan suatu fungsi baru F, sebagai berikut:

$$F(y_{t-1}, u_t, u_{t+1}) = f(q(q(y_{t-1}, u_t), u_{t+1}), q(y_{t-1}, u_t), y_{t-1}, u_t)$$

Yang memungkinkan ditulis ulang sistem dalam hal variabel masa lalu, dan *shock* saat ini dan di masa yang akan datang:

$$E_t[F(y_{t-1}, u_t, u_{t+1})] = 0$$

Kemudian pula dilinearisasikan model ini disekitar *steady state* yang didefinisikan sebagai:

$$f(\bar{y}, \bar{y}, \bar{y}, 0) = 0$$

Dengan memiliki properti bahwa:

$$\bar{y} = q(\bar{y}, 0)$$

First order Taylor Expansion sekitar bidang \bar{y} :

$$E_t\{F^{(1)}(y_{t-1}, u_t, u_{t+1})\} =$$

$$E_t[f(\bar{y}, \bar{y}, \bar{y}) + f_{y^+}(q_y \hat{y} + q_u u) + q_u u' + f_{y^0}(q_y \hat{y} + q_u u) + f_{y^-} \hat{y} + f_u u] = 0$$

$$\text{Dengan } \hat{y} = y_{t-1} - \bar{y}, u = u_t, u' = u_{t+1}, f_{y^+} = \frac{\partial f}{\partial y_{t+1}}, f_{y^0} = \frac{\partial f}{\partial y_t}, f_{y^-} = \frac{\partial f}{\partial y_{t-1}},$$

$$f_u = \frac{\partial f}{\partial u_t}, q_y = \frac{\partial q}{\partial y_{t-1}}, q_u = \frac{\partial q}{\partial u_t}$$

Dengan ekspektasi:

$$\begin{aligned}
& E_t \{ F^{(1)}(y_{t-1}, u_t, u_{t+1}) \} \\
& = [f(\bar{y}, \bar{y}, \bar{y}) + f_{y+} (q_y (\hat{y} + q_u u) + q_u u) + f_{y0} (q_y \hat{y} + q_u u) + f_{y-} \hat{y} + f_u u] \\
& = (f_{y+} q_y q_y + f_{y0} q_y + f_{y-}) \hat{y} + (f_{y+} q_y q_y + f_{y0} q_y + f_u) u \\
& = 0
\end{aligned}$$

Seperti bisa lihat, karena *shock* di masa yang akan datang hanya memasuki momen pertamanya (nilai nol), maka nilai itu akan keluar ketika menggunakan ekspektasi persamaan yang dilinearkan. Inilah yang secara teknis dikatakan mengapa berlaku dalam suatu sistem terlinearisasi pada *first order*. Selanjutnya yang harus dicatat adalah bahwa dimiliki dua variabel yang tidak diketahui dalam persamaan diatas: g_y dan g_u dimana masing-masing membantu memulihkan fungsi kebijakan g .

Karena persamaan di atas berlaku untuk setiap \bar{y} dan setiap u , maka setiap tanda kurung harus nol dan didapat untuk memecahkan masing-masing setiap saat. *Pertama*, menghasilkan persamaan kuadrat dalam g_y , dimana dapat memecahkannya dengan rangkaian trik aljabar yang tidak semuanya tampak. Salah satu kondisi yang muncul dari solusi persamaan ini adalah *Blanchard-Kahn condition* : harus ada sebanyak mungkin akar yang lebih besar daripada satu dalam modulus karena terdapat *forward-looking variables* dalam model. Dengan mengembalikan g_y , mengembalikan g_u bersifat langsung dari tanda kurung kedua.

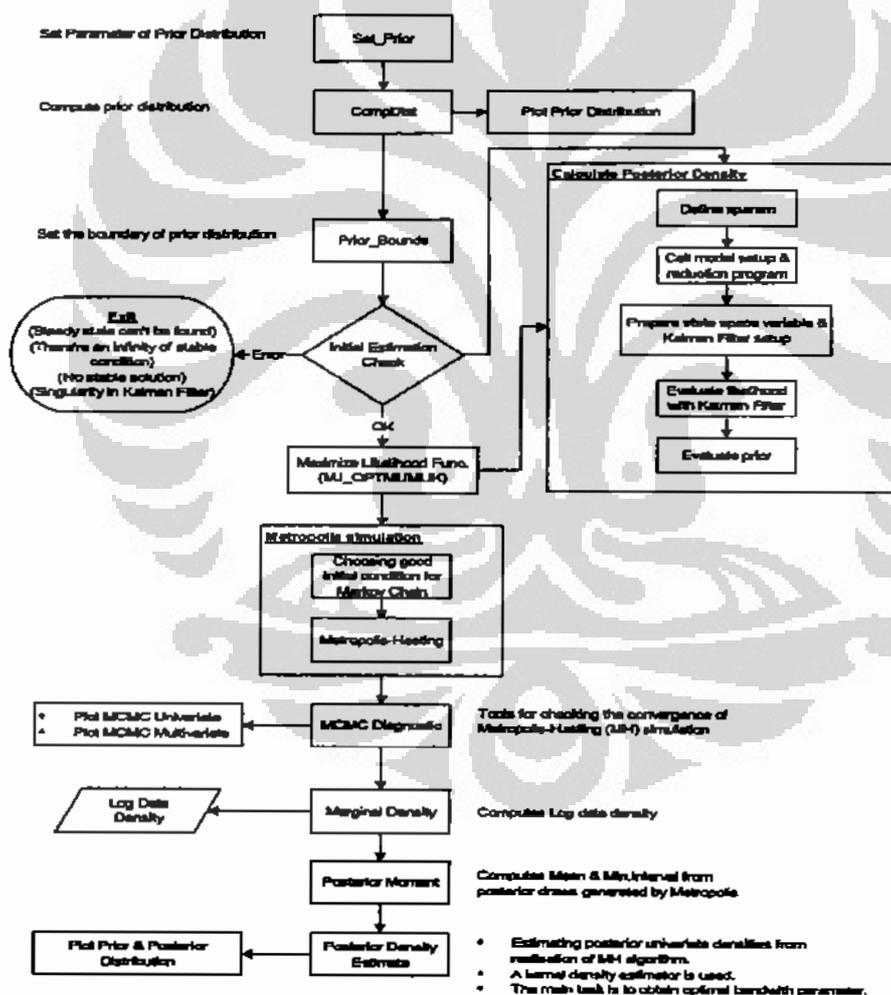
Akhirnya, *first order linearization* dari fungsi g menghasilkan:

$$y_t = \bar{y} + q_y \hat{y} + q_u u$$

Dan sekarang dimiliki g_y dan g_u , telah dipecahkan fungsi kebijakan (keputusan) dan telah berhasil dipecahkan oleh model DSGE. Dalam *impulse response functions*, misalnya, secara sederhana akan dipecahkan fungsi kebijakan yang berawal dari nilai terdahulu (*initial value*) yang diberikan dalam *steady state*.

3.5.2. Mengestimasi Model DSGE

Teori estimasi *Bayesian* bermula dari penyajian sejumlah argumen yang menarik dari mereka yang menentang bentuk model estimasi lainnya. Kemudian teori ini berusaha meletakkan sejumlah penuntun tentang apa yang ada dalam *Dynare* ketika memprediksi model DSGE. Untuk melakukan hal tersebut, bagian ini meneliti metodologi yang diadopsi untuk estimasi *Bayesian* termasuk menentukan *prior distribution* dan *posterior distribution*. Dengan menggunakan *Kalman filter* guna mencari *likelihood function* untuk mengestimasi *posterior function*. berkat *Metropolis-Hasting algorithm* dan membandingkan model berdasarkan *posterior distribution* (lihat Gambar 3.2).



Gambar 3.2
Flowchart Dynare

Sumber: GEMBI 2004

3.5.2.1. Keuntungan Estimasi Bayesian

Estimasi *Bayesian* menjadi semakin populer dalam bidang makroekonomi. Ada berbagai macam keuntungan menggunakan metode *Bayesian* dalam estimasi model:

1. Estimasi *Bayesian* cukup lengkap menyelesaikan model DSGE yang sebagian dipertentangkan dengan estimasi GMM, yang berdasarkan hubungan keseimbangan tertentu seperti persamaan *Euler* dalam konsumsi. Sama pula dengan estimasi dalam *Bayesian* yang berdasarkan *likelihood* yang dihasilkan oleh sistem DSGE, agaknya ada perbedaan tidak langsung antara *impulse respon function* DSGE dan VAR. Tentu saja, jika model yang ada adalah *mis-specified*, mengestimasi menggunakan teknik *Bayesian* justru tidak memberikan hasil yang optimal.
2. Teknik *Bayesian* menggunakan pertimbangan *priors* yang berfungsi sebagai penimbang dalam proses estimasi sehingga *posterior distribution* terhindar pada puncak dengan titik yang salah dimana *likelihood peaks* terjadi. Tentu saja, akibat penyesuaian dan sifat *misspecified* model DSGE, *likelihood* seringkali berpuncak di daerah ruang parameter yang bersifat kontradiktif dengan pengamatan umum, yang mengarah kepada “dilema perkiraan parameter absurd.”
3. Memasukan *priors* juga membantu dalam identifikasi parameter. Sayangnya, ketika memperkirakan suatu model, masalah identifikasi seringkali timbul. Dapat disimpulkan dengan nilai parameter struktural yang berbeda mengarah kepada *joint distribution* yang serupa. Secara lebih teknis, masalah tersebut muncul ketika *posterior distribution* merata dalam ruang nilai parameter. Tetapi memberi bobot *likelihood* dengan *prior densitas* seringkali mengarah pada penambahan lekukan dalam *posterior distribution* guna memfasilitasi maksimisasi numerik.
4. Estimasi *Bayesian* secara eksplisit menilai *model misspecification* dengan memasukan *shock*, yang dapat diinterpretasikan sebagai kesalahan observasi, dalam persamaan struktural.

5. Estimasi *Bayesian* secara alami mengarah kepada perbandingan model berdasarkan kecocokan. Sesungguhnya, *posterior distribution* yang terkait dengan model yang bersaing dapat dengan mudah digunakan untuk menentukan model mana yang cocok dengan data.

3.5.2.2. Teknik Dasar Estimasi Bayesian

Pada tingkat paling dasar, estimasi *Bayesian* merupakan jembatan antara *kalibrasi* dan *maximum likelihood*. Tradisi kalibrasi model diturunkan melalui spesifikasi *priors*. Dan pendekatan *maximum likelihood* masuk melalui proses estimasi dengan membandingkan antara model dengan data. Secara bersama, *priors* dapat dilihat sebagai penimbang atas fungsi *likelihood* guna memberikan hal yang lebih penting terhadap area tertentu subruang parameter. Secara teknis, dua blok ini, *priors* dan fungsi *likelihood*, diikatkan bersama oleh *Bayes'rule*, seperti berikut:

Pertama, *priors* diuraikan oleh fungsi densitas dari bentuk:

$$p(\theta_A | A)$$

Dimana A adalah model spesifik, θ_A mewakili parameter model A , $p(\bullet)$ adalah *probability density function* (pdf) seperti *normal*, *gamma*, *shited gama*, *inverse gamma*, *beta*, *generalized beta*, atau *uniform function*.

Kedua, fungsi *likelihood* menguraikan densitas data terobservasi, dengan model dan parameternya:

$$L(\theta_A | Y_T, A) = p(Y_T | \theta_A, A)$$

Diman Y_T adalah observasi sampai periode T , dan dalam kasus ini, *likelihood* tersebut bersifat rekursif dan dapat ditulis sebagai:

$$p(Y_T | \theta_A, A) = p(y_0 | \theta_A, A) \prod_{i=1}^T p(y_i | Y_{i-1}, \theta_A, A)$$

Secara umum, dimiliki *prior density* $p(\theta)$ di satu sisi, dan di sisi lain, *likelihood* $p(Y_T | \theta)$. Pada akhirnya, tertarik dengan $p(\theta | Y_T)$, *posterior density*. Dengan

menggunakan *Bayes theorem* dua kali, diperoleh densitas parameter ini yang mengetahui data. Umumnya, dimiliki:

$$p(\theta|Y_T) = \frac{p(\theta; Y_T)}{p(Y_T)}$$

Juga diketahui bahwa:

$$p(Y_T|\theta) = \frac{p(\theta; Y_T)}{p(\theta)} \Leftrightarrow p(\theta; Y_T) = p(Y_T|\theta) \cdot p(\theta)$$

Dengan menggunakan identitas ini, dapat memadukan *prior density* dan fungsi *likelihood* yang dibahas di atas guna mendapatkan *posterior density*:

$$p(\theta_A|Y_T, A) = \frac{p(Y_T|\theta_A, A)p(\theta_A, A)}{p(Y_T|A)}$$

Dimana $p(Y_T|A)$ adalah *marginal density* dari data kondisional pada model:

$$p(Y_T|A) = \int_{\Theta_A} p(\theta_A; Y_T|A) d\theta_A$$

Akhirnya, *posterior kernel* (atau *un-normalized posterior density*, asalkan *marginal density* di atas bersifat konstan atau sama untuk beberapa parameter), terkait dengan numerator *posterior density*:

$$p(\theta_A|Y_T, A) \propto p(Y_T|\theta_A, A)p(\theta_A, A) \equiv K(\theta_A|Y_T, A)$$

Ini adalah persamaan fundamental yang akan memungkinkan dibangun kembali semua *posterior moments* *kepentingan*. Triknya adalah mengestimasi fungsi *likelihood* dengan bantuan *Kalman filter* dan kemudian mensimulasikan *posterior kernel* dengan menggunakan seperti pengambilan sampel atau *Monte Carlo* seperti *Metropolis-Hastings*.

3.5.2.3. Estimasi Bayesian: Diantara Kalibrasi dan Estimasi Maximum Likelihood

Andaikan sebuah data menghasilkan proses $y_t = \mu + \varepsilon_t$, untuk $t = 1, \dots, T$, dimana $\varepsilon_t \sim N(0,1)$ adalah *gaussian white noise*. Maka *likelihood* diberikan oleh:

$$\kappa(Y_T, \mu) = (2\pi)^{-\frac{T}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^T (y_i - \mu)^2\right)$$

Dari atas diketahui bahwa

$$\hat{\mu}_{ML,T} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T y_i \equiv \bar{y}$$

dan

$$V\left(\hat{\mu}_{ML,T}\right) = \frac{1}{T}$$

Selain itu, maka *prior* adalah *gaussian distribution* dengan ekspektasi μ_0 dan varian. Maka *posterior density*s ditentukan, sampai suatu konstanta, melalui:

$$p(\mu|Y_T) \propto (2\pi\sigma_\mu^2)^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(y_i - \mu_0)^2}{\sigma_\mu^2}\right) \cdot (2\pi)^{-\frac{T}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^T (y_i - \mu)^2\right)$$

Atau ekuivalen

$$p(\mu|Y_T) \propto \exp\left(-\frac{(\mu - E[\mu])^2}{V[\mu]}\right)$$

dengan

$$V[\mu] = \frac{1}{\left(\frac{1}{T}\right)^{-1} + \sigma_\mu^{-2}}$$

dan

$$E[\mu] = \frac{\left(\frac{1}{T}\right)^{-1} \hat{\mu}_{ML,T} + \sigma_\mu^{-2} \mu_0}{\left(\frac{1}{T}\right)^{-1} + \sigma_\mu^{-2}}$$

Dari hal ini, dapat dikatakan bahwa *median posterior* adalah kombinasi konveks dari *prior mean* dan estimasi *Maximum Likelihood* (ML), khususnya, jika $\sigma_\mu^2 \rightarrow \infty$ (misalnya, tidak dimiliki *prior information*, sehingga hanya estimasi model) kemudian $E[\mu] \rightarrow \hat{\mu}_{ML,T}$ estimator ML, tetapi jika $\sigma_\mu^2 \rightarrow 0$ (misalnya

diyakini dan untuk mengkalibrasikan parameter kepentingan, sehingga tidak meninggalkan ruang untuk estimasi) maka $E[\mu] \rightarrow \mu_0$, *prior mean*. Sebagian besar, peneliti berada di tengah dua kutub ini.

3.5.2.4. Model DSGE dan Estimasi Bayesian

Setiap model DSGE, yang benar-benar menjadi serangkaian *first order* dan kondisi ekuilibrium, dapat ditulis dalam bentuk $E_t = \{f(y_{t+1}, y_t, y_{t+1}, u_t)\} = 0$, dianggap sebagai persamaan solusi dari jenis $Y_t = g(y_{t-1}, u_t)$ yang disebut *decision rule*. Dalam istilah yang lebih tepat untuk yang berikut, dapat ditulis ulang solusi model DSGE sebagai sistem dengan cara berikut:

$$y_t^* = M\bar{y}(\theta) + M\hat{y}_t + N(\theta)x_t + \eta_t$$

$$\hat{y}_t = g_y(\theta)\hat{y}_{t-1} + g_u(\theta)u_t$$

$$E(\eta_t, \eta_t') = V(\theta)$$

$$E(u_t, u_t') = Q(\theta)$$

Dimana \hat{y}_t adalah variabel-variabel dalam deviasi dari *steady state*, \bar{y} adalah vektor nilai *steady state* dan θ vektor parameter dalam (atau struktural) yang akan diestimasi. Variabel-variabel lain diuraikan di bawah ini.

Persamaan kedua adalah aturan keputusan familiar yang disebutkan di atas. Tetapi persamaan tersebut menguraikan hubungan antara variabel endogen sejati yang tidak secara langsung diamati. Hanya y_t^* yang dapat diamati, dan terkait dengan variabel sejati dengan *error* η_t . Lebih lanjut adalah sebuah *trend*, yang ditangkap dengan $N(\theta)x_t$, untuk memungkinkan kasus yang paling umum dimana *trend* tersebut tergantung dari parameter dalam. Persamaan pertama dan kedua di atas secara alami menyusun suatu sistem penilaian dan transisi atau *state equations*, yang bersifat khas bagi *Kalman filter*.

3.5.2.5. Memperkirakan fungsi kemungkinan Model DSGE

Langkah logis berikut adalah mengestimasi *likelihood* sistem solusi DSGE yang disebutkan di atas. Masalah pertama yang tampak, adalah bahwa persamaan bersifat nonlinear dalam parameter dalam. Bahkan mereka linear dalam variabel endogen dan eksogen sehingga *likelihood* dapat dievaluasi dengan *linear prediction error algorithm* seperti *Kalman filter*. Hal ini adalah yang dilakukan secara tepat oleh *Dynare*. Sebagai pengingat, inilah yang dilakukan *Kalman filter recursion*.

Untuk $t = 1, \dots, T$ dan nilai awal y_1 dan P_1 diberikan, rekursinya adalah sebagai berikut:

$$v_t = y_t^* - \bar{y}^* - M\hat{y}_t - x_t$$

$$F_t = MP_tM' + V$$

$$\kappa_t = g_y P_t g_y' F_t^{-1}$$

$$\hat{y}_{t+1} = g_y \hat{y}_t + \kappa_t v_t$$

$$P_{t+1} = g_y P_t (g_y - \kappa_t M) + g_u Q g_u'$$

Dari *Kalman filters recursion*, adalah memungkinkan melihat *log-likelihood* yang diberikan oleh:

$$\log L(\theta | Y_T^*) = -\frac{Tk}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T |F_t| - \frac{1}{2} v_t' F_t^{-1} v_t$$

Dimana vektor θ memuat parameter yang harus diestimasi: θ , $V(\theta)$ dan $Q(\theta)$ serta dimana Y_T^* mengungkapkan rangkaian *observable endogenous variables* y_t^* yang ditemukan dalam persamaan penilaian.

Log-likelihood di atas membuat langkah lebih dekat dengan tujuan menemukan *posterior distribution* dari parameter yang dicari. Sesungguhnya, *log posterior kernel* dapat dinyatakan sebagai:

$$\log \kappa(\theta | Y_T^*) = \log L(\theta | Y_T^*) + \log p(\theta)$$

Dimana istilah pertama pada sisi kanan dikenal setelah melakukan *Kalman filter recursion*. Kedua, adalah *priors* dan juga telah diketahui.

3.5.2.6. Modus dari *Posterior Distribution*

Berikutnya, untuk mencari modus *posterior distribution*, suatu parameter pokok dan suatu output penting dari *Dynare*, secara sederhana dengan memaksimalkan *log posterior kernel* di atas terkait dengan θ . Hal ini dilakukan dalam *Dynare* dengan menggunakan metode numerik. Dengan mengingat bahwa fungsi *likelihood* adalah bukan *Gaussian* terkait dengan θ tetapi terhadap fungsi θ ketika muncul dalam *state equation*. Dengan demikian, maksimisasi masalah ini tidak bersifat langsung.

3.5.2.7. Memperkirakan *Posterior Distribution*

Setelah melalui tahapan diatas, tahapan selanjutnya adalah bagaimana mencari *posterior distribution* dalam parameter. Distribusi tersebut akan diberikan dengan *kernel equation* di atas, tetapi sekali lagi, bersifat fungsi nonlinear dan lebih rumit dari parameter dalam θ . Dengan demikian, tidak dapat diperoleh suatu bentuk eksplisit untuknya. Bersandar, pada metode seperti pengambilan sampel, yang mana *Metropolis-Hastings* dipertahankan dalam literatur. Ini merupakan metode yang diadopsi oleh *Dynare*.

Gagasan pokok *Metropolis-Hastings algorithm* adalah melakukan simulasi *posterior distribution*. Ini merupakan *penolakan algoritma sampling* yang digunakan guna menghasilkan urutan sampel (dikenal sebagai *Markov Chain*) dari distribusi yang bersifat tidak diketahui pada awalnya. Ingat bahwa yang dimiliki adalah *posterior mode*; dimana seringkali tertarik dengan *mean* dan *varian* estimator θ . Untuk melakukan hal tersebut, algoritma membangun fakta bahwa dibawah kondisi umum, distribusi parameter dalam akan bersifat normal secara asimtotis. Algoritma, pada dasarnya “membangun suatu *Gaussian approximation* disekitar *posterior mode* dan menggunakan versi berskala matriks kovarian asimtotik untuk usulan distribusi. Hal ini memungkinkan eksplorasi efisien

posterior distribution setidaknya pada lingkungan mode. Lebih tepat lagi, *Metropolis-Hastings algorithm* mengimplementasikan langkah-langkah berikut:

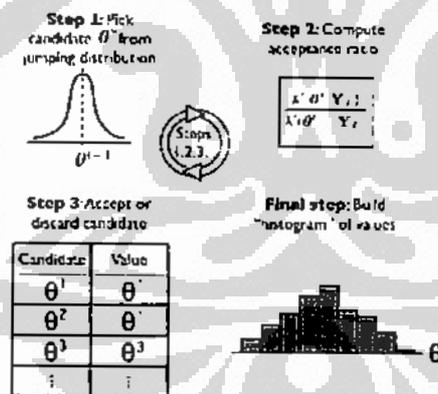
1. Memilih titik awal θ^0 , dimana hal ini secara khas adalah *posterior mode*, dan menjalankan *loop* pada 2-3-4.
2. Menarik proposal θ^* dari *jumping distribution*

$$J(\theta^*|\theta^{t-1}) = N(\theta^{t-1}, c\Sigma_m)$$

Dimana Σ_m adalah invers dari *Hessian* yang dihitung pada *posterior mode*.

3. Hitung ratio penerimaan $r = \frac{p(\theta^*|Y_T)}{p(\theta^{t-1}|Y_T)} = \frac{\kappa(\theta^*|Y_T)}{\kappa(\theta^{t-1}|Y_T)}$
4. Akhirnya terima atau buang θ^* menurut aturan berikut, dan *update*, jika perlu, *jumping distribution*:

$$\theta' = \begin{cases} \theta^* & \text{dengan probabilitas } \min(r,1) \\ \theta^{t-1} & \text{lainnya} \end{cases}$$



Gambar 3.3.

Sketsa Metropolis-Hastings Algorithm

Sumber : Griffoli (2007)

Langkah 1, memilih kandidat parameter, θ^* dari *Normal Distributions*, yang mean-nya telah ditetapkan pada θ^{t-1} .

Langkah 2, hitung nilai dari *posterior kernel* untuk kandidat parameter, dan bandingkan dengan nilai kernal dari *mean* distribusi gambar.

Langkah 3, putuskan apakah mempertahankan atau tidak kandidat parameter anda. Jika rasio penerimaan lebih besar daripada satu, maka tentunya pertahankan kandidat yang ada. Jika tidak, kembali pada kandidat periode terakhir. Lalu lakukan dua hal, meng-*update mean* distribusi gambar yang ada, dan catat nilai dari parameter yang dipertahankan. Setelah mengulangi langkah-langkah ini secara memadai, dalam langkah terakhir, bangun sebuah histogram nilai tertahan. Tentu saja, poin-nya adalah untuk setiap buket histogram menyusutkan sampai nol. Histogram halus ini akhirnya akan menjadi distribusi *posterior* setelah iterasi memadai dari langkah-langkah di atas.

3.5.2.8. Membandingkan model menggunakan distribusi posterior

Seperti disampaikan sebelumnya, ketika membahas keuntungan estimasi Bayesian, distribusi *posterior* memberikan metode yang biasa dalam membandingkan model.

Seandainya dimiliki distribusi *prior* antara dua model : $p(A)$ dan $p(B)$, maka dengan menggunakan aturan Bayes, kita bisa menghitung distribusi *posterior* kedua model tersebut, dimana $I = A, B$.

$$p(I | Y_T) = \frac{p(I) p(Y_T | I)}{\sum_{I=A,B} p(I) p(Y_T | I)}$$

yang mana rumus ini dapat dengan mudah digeneralisasi pada sekumpulan N model.

Kemudian, perbandingan antara dua model dapat dilakukan biasanya dengan menghitung rasio distribusi model *posterior*. Rasio ini dikenal dengan nama *posterior odd ratio* yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{p(A | Y_T)}{p(B | Y_T)} = \frac{p(A) p(Y_T | A)}{p(B) p(Y_T | B)}$$

Satu-satunya kesulitan adalah menemukan densitas marginal dari model dengan kondisi tertentu, $p(Y_T | I)$, yang juga merupakan denominator densitas *posterior* $p(\theta | Y_T)$ yang disampaikan sebelumnya.

Untuk setiap model $I=A,B$ kita bisa melakukan evaluasi, minimal secara teoretis, densitas *marginal* dari data berdasarkan model dengan mengintegrasikan parameter kedalaman θ_1 dari *kernel posterior* adalah :

$$p(Y_T | I) = \int_{\Theta} p(\theta_1; Y_T | \theta_1) d\theta_1 = \int_{\Theta} p(\theta_1 | I) \times p(Y_T | \theta_1, I) d\theta_1$$

Ingat, bahwa lambang didalam tanda integral secara pasti adalah inti *posterior*. Untuk memperoleh densitas *marginal* dari data yang terkondisi di dalam model, terdapat dua pilihan. Pertama adalah dengan mengasumsikan bentuk fungsional dari inti *posterior* yang bisa disatukan. Perkiraan terbaik dan secara langsung, terutama untuk sampel besar adalah *Gaussian* (disebut perkiraan *Laplace / Laplace Approximation*). Pada kasus ini, akan dimiliki estimator sebagai berikut :

$$\hat{p}(Y_T | I) = (2\pi)^{\frac{k}{2}} \left| \sum_{\theta_1^m} \right|^{-\frac{1}{2}} p(\theta_1^m | Y_T, I) p(\theta_1^m | I)$$

yang mana θ_1^m adalah modus *posterior*. Keuntungan teknik ini adalah efisiensi dalam penghitungannya yaitu waktu yang dibutuhkan oleh iterasi *Metropolis-Hasting* tidak begitu penting, hanya modus *posterior* yang secara numerik dihitung yang diperlukan.

Pilihan kedua adalah menggunakan informasi dari hasil *Metropolis-Hasting* dan biasanya dijadikan acuan sebagai **Estimator Rata-rata Harmonik** (*Harmonic Mean Estimator*). Idennya adalah dengan mensimulasikan densitas *marginal* dan kemudian menarik nilai rata-rata dari nilai hasil simulasi. Untuk memulia hal ini harus diingat bahwa :

$$p(Y_T | I) = E \left[\frac{f(\theta_1)}{p(\theta_1 | I) p(Y_T | \theta_1, I)} \middle| \theta_1, I \right]^{-1}$$

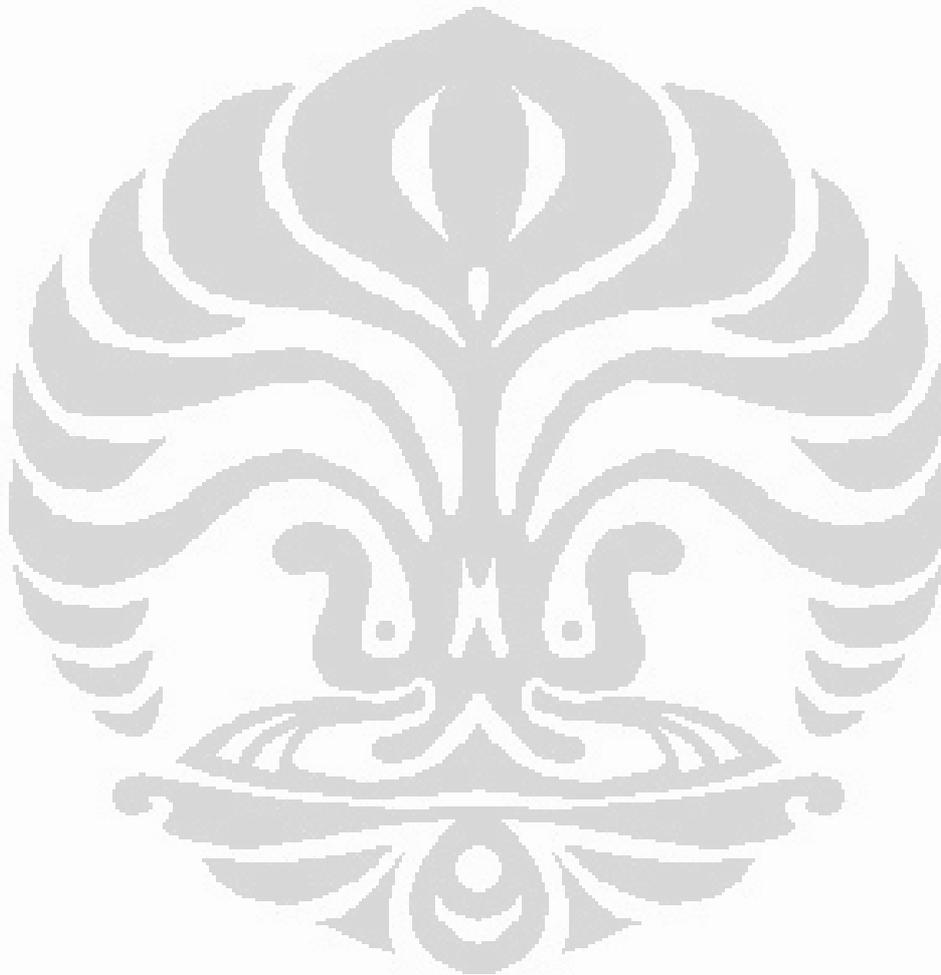
Dimana f adalah fungsi densitas peluang, ketika :

$$E \left[\frac{f(\theta_1)}{p(\theta_1 | I) p(Y_T | \theta_1, I)} \middle| \theta_1, I \right] = \frac{\int_{\Theta} f(\theta) d\theta}{\int_{\Theta} p(\theta_1) P(Y_T | \theta_1, I) d\theta_1}$$

Hal ini menghasilkan estimator untuk densitas *marginal* sebagai berikut :

$$p(YT | I) = \left[\frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \frac{f(\theta_I^{(b)})}{p(\theta_I^{(b)} | I) p(Y_T | \theta_I^{(b)}, I)} \right]^{-1}$$

dimana setiap vektor $\theta_I^{(b)}$ yang diperoleh dari setiap iterasi *Metropolis-Hasting* dan dimana fungsi densitas peluang f bisa dilihat sebagai penimbang pada inti *posterior* dalam rangka memainkan pentingnya nilai ekstrim dari θ .

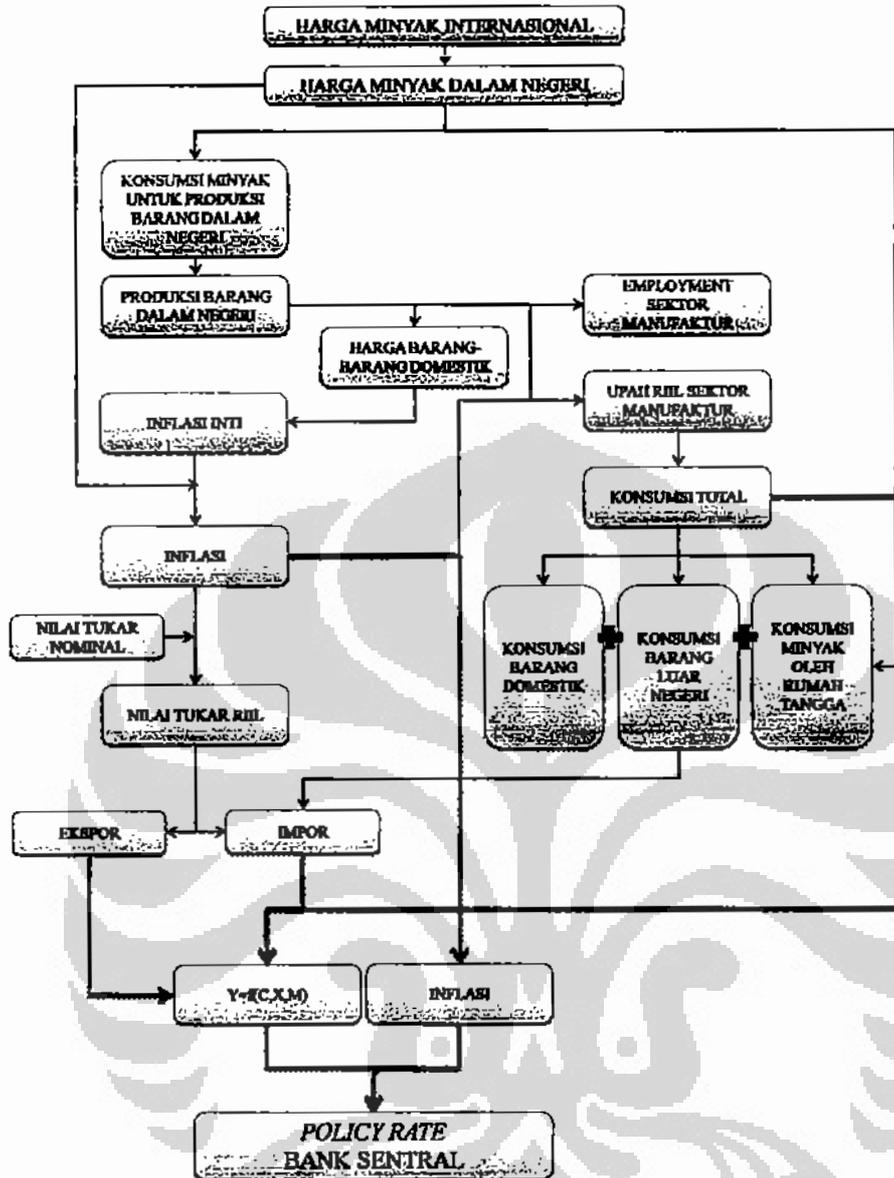


BAB 4
MEKANISME TRANSMISI
PENGARUH PERUBAHAN HARGA MINYAK INTERNASIONAL
PADA VARIABEL MAKROEKONOMI
DAN RESPON KEBIJAKAN MONETER DI INDONESIA

Sebelum menunjukkan hasil simulasi *impulse response* pengaruh perubahan harga minyak internasional, maka perlu dijelaskan bagaimana mekanisme transmisi pengaruh perubahan harga minyak internasional pada variabel makroekonomi serta respon kebijakan moneter di Indonesia.

Gambar 4.1. menunjukkan bagaimana mekanisme transmisi tersebut berjalan. Secara struktur, model terdiri dari 4 (empat) agen ekonomi yang saling berinteraksi, yang mewakili dua *core agent* yaitu rumah tangga dan produsen (perusahaan), serta dua *auxiliary agent* yaitu bank sentral, dan sektor eksternal (*rest of the world*).

Setiap agen ekonomi dimodelkan secara eksplisit dalam memaksimalkan tujuan (*objective*) dengan keterbatasan kendala sumber daya (*resource constraint*). Rumah tangga akan memaksimalkan *utility* dengan keterbatasan *budget constraint*. Perusahaan akan memaksimalkan *profit* dengan kendala antara lain berupa biaya input dan kemampuan dalam menentukan harga. Bank sentral akan memaksimalkan kesejahteraan masyarakat dengan memperhatikan perubahan inflasi dan output melalui tingkat bunga sebagai target operasi kebijakan moneter. Dengan memodelkan secara eksplisit agen ekonomi tersebut, model dalam disertasi ini dapat lebih mereplikasikan realita perekonomian di Indonesia.



Gambar 4.1.

Mekanisme Transmisi Pengaruh Perubahan Harga Minyak Internasional Pada Variabel Makroekonomi dan Respon Kebijakan Moneter di Indonesia

Sumber : Berdasarkan Model

Keterangan :

Transmisi diasumsikan (1) Indonesia sebagai negara pengimpor minyak neto sehingga model hanya memasukkan unsur impor minyak (2) transmisi hanya memasukkan pengaruh harga minyak dan tidak memasukkan unsur gas, (3) harga minyak dalam negeri sama dengan harga minyak internasional agar tercapai efisiensi dalam perekonomian.

Pada 17 Januari 2002 pemerintah melakukan perubahan mendasar dalam mekanisme penetapan harga BBM pada hampir seluruh jenis BBM, yaitu dengan penetapan harga BBM yang mendekati perkembangan harga internasional atau *market base* (Majardi, 2002). Sebelumnya, pada tanggal 1 April 2001 pemberlakuan kebijakan ini telah diterapkan pada kelompok BBM untuk industri dan perkapalan (Keppres No. 45 Tahun 2001 tentang harga jual eceran bahan bakar minyak dalam negeri, tanggal 29 Maret 2001)

Perubahan harga minyak internasional mempengaruhi secara langsung harga minyak dalam negeri. Selanjutnya perubahan harga minyak dalam negeri direspon oleh dua pelaku ekonomi yaitu produsen dan rumah tangga. Dari sisi produsen, respon akibat perubahan harga minyak dalam negeri terlihat dari konsumsi minyak untuk produksi. Kegiatan produksi tergantung pada struktur biaya, jika rasio penggunaan input minyak dalam produksi semakin tinggi dan elastisitas substitusi minyak dan tenaga kerja yang rendah maka perubahan harga minyak akan mempengaruhi pada *marginal cost*. Kondisi lain yang terjadi di pasar input dengan asumsi *Keynesian* yaitu upah bersifat *rigid* sehingga produsen tidak bisa mengubah upah nominal dalam jangka pendek bahkan penurunan upah nominal sulit dilakukan, maka pengaruh perubahan harga minyak pada biaya produksi semakin besar.

Selain menghadapi perubahan biaya produksi, produsen juga menghadapi kondisi di pasar output dengan asumsi *Keynesian* dimana harga bersifat *rigid*. Hal ini mempengaruhi pada produksi barang-barang dalam negeri sehingga menggeser (*shift*) kurva penawaran agregat dan pasar kerja dimana terjadi perubahan permintaan tenaga kerja.

Namun demikian, rigiditas harga nominal lebih besar ditentukan oleh perubahan biaya produksi, dimana semakin tinggi perubahan biaya produksi maka semakin rendah rigiditas harga nominal. Selanjutnya semakin rendah rigiditas harga nominal maka frekuensi harga barang-barang dalam negeri untuk berubah semakin tinggi. Perubahan harga barang-barang akan berpengaruh pada inflasi inti (*core inflation*), selanjutnya bersama dengan perubahan harga minyak akan mempengaruhi inflasi di dalam negeri. Pembentukan inflasi tercermin pada *Phillips Curve* yang merupakan bobot tertimbang dari *forward looking* inflasi periode mendatang dan inersia inflasi periode lalu (*adaptive expectation*). Dasar pertimbangan dari *adaptive expectation* adalah untuk membantu menjelaskan adanya *persistence inherent* dalam data variabel makroekonomi, khususnya persistensi inflasi yang terjadi Indonesia, sehingga berpengaruh pada pencapaian target horizon. Persistensi inflasi ini tergantung pada derajat indeksasi harga dan upah dalam perekonomian.

Perubahan harga barang-barang di dalam negeri akan mempengaruhi upah riil dan nilai tukar riil. Dari sisi rumah tangga, perubahan upah riil akan mempengaruhi perilaku konsumsi dan penawaran tenaga kerja. Perubahan konsumsi untuk barang-barang dalam negeri, barang-barang luar negeri dan bahan bakar (minyak) tergantung pada elastisitas substitusi minyak dan barang non-minyak serta elastisitas substitusi barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri. Perubahan yang terjadi dalam konsumsi akan mempengaruhi penawaran tenaga kerja oleh rumah tangga, namun demikian kondisi ini tergantung pada elastisitas penawaran tenaga kerja terkait dengan upah riil dan permintaan tenaga kerja oleh produsen.

Perubahan nilai tukar riil berpengaruh pada posisi ekspor dan impor. Namun demikian, kinerja ekspor juga dipengaruhi oleh kondisi perekonomian negara-negara di dunia dan daya saing barang ekspor. Sedangkan impor juga ditentukan oleh daya beli di dalam negeri.

Pembentukan PDB dapat dilihat dari sisi produksi dan pengeluaran. Perubahan produksi barang-barang dalam negeri akan menggeser (*shift*) kurva penawaran agregat, sedangkan perubahan yang terjadi pada konsumsi, ekspor dan impor akan menggeser (*shift*) kurva permintaan agregat.

Perubahan pada inflasi dan output (PDB) akan direspon oleh bank sentral melalui perubahan pada *policy rate*. Pentingnya jalur ekspektasi dalam perekonomian diakomodasi dengan penerapan pendekatan *hybrid rational expectation*. Dengan pendekatan ini, nilai beberapa variabel endogen dari perilaku agen ekonomi dipengaruhi oleh nilai pada periode sebelumnya (*backward-looking*) dan juga nilai ekspektasi terhadap variabel tersebut periode mendatang (*forward-looking*). Ekspektasi mempengaruhi nilai periode sekarang untuk variabel konsumsi rumah tangga, pembentukan *wage* dan inflasi. Kemampuan otoritas moneter untuk men-*anchor* ekspektasi inflasi memegang kunci penting dalam menentukan efektivitas kebijakan moneter yang bersifat *forward looking*.

BAB 5 HASIL PENGOLAHAN MODEL DAN ANALISIS IMPULSE RESPONSE

Pengolahan model DSGE dengan Teknik *Bayesian* dalam disertasi ini menggunakan Program *Dynare* versi 4.0.2 *release date October, 16th 2008* yang dikembangkan oleh Michelle Juillard dari *CEPREMAP (Centre d'Etudes Prospectives d'Economie Mathematique Appliquees)* Paris, dimana program ini adalah program yang berbasis Matlab. Berikut hasil pengolahan model DSGE tersebut.

5.1. Penentuan *Prior Information*

Simulasi *impulse response* yang dihasilkan oleh model DSGE sangat ditentukan oleh nilai parameter yang digunakan pada persamaan di dalam model. Nilai parameter yang berbeda akan menghasilkan simulasi yang berbeda pula. Oleh karena itu, mendapatkan nilai parameter yang benar adalah tahap yang sangat vital dalam rangka mendapatkan hasil simulasi yang baik dan sesuai dengan kondisi perekonomian sebenarnya.

Kesulitan yang seringkali dihadapi dalam memperoleh nilai parameter yang dimaksud adalah tidak dimilikinya pengetahuan awal (*prior information*) yang akurat tentang *magnitude* dari parameter tersebut, misalnya tidak diketahui dengan akurat seberapa besar nilai parameter yang menjelaskan peran *habit formation* dalam membentuk nilai konsumsi rumah tangga. Lebih dari itu, bahkan tidak diketahui bagaimana proses pembentukan nilai parameter itu terjadi. Sehingga seringkali nilai parameter yang kemudian dipakai adalah sekedar tebakan (*wild guess*) yang tidak memiliki dasar apapun. Alternatif lain adalah menggunakan nilai yang telah dibuktikan secara empiris (ekonometrik maupun survei) dalam studi lain sebelumnya. Pada akhirnya, nilai parameter yang dicari adalah nilai parameter yang paling mencerminkan kondisi sebenarnya sebagaimana tercermin dari semua informasi dan data aktual yang relevan (GEMBI 2005).

Teknik *Bayesian estimation* yang digunakan dalam model ini memungkinkan dilakukannya penghitungan nilai parameter dalam model dengan mengkombinasikan antara data aktual (historis) yang telah terjadi dengan tebakan/perkiraan awal (*priors*) terhadap nilai parameter yang dicari. Melalui algoritma *Bayesian estimation*, tebakan awal akan selalu diperbaiki oleh data-data aktual untuk selanjutnya dihasilkan nilai parameter yang terbaik (*posteriors*).

Dalam pengestimasi parameter menggunakan *Bayesian*, *prior* dan *posterior distributions* tidaklah mencerminkan properti yang terukur dari parameter yang sedang diestimasi, melainkan mencerminkan tingkat pengetahuan terhadap parameter yang dimaksud. Lebar distribusi juga tidak dimaksudkan untuk menunjukkan rentang nilai dari nilai yang sesungguhnya (*true value*) dari parameter. Lebar distribusi tersebut justru mencerminkan rentang nilai yang konsisten dengan asumsi awal (*prior information*) dan data aktual yang dimiliki, yang pada akhirnya dapat digunakan sebagai nilai parameter yang mungkin diperoleh. Yang terkandung dalam distribusi bukanlah rentang nilai parameternya tetapi probabilitasnya. Dengan kata lain, *Bayesian* memperlakukan parameter di dalam model sebagai *random variables* dimana dapat melekatkan *subjective probability distribution* yang menjelaskan seberapa tidak yakinnya tentang nilai sebenarnya dari parameter tersebut. *Prior information* yang dimaksud seringkali diambil dari pengalaman mikro dan makro ekonomi sebelumnya berkaitan dengan penentuan parameter yang kemudian dipakai sebagai *means* atau *modes* pada *prior density* yang akan dibentuk, sedangkan unsur ketidakpastiannya diekspresikan dengan menentukan varians yang tepat untuk *prior density* tersebut.

Bayesian akan menyimpulkan informasi tentang parameter yang nilainya tak diketahui tersebut dalam bentuk *probability density function*. Selanjutnya, karena parameter yang sedang dihitung diperlakukan sebagai sebuah *random variables* maka dalam *Bayesian* terdapat mekanisme *feedback* untuk secara iteratif meng-*update* kepercayaan awal untuk mengetahui parameter yang dimaksud. *Posterior distribution* selanjutnya mencerminkan kepercayaan yang telah direvisi berdasarkan kombinasi antara data dan *prior knowledge*.

Secara matematis, estimasi dengan metode *Bayesian* untuk mencari nilai parameter yang tidak diketahui direpresentasikan oleh nilai yang meminimalkan

posterior expected loss function. Dengan kata lain, nilai estimasi *Bayesian* akan tergantung dari bentuk *loss function* yang dipilih dan juga *prior distribution*-nya. Dalam kondisi *constant prior* maka *posterior distribution* akan proporsional terhadap bentuk *likelihood function*-nya. Secara umum, metode *Bayesian* merupakan penggabungan *likelihood function* dari data observasi dengan *prior information* yang berupa *prior density*-nya kemudian memaksimumkan hasil penggabungan atau *posterior density*-nya.

Selanjutnya untuk melakukan inferensi melalui evaluasi terhadap *posterior distribution* diperlukan metode komputasi untuk menghitung nilai *posteriors*. Metode yang sering digunakan adalah MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*) yang dikombinasikan dengan metode sampling MH (*Metropolis Hasting*) yang dikembangkan oleh Metropolis dan Hasting (GEMBI, 2004).

Pemilihan parameter utama didasarkan studi terdahulu dari Medina dan Soto (2005), GEMBI 2006, dan *expert judgment*. Penentuan *prior distribution* mengikuti studi dari Medina dan Soto (2005). Berikut adalah (*initial parameter, prior distribution*) dari parameter yang digunakan: *inverse* elastisitas tenaga kerja (σ_L) dengan (2, *inverse gamma*), *habit formation* (h) dengan (0.4, *beta*), rigiditas harga (ϕ_H) dengan (0.5, *beta*), rigiditas upah (ϕ_L) dengan (0.75, *beta*), elastisitas substitusi antara barang dalam negeri dan barang luar negeri (θ) dengan (0.25, *inverse gamma*), elastisitas permintaan luar negeri terhadap barang dalam negeri (η^*) dengan (0.05, *inverse gamma*), indeksasi upah (ξ_L) dengan (0.5, *beta*), indeksasi harga (ξ_H) dengan (0.99, *beta*), elastisitas substitusi antara minyak dan barang non-minyak (η) dengan (0.5, *inverse gamma*), elastisitas substitusi minyak dan tenaga kerja (ω) dengan (0.50, *inverse gamma*), *policy rate* periode lalu (ρ) dengan (0.9, *beta*), bobot inflasi untuk *policy rate* (ω_π) dengan (1.5, *normal*), bobot output untuk *policy rate* (ω_y) dengan (0.25, *normal*).

Distribusi *inverse gamma* digunakan ketika parameter yang akan diestimasi lebih besar dari nol. Distribusi *beta* digunakan ketika parameter yang akan diestimasi memiliki rentang antara 0 sampai 1. Distribusi *normal* digunakan untuk estimasi parameter yang memiliki kecenderungan berdistribusi *normal* tanpa memiliki batas tertentu.

5.2. Validitas Model

Parameter estimasi yang dihasilkan dengan menggunakan metode DSGE dapat dipergunakan untuk simulasi *impulse response* yang menggambarkan perekonomian Indonesia. Sebelum sampai pada simulasi tersebut maka dilakukan validasi yang meliputi nilai *steady state*, nilai *eigen*, hasil maksimisasi parameter *posterior*, *Laplace approximation* dan *acceptation rate*, simulasi distribusi *prior* dan *posterior*, simulasi *multivariate diagnostic* dan simulasi *univariate diagnostic*.

5.2.1. Steady State

Variabel endogen mempunyai nilai *steady-state*³⁶ sama dengan nol. Simulasi dilakukan dengan model *log linear* sehingga respon model adalah linier dalam besaran *shock*.

Tabel 5.1.
Nilai Steady State Model

Variabel Endogen	Definisi Variabel	Nilai Steady State
c_cap	Konsumsi Total	0
c_F_cap	Konsumsi Rumah Tangga Terhadap Produk Luar Negeri	0
c_H_cap	Konsumsi Rumah Tangga Terhadap Produk Dalam Negeri	0
i_cap	Tingkat Bunga Nominal	0
r_cap	Policy rate Bank Sentral	0
Pi_cap	Inflasi Total	0
Pi_Z_cap	Inflasi Inti	0
rer_cap	Nilai Tukar Riil	0
Pr_O_cap	Harga Minyak Dalam Negeri	0
Pi_H_cap	Inflasi Barang-barang Produksi Dalam Negeri	0
Wr_cap	Upah Riil Sektor Manufaktur	0
l_cap	Employment Sektor Manufaktur	0
o_cap	Konsumsi Minyak Total Dalam Negeri	0
o_C_cap	Konsumsi Minyak oleh Rumah Tangga	0
o_H_cap	Konsumsi Minyak Untuk Produksi Barang Dalam Negeri	0
y_cap	GDP Riil	0
y_H_cap	Produksi Barang-barang Dalam Negeri	0
x_cap	Ekspor	0
m_cap	Impor	0
Pr_O_star_cap	Harga Minyak Internasional	0

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

³⁶ Kondisi awal (*baseline*) yang tidak ada pengaruh *shock* (Fenton & Murchison, 2006).

5.2.2. Nilai Eigen

Jumlah *eigen value* yang nilainya lebih dari satu sama dengan jumlah variabel *forward looking*, hal ini menunjukkan bahwa model telah stabil. Jumlah *eigen value* model disertai yang lebih dari satu adalah 5 (lima) sama dengan jumlah variabel *forward looking*, hal ini menghasilkan kondisi yang *verified*. Sedangkan jumlah iterasi yang diperlukan adalah sebanyak 113 iterasi.

Tabel 5.2.
Nilai Eigen dan Iterasi Terakhir

```

There are 5 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus
for 5 forward-looking variable(s)

The rank condition is verified.

You did not declare exogenous variables after the estimation command.
Loading 32 observations from data_utama.d

No constant.
Initial value of the log posterior (or likelihood): -22195.3929
-----
f at the beginning of new iteration,      22195.3928995798
Predicted improvement: 10384171.741908018
lambda =      1: f =      23400.8100968
lambda =  0.33333: f =      22117.3374002
lambda =  0.11111: f =      23205.8945791
lambda =  0.037037: f =      22196.0044252
lambda =  0.012346: f =      22195.3951814
lambda =  0.0041152: f =      1932.6724105
lambda =  0.0013717: f =      7933.4746405
Norm of dx      45.572
----
Improvement on iteration 1 =      20262.710489082

-----
f at the beginning of new iteration,      -25.1181805510
Predicted improvement:      0.04133948
lambda =      1: f =      -25.1180341
lambda =  0.33333: f =      -25.1181643
lambda =  0.11111: f =      -25.1181787
lambda =  0.037037: f =      -25.1181804
lambda =  0.012346: f =      -25.1181805
lambda =  0.0041152: f =      -25.1181805
lambda =  0.0013717: f =      -25.1181806
lambda =  0.00045725: f =      -25.1181806
lambda =  0.00015242: f =      -25.1181806
lambda =  5.0605e-005: f =      -25.1181806
lambda =  1.6935e-005: f =      -25.1181806
lambda =  5.645e-006: f =      -25.1181806
lambda =  1.0e-006: f =      -25.1181806
Norm of dx      0.015992
----
Improvement on iteration 113 =      0.000000000
improvement < crit termination
Objective function at mode: -25.118181
Objective function at mode: -25.118181

```

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.2.3. Hasil Maksimisasi Parameter Posterior

Hasil pengolahan menunjukkan bahwa parameter yang diestimasi, semuanya mempunyai t-statistik yang signifikan dan normal (tidak meledak). Hal ini menunjukkan bahwa secara statistik, parameter *prior* dan *posterior* berada pada distribusi yang sama.

Tabel 5.3.
Hasil Maksimisasi Posterior

RESULTS FROM POSTERIOR MAXINIZATION

parameters	prior mean	mode	s.d.	t-stat	prior	pstdev
sigma_L	2.000	1.9809	0.6620	2.9922	invg	0.1000
h	0.400	0.7142	0.0629	11.3596	beta	0.0500
phi_H	0.500	0.3162	0.0230	13.7659	beta	0.0500
phi_L	0.750	0.6320	0.0440	14.3530	beta	0.0500
theta	0.250	0.0584	0.0105	5.5563	invg	2.0000
eta_star	0.050	0.0213	0.0078	2.7281	invg	4.0000
phikecil	0.500	0.0991	0.0150	6.5974	invg	2.0000
xi_L	0.500	0.2814	0.1344	2.0936	beta	0.3000
xi_H	0.990	0.0189	0.0142	1.3251	beta	0.0500
eta	0.500	0.8219	0.1298	6.3332	invg	2.0000
omega	0.500	0.1883	0.0551	3.4152	invg	2.0000
rho	0.900	0.9238	0.0482	19.1841	beta	0.0500
omegabaru_pi	1.500	1.7433	0.1342	12.9954	norm	0.1500
omegabaru_y	0.250	0.2696	0.1541	1.7494	norm	0.1500
rho_a	0.500	0.5731	0.0476	12.0329	beta	0.0500
rho_S	0.500	0.6024	0.0477	12.6208	beta	0.0500
rho_cstar	0.500	0.5185	0.0489	10.6128	beta	0.0500
rho_istar	0.500	0.3424	0.0516	6.6361	beta	0.0500
rho_pistar	0.500	0.4990	0.0507	9.8415	beta	0.0500
rho_zeta	0.500	0.4631	0.0422	10.9739	beta	0.0500
rho_psi	0.500	0.5251	0.0475	11.0572	beta	0.0500

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.2.4. Laplace Approximation dan Acceptation Rate

Dengan nilai t-statistik yang normal maka program *dynare* melanjutkan dengan simulasi *Metropolis Hasting*. *Log data density* atau *Laplace approximation* sebesar -46,074904 diperlukan oleh simulasi *Metropolis Hasting* dalam mengambil sampel. Semakin kecil *Laplace approximation* maka semakin baik. Dengan iterasi sebanyak 20.000 dan 5 kali simulasi maka *acceptation rate*

yang dihasilkan berada pada interval yang dapat diterima yaitu 0,3437 (34,37%) mendekati nilai standar 25%³⁷.

Tabel 5.4.
Laplace Approximation dan Acceptation Rate

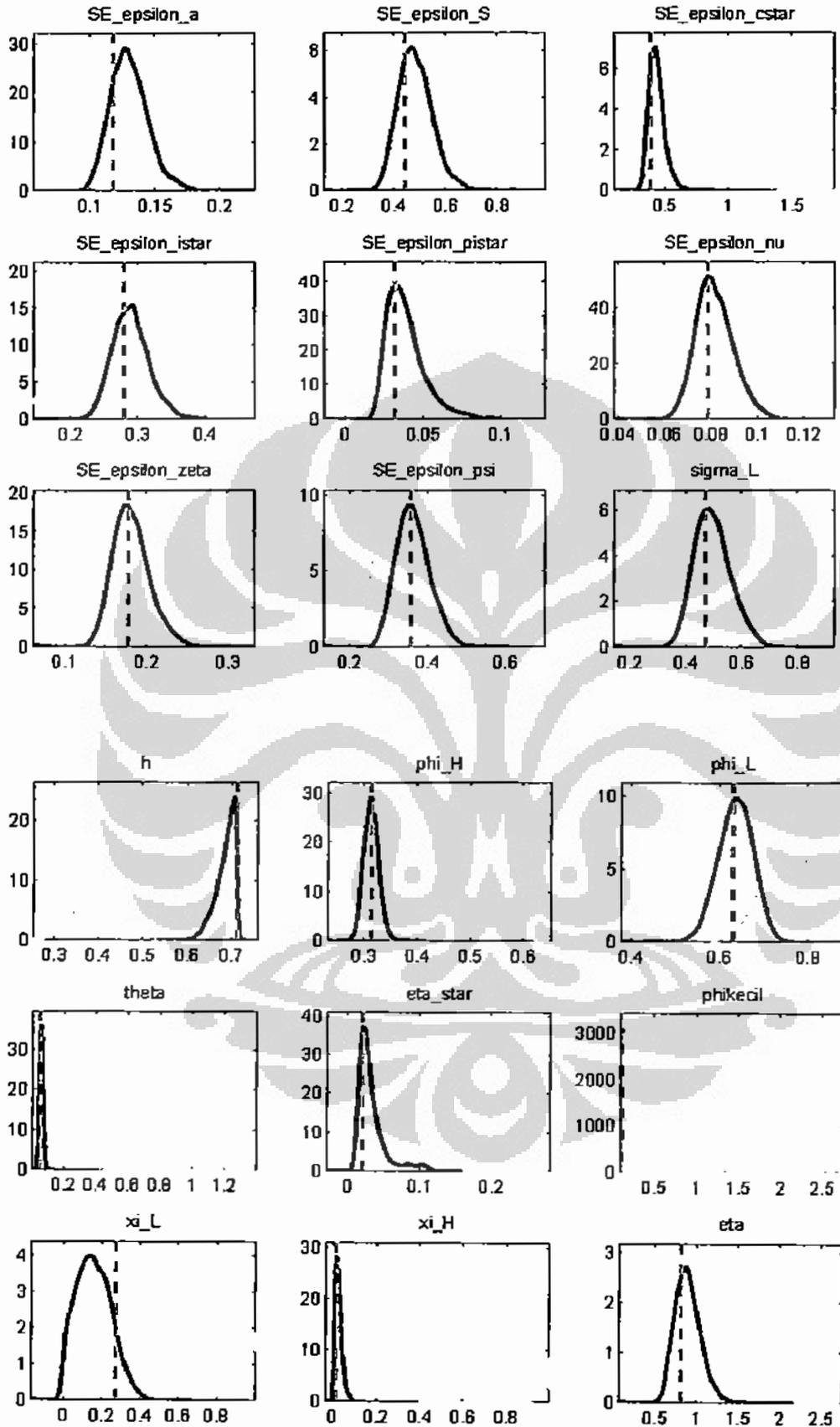
Log data density [Laplace approximation] is -46.074904.					
MH: Multiple chains mode.					
MH: Searching for initial values...					
MH: Initial values found!					
MH: Number of mh files : 5 per block.					
MH: Total number of generated files : 25.					
MH: Total number of iterations : 20000.					
MH: average acceptance rate per chain :					
0.3541	0.3579	0.3632	0.3592	0.3437	

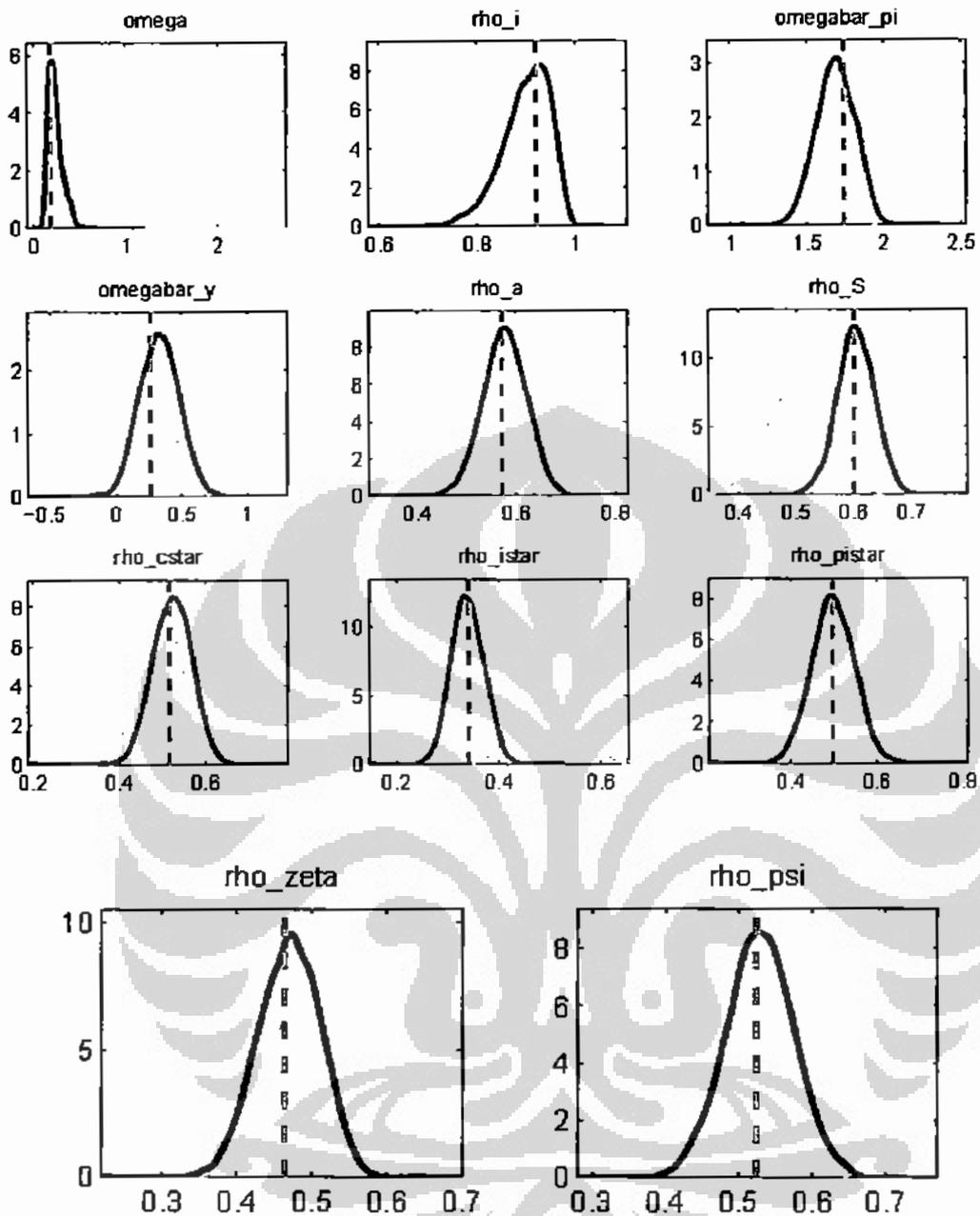
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.2.5. Simulasi *Prior* dan *Posterior*

Hasil simulasi menunjukkan bahwa parameter *prior* dan *posterior* masih berada pada distribusi yang sama artinya distribusi untuk estimasi dapat digunakan sehingga parameter yang dihasilkan secara statistik dapat dipercaya.

³⁷ Nilai *acceptance rate* idealnya adalah 25%. Apabila *acceptance rate* terlalu tinggi maka iterasi MH tidak akan pernah mencapai ujung dari distribusi, sedangkan jika *acceptance rate* terlalu rendah maka iterasi akan berhenti pada range yang rendah (Griffoli, 2007).





Grafik 5.1.

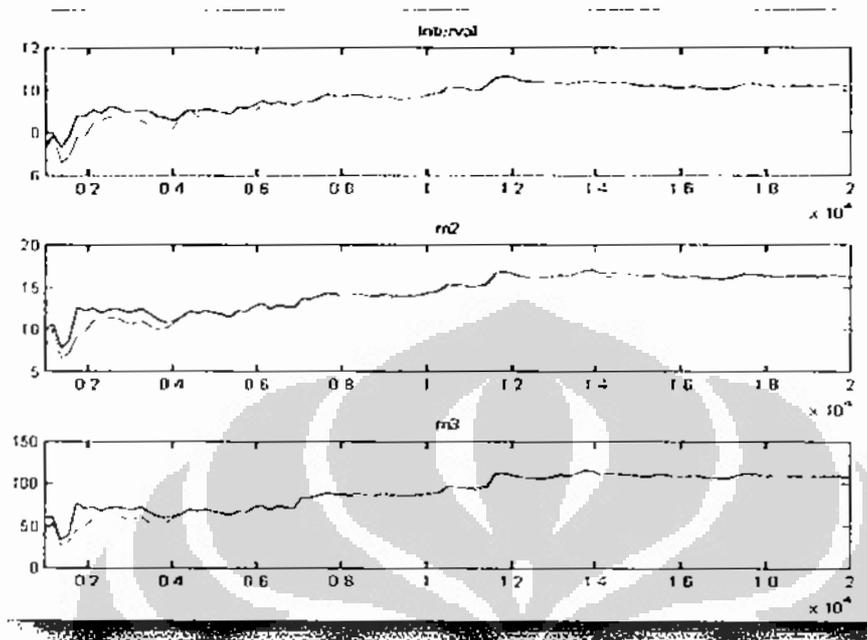
Simulasi Distribusi *Priors* dan *Posteriors*

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.2.6. Simulasi *Multivariate Diagnostic*

Simulasi diagnosis multivariat menunjukkan rasio simulasi parameter yang memuaskan yaitu lebih kecil dari nilai standar 1,2. Pada iterasi ke 20.000 dengan *acceptation rate* 0,3437 maka rasio *multivariat diagnostic* (warna biru ÷ warna

merah) adalah sebesar 1,00. Hal ini menunjukkan bahwa konvergensi sudah tercapai dan estimasi parameter dapat dilanjutkan.

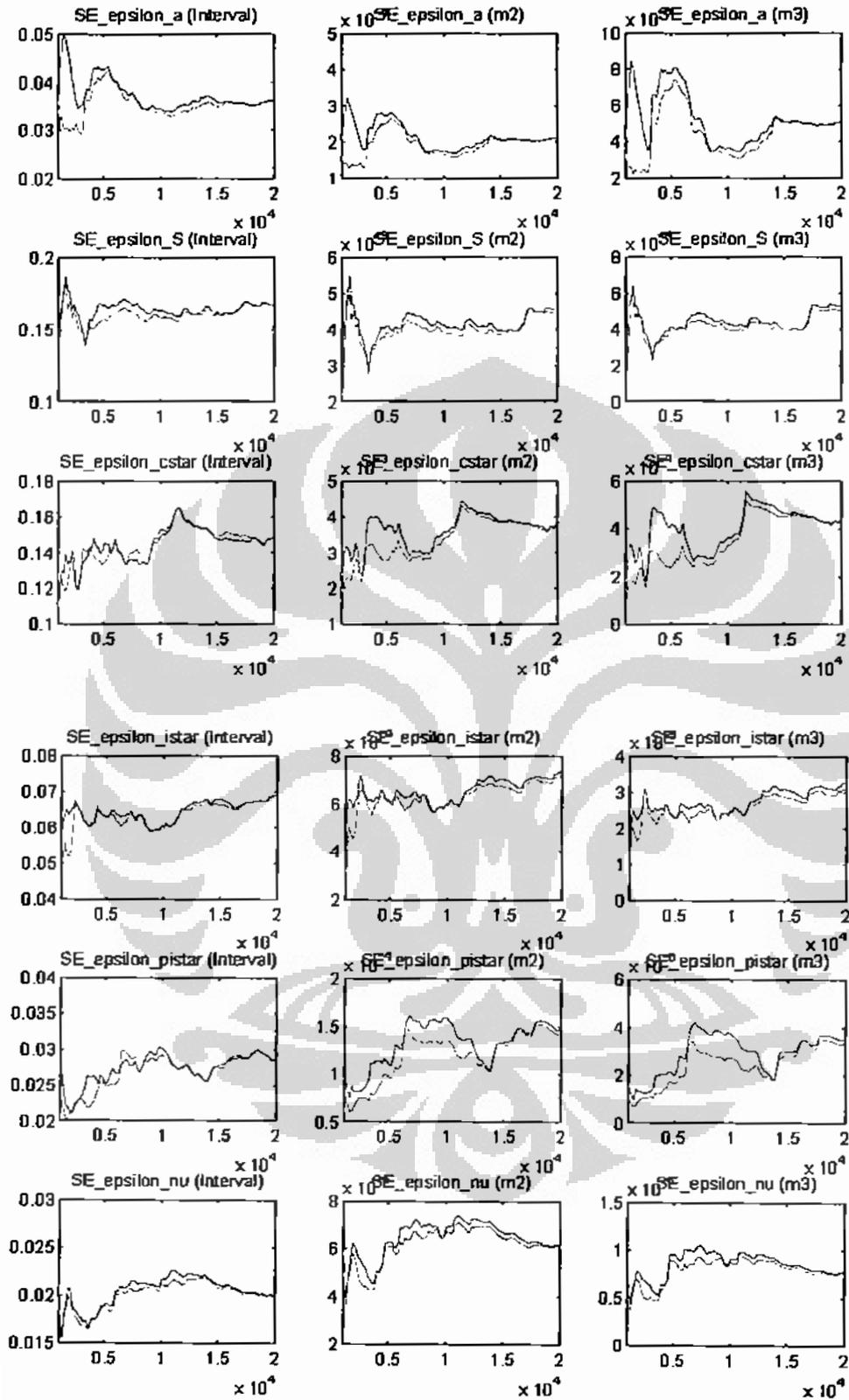


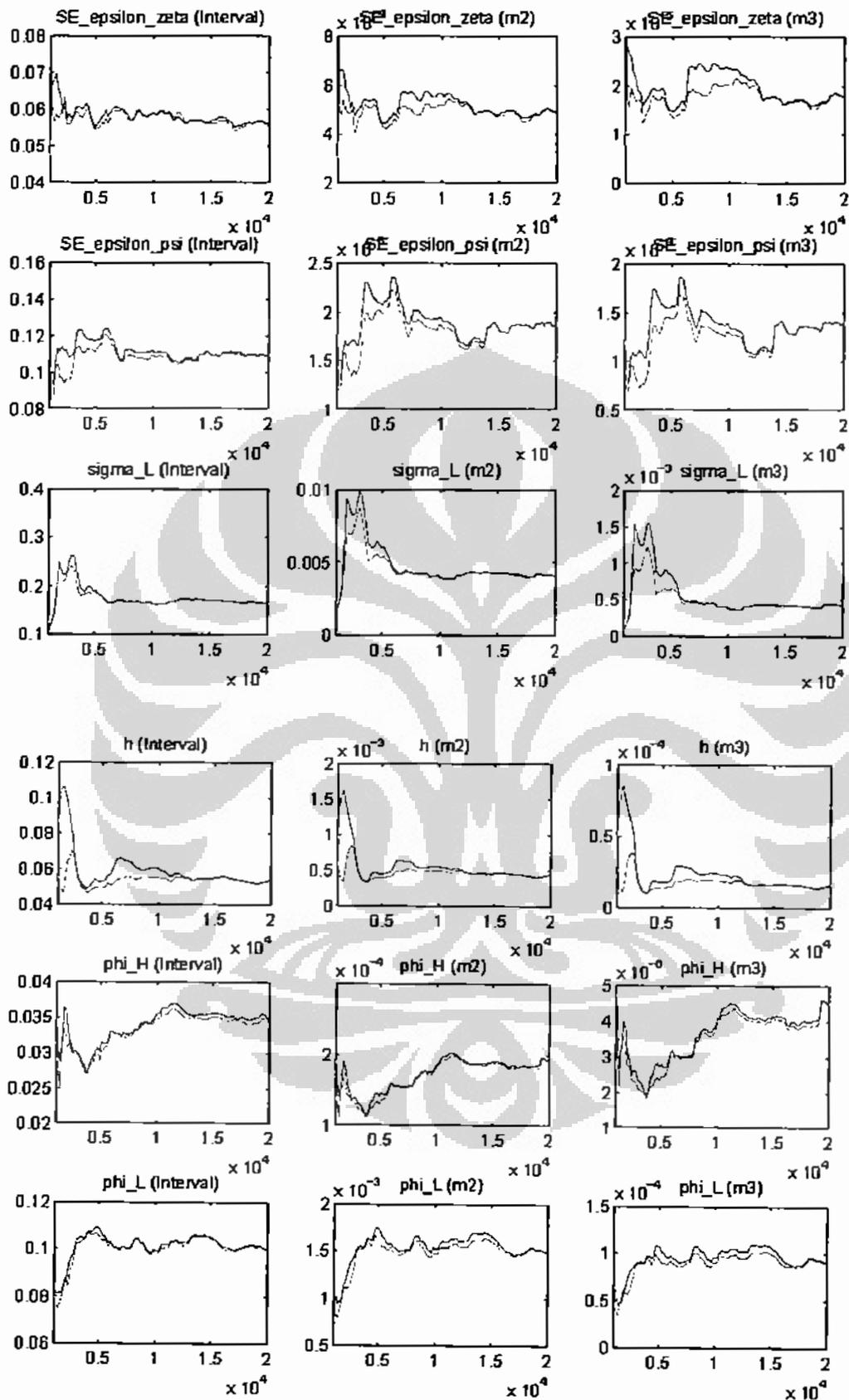
Grafik 5.2.
Diagnosis Multivariate

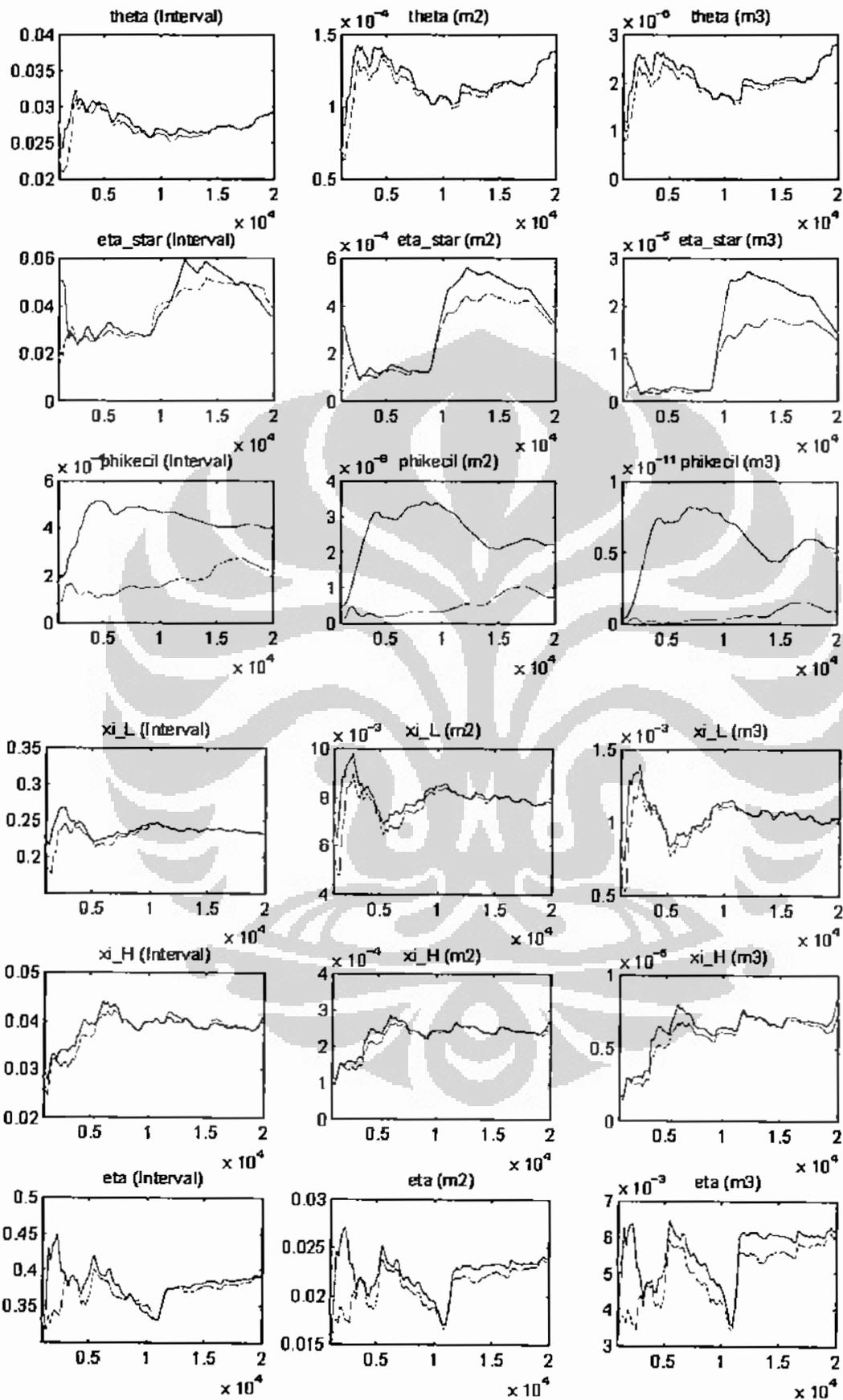
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

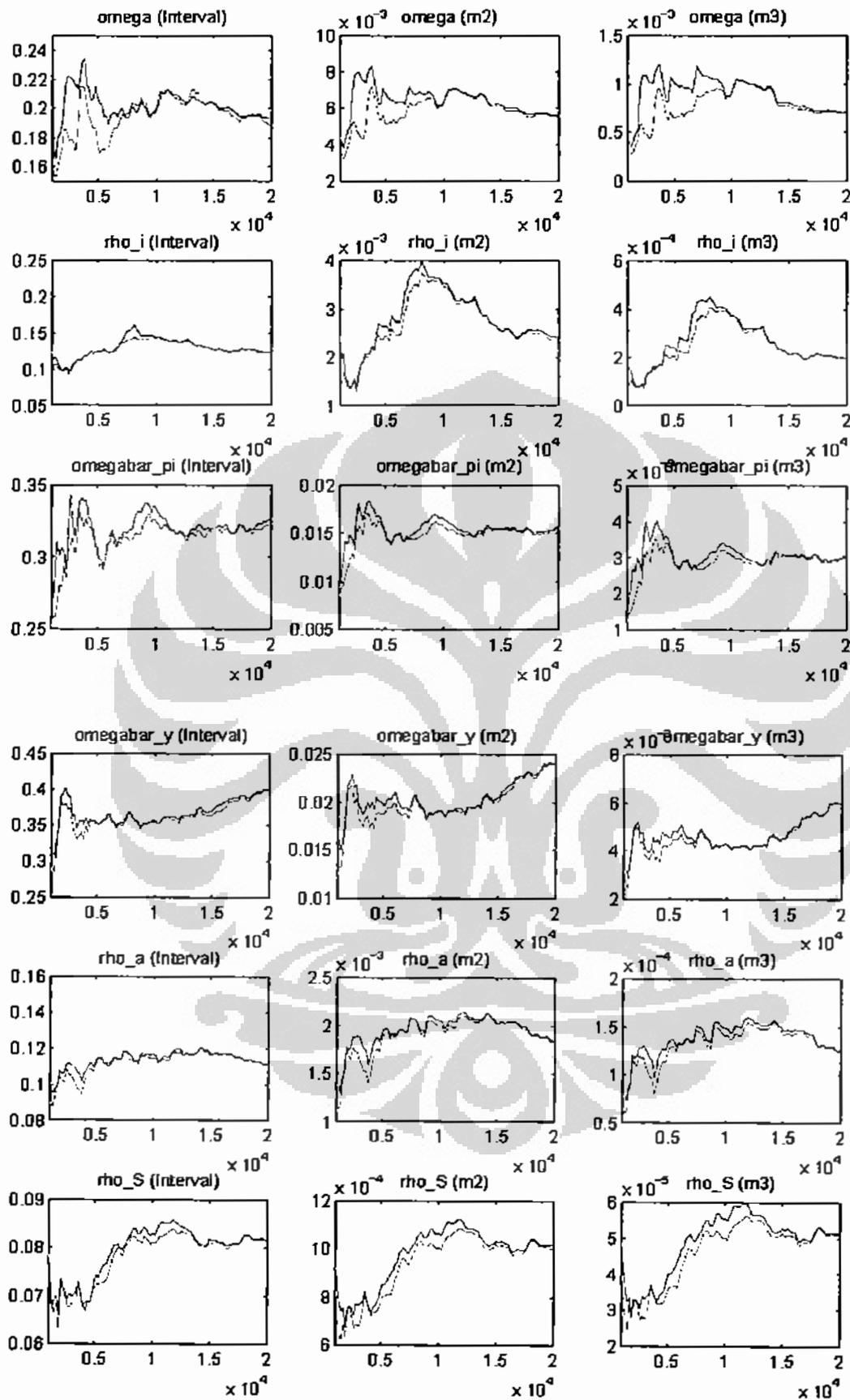
5.2.7. Simulasi *Univariate Diagnostic*

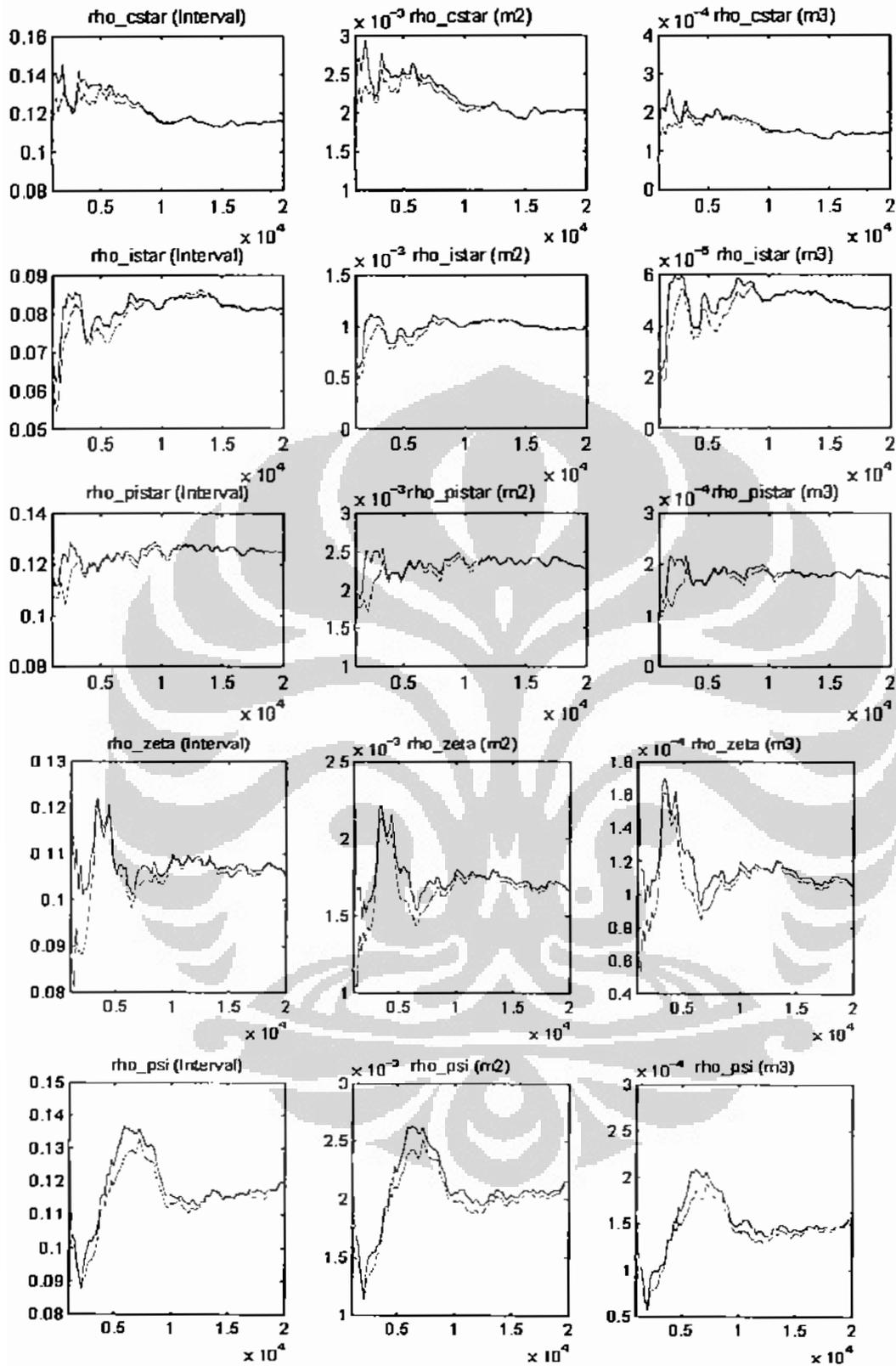
Hasil pengolahan model menghasilkan simulasi *univariate diagnostic* berimpit atau warna biru : warna merah $\leq 1,2$.











Grafik 5.3.
Diagnosis Univariate

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.3. Simulasi *Impulse Response*

Hasil simulasi *impulse response* bertujuan untuk menggambarkan performa model yang relatif koheren secara teoritis (GEMBI 2006). Respon dari *shock* eksogen mengindikasikan beberapa mekanisme hubungan antar variabel dalam model yang merupakan perilaku optimal agen-agen perekonomian. Untuk menangkap hal tersebut maka dilakukan *shock* pada beberapa variabel yang dibagi dua yaitu variabel non-minyak dan variabel minyak.

Dalam simulasi ini masing-masing variabel kemudian satu persatu diberikan *shock* pada awal periode untuk menghasilkan *impulse response* dimana nilai-nilai variabel akan menuju ke nilai *steady state*-nya setelah beberapa periode ke depan. Besarnya respon dari setiap variabel sebagai dampak dari *shock* yang diberikan terhadap satu variabel lainnya akan memperlihatkan seberapa sensitif variabel tersebut periode demi periode saat merespon *shock* yang terjadi.

Beberapa aspek penting simulasi dalam disertasi ini samadengan simulasi dalam GEMBI 2006 yaitu pertama, perekonomian sebenarnya berada pada kondisi *equilibrium* jangka panjang hanya saja *shock* tersebut mengakibatkan perekonomian keluar dari *equilibrium*-nya secara temporer untuk selanjutnya kembali pada kondisinya semula. *Impulse response* dilakukan untuk melihat seberapa besar dan seberapa lama perekonomian akan terdeviasi dari *equilibrium* jangka panjang tersebut. Kedua, *shock* di dalam *impulse response* merupakan *shock* yang tidak terantisipasi sebelumnya namun setelah terjadi *shock* tersebut dipahami secara jelas oleh agen-agen ekonomi dengan definisi yang serupa, dengan kata lain dianggap tidak ada asumsi *asymmetric information*. Ketiga, setiap *shock* merupakan *single shock* yang terjadi hanya pada satu variabel saja.

5.3.1 Simulasi *Impulse Response Terhadap Shock Non-Minyak*

Analisis *shock* non-minyak diperlukan untuk menguji reabilitas parameter dalam menjelaskan model sehingga apabila dalam analisis *impulse response shock* non-minyak model mampu menjelaskan secara teori maka dalam analisis respon *shock* minyak parameter tersebut dapat dipergunakan.

5.3.1.1 Simulasi *Impulse Response* Terhadap *Shock* Peningkatan Teknologi

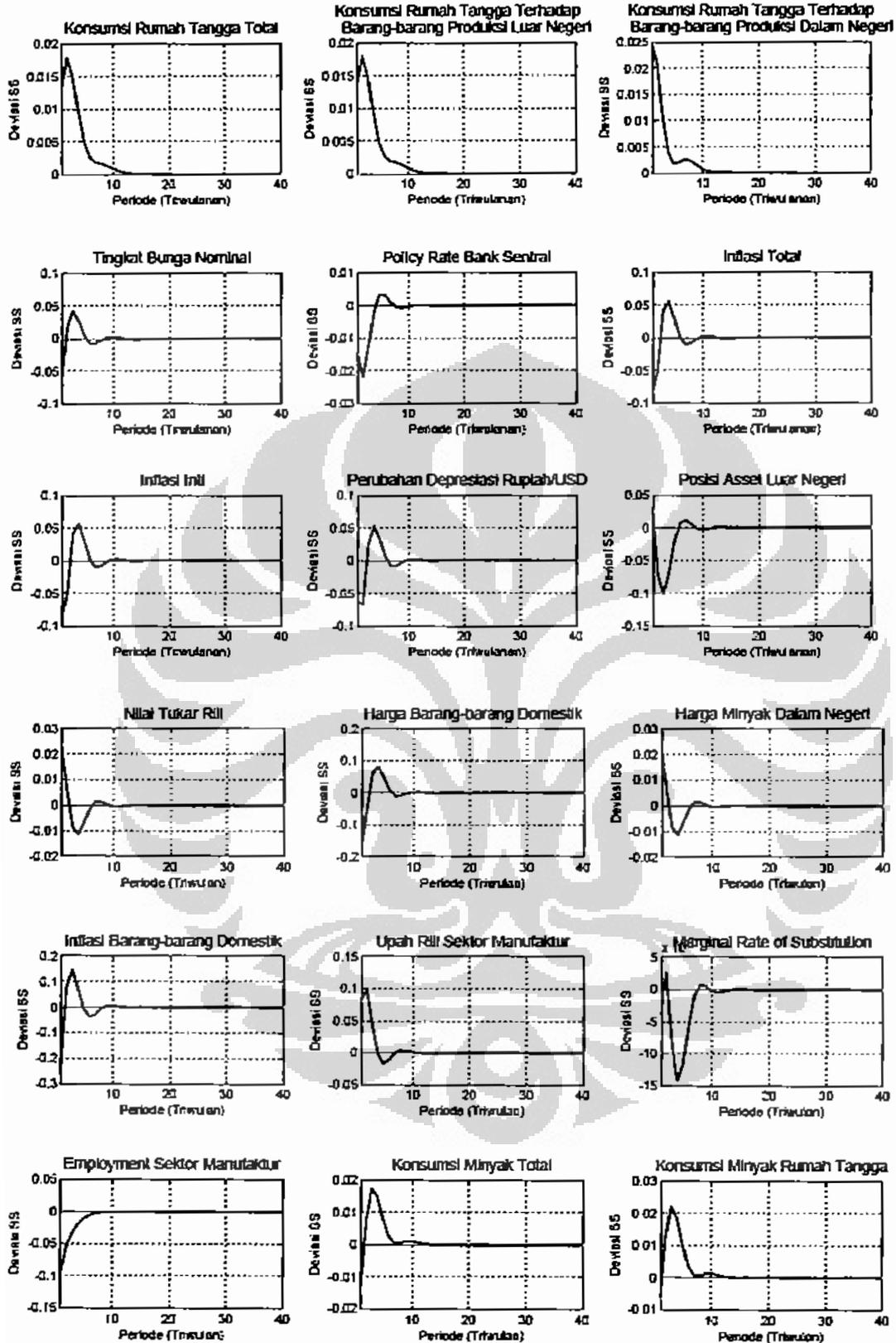
Grafik 5.4 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *stochastic shock* peningkatan teknologi produksi maka mendorong peningkatan produktivitas dan menurunkan *marginal cost*. Kemampuan perusahaan menurunkan *marginal cost* akan mendorong peningkatan produksi barang-barang dalam negeri yang selanjutnya berpengaruh pada turunnya harga barang-barang domestik yang berarti terjadi peningkatan upah riil. Peningkatan upah riil akan meningkatkan *purchasing power* rumah tangga, ini terlihat dari peningkatan konsumsi rumah tangga baik terhadap barang-barang produksi dalam negeri maupun barang-barang produksi luar negeri.

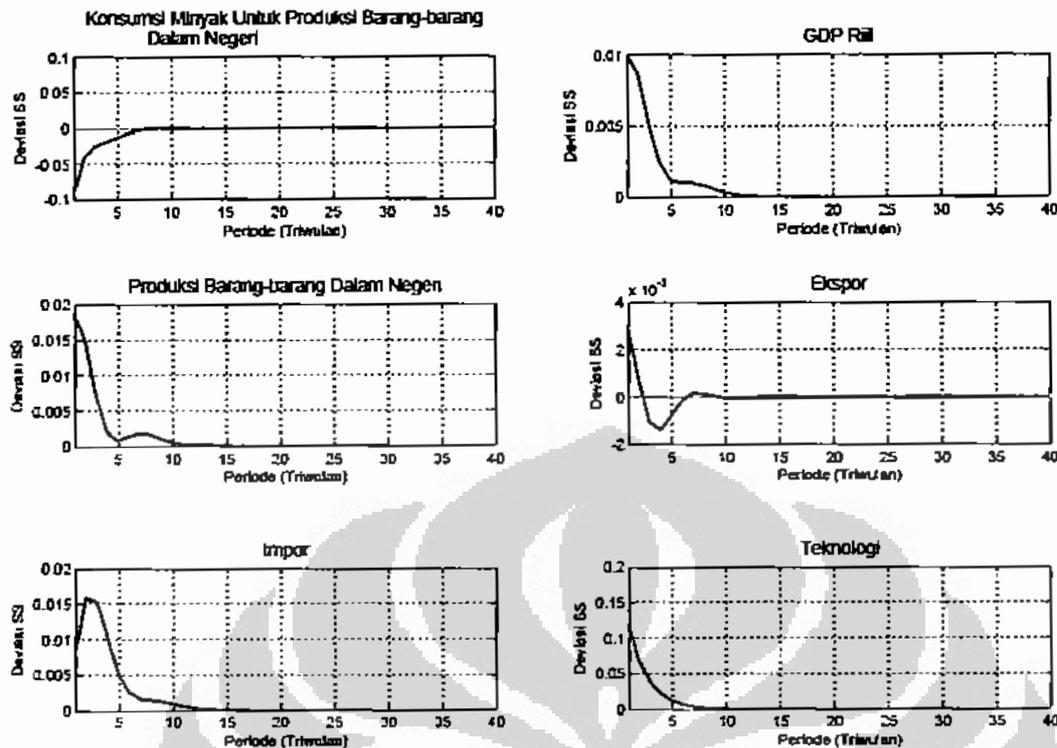
Sedangkan turunnya harga barang-barang menyebabkan nilai tukar riil mengalami depresiasi³⁸. Posisi perdagangan internasional memperlihatkan ekspor mengalami kenaikan meskipun impor meningkat lebih besar, ini sebagai akibat peningkatan *purchasing power* rumah tangga dalam negeri meskipun nilai tukar riil mengalami depresiasi.

Peningkatan teknologi produksi menyebabkan perusahaan mencapai efisiensi produksi sehingga berpengaruh pada penurunan penggunaan faktor input. Ini terlihat pada penurunan *employment* sektor manufaktur dan konsumsi minyak untuk produksi barang-barang dalam negeri.

Penurunan harga barang-barang domestik menyebabkan turunnya inflasi. Sedangkan peningkatan produksi barang-barang dalam negeri menyebabkan peningkatan dalam GDP (output) riil. Melihat turunnya inflasi dan peningkatan dalam GDP (output) riil maka respon bank sentral adalah menurunkan *policy rate*. Hasil simulasi dalam disertasi ini konsisten dengan simulasi *impulse response* untuk mengidentifikasi *shock* produktivitas (teknologi) di *Euro Area* oleh Smets and Wouters (2002).

³⁸ Jika terjadi kenaikan harga barang-barang di dalam negeri maka nilai tukar riil mengalami apresiasi atau penurunan dan jika terjadi penurunan harga barang-barang di dalam negeri maka nilai tukar riil mengalami depresiasi atau kenaikan (Fenton & Murchison, 2006; Medina & Soto, 2005; Soelistianingsih, 2008). Nilai tukar riil lebih tepat untuk menjelaskan kinerja ekspor dan impor (Soelistianingsih, 2008).





Grafik 5.4.
Impulse Response Terhadap Shock Peningkatan Teknologi

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

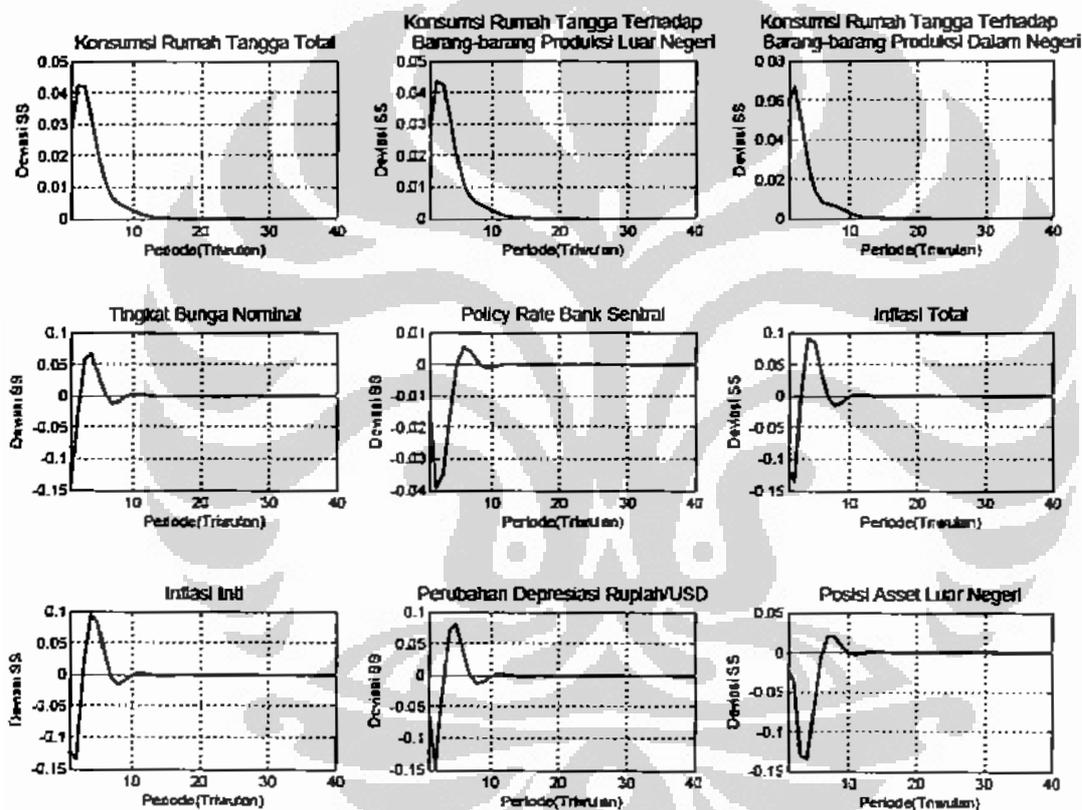
5.3.1.2 Simulasi *Impulse Response Terhadap Shock Peningkatan Konsumsi Luar Negeri*

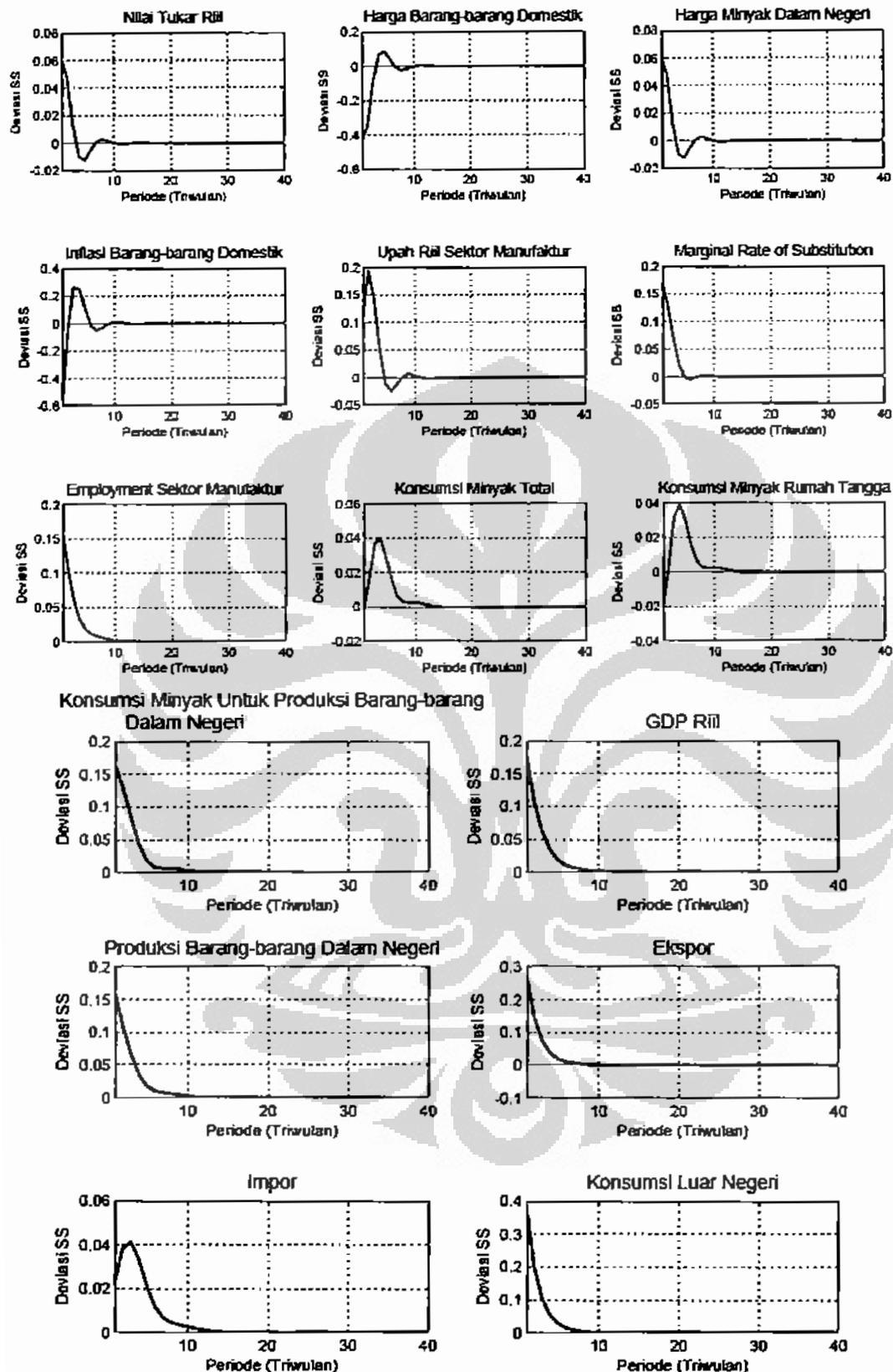
Grafik 5.5 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *stochastic shock* peningkatan konsumsi luar negeri, yang tidak dapat langsung dipenuhi oleh ekspor karena tergantung kemampuan ekonomi domestik untuk memenuhi permintaan tersebut. Jika ekonomi domestik mampu memenuhi ekspor tersebut maka dampak kenaikan konsumsi luar negeri akan mendorong meningkatnya ekspor dan meningkatkan produksi barang-barang dalam negeri.

Peningkatan produksi barang-barang dalam negeri akan meningkatkan upah riil dan penggunaan faktor input yaitu meningkatnya *employment* dan konsumsi minyak. Peningkatan upah riil akan mendorong rumah tangga meningkatkan konsumsi baik untuk barang-barang produksi dalam negeri maupun barang-barang produksi luar negeri. Meningkatnya ekspor hanya sedikit memperbaiki *trade balance* domestik, hal ini karena kenaikan ekspor ternyata

diikuti juga oleh kenaikan impor. Kenaikan impor karena daya beli rumah tangga yang meningkat. Kenaikan produksi mendorong penurunan harga barang-barang di dalam negeri sehingga nilai tukar riil mengalami depresiasi.

Menurunnya harga domestik akan menurunkan inflasi. Sebagai respon terhadap menurunnya inflasi domestik maka akan memberikan ruang gerak bagi bank sentral untuk menurunkan *policy rate*. Hasil simulasi dalam disertasi ini konsisten dengan simulasi *impulse response* untuk mengidentifikasi *shock* kenaikan permintaan dunia di Indonesia dalam GEMBI 2006.





Grafik 5.5.

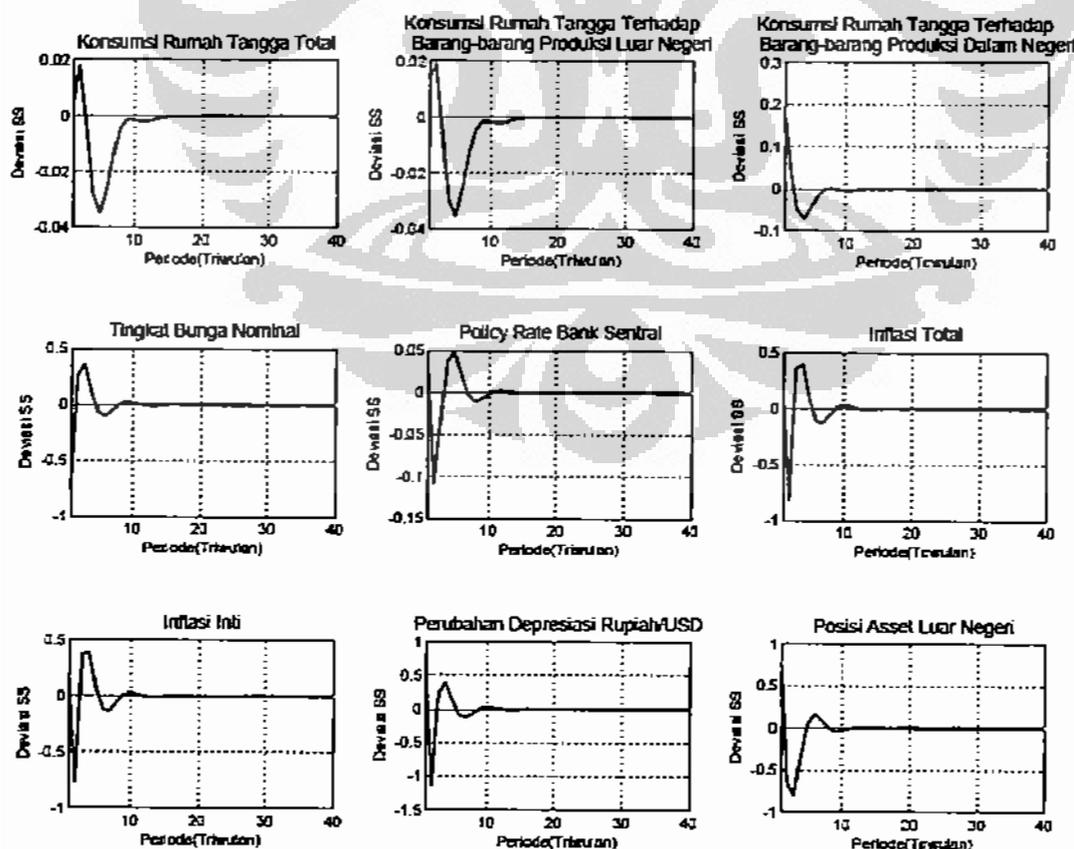
Impulse Response Terhadap Shock Peningkatan Konsumsi Luar Negeri

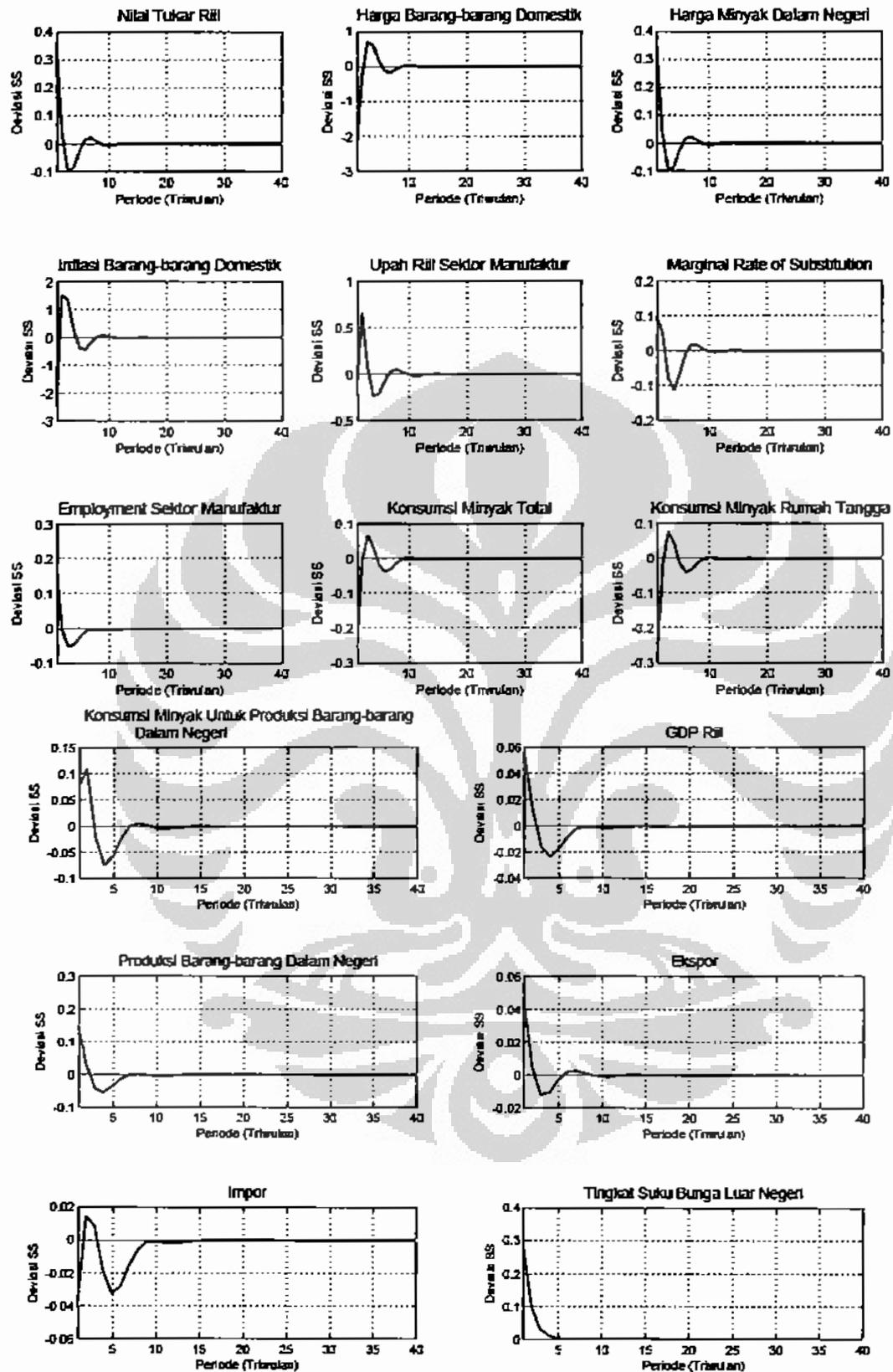
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.3.1.3 Simulasi *Impulse Response* Terhadap *Shock* Peningkatan Tingkat Bunga Luar Negeri

Grafik 5.6 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *stochastic shock* peningkatan tingkat bunga luar negeri. Kenaikan tingkat bunga luar negeri ini akan mendorong pada peningkatan tingkat bunga dalam negeri pada periode kedua. Kenaikan tingkat bunga ini menyebabkan rumah tangga mengurangi konsumsinya baik untuk barang-barang produksi luar negeri maupun barang-barang produksi dalam negeri pada periode kelima sehingga akan menurunkan *domestic demand*.

Shocks kenaikan tingkat bunga luar negeri sebagaimana yang terefleksikan dalam persamaan *uncovered interest parity* (UIP) akan menyebabkan lebih menariknya aset keuangan di luar negeri dibandingkan dalam negeri. Kondisi ini akan menyebabkan *capital outflows* sehingga akan menurunkan *capital account* dan cadangan devisa yang memacu apresiasi nilai tukar riil pada periode kedua. Selanjutnya akan menyebabkan kenaikan inflasi domestik pada periode ketiga. Sebagai respon terhadap tekanan inflasi tersebut maka bank sentral menaikkan *policy rate* pada periode ketiga.





Grafik 5.6.

Impulse Response Terhadap Shock Peningkatan Tingkat Bunga Luar Negeri

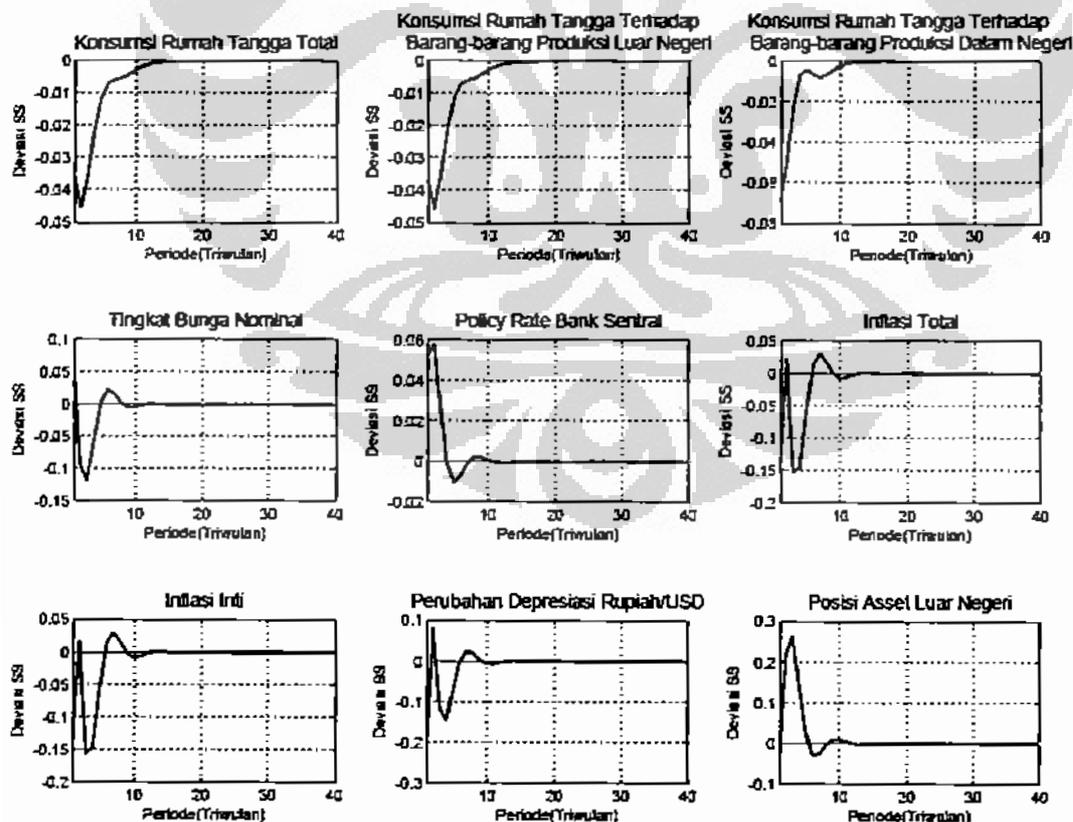
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

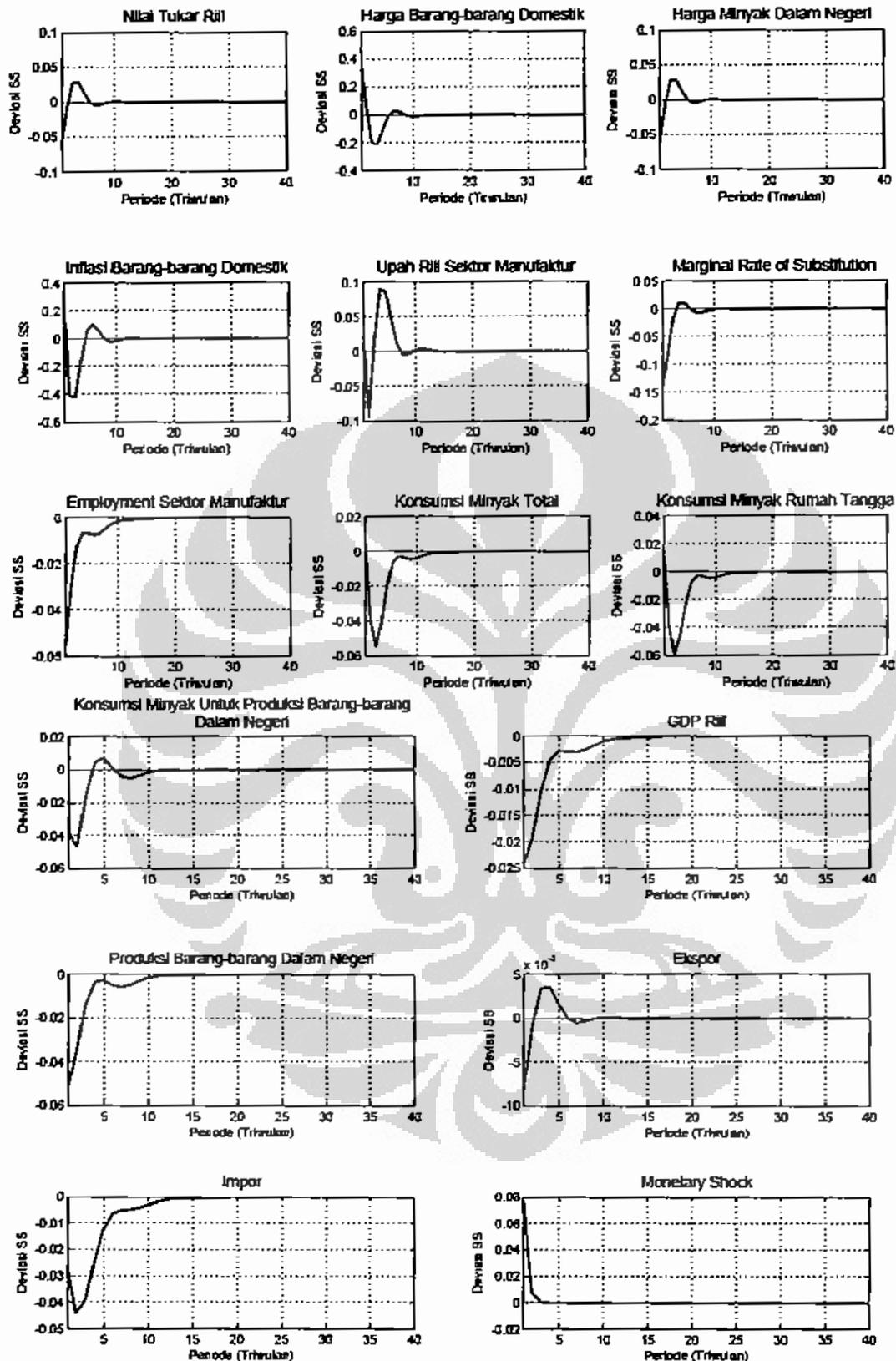
5.3.1.4 Simulasi *Impulse Response Terhadap Monetary Shock*

Grafik 5.7 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *Monetary shock* terkait dengan deviasi dari *policy rate*, yang berarti dengan adanya *monetary shock* ini terjadi kenaikan dalam *policy rate*. Jika ekspektasi inflasi tidak berubah maka pada dasarnya kenaikan *policy rate* ini samadengan kenaikan tingkat bunga nominal. Kenaikan tingkat bunga nominal menyebabkan rumah tangga memutuskan untuk mengurangi konsumsinya baik untuk barang-barang produksi dalam negeri, barang-barang produksi luar negeri maupun produk minyak.

Penurunan konsumsi ini mempengaruhi penurunan produksi barang-barang dalam negeri melalui jalur penawaran tenaga kerja. Dengan adanya penurunan produksi barang-barang dalam negeri akan menurunkan upah riil dan *employment*. Penurunan upah riil selanjutnya menurunkan inflasi.

Hasil simulasi dalam disertasi ini konsisten dengan simulasi *impulse response* untuk mengidentifikasi *monetary shock* di *Euro Area* oleh Smets and Wouters (2002).





Grafik 5.7.

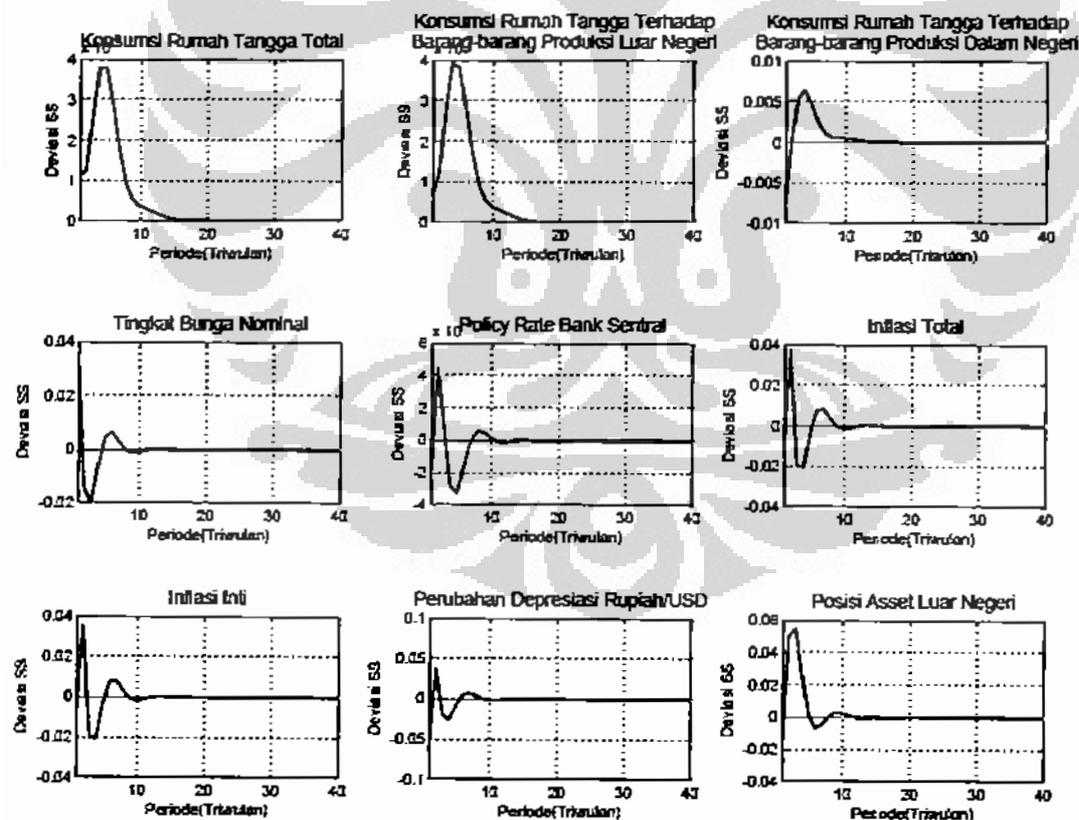
Impulse Response Terhadap Monetary Shock

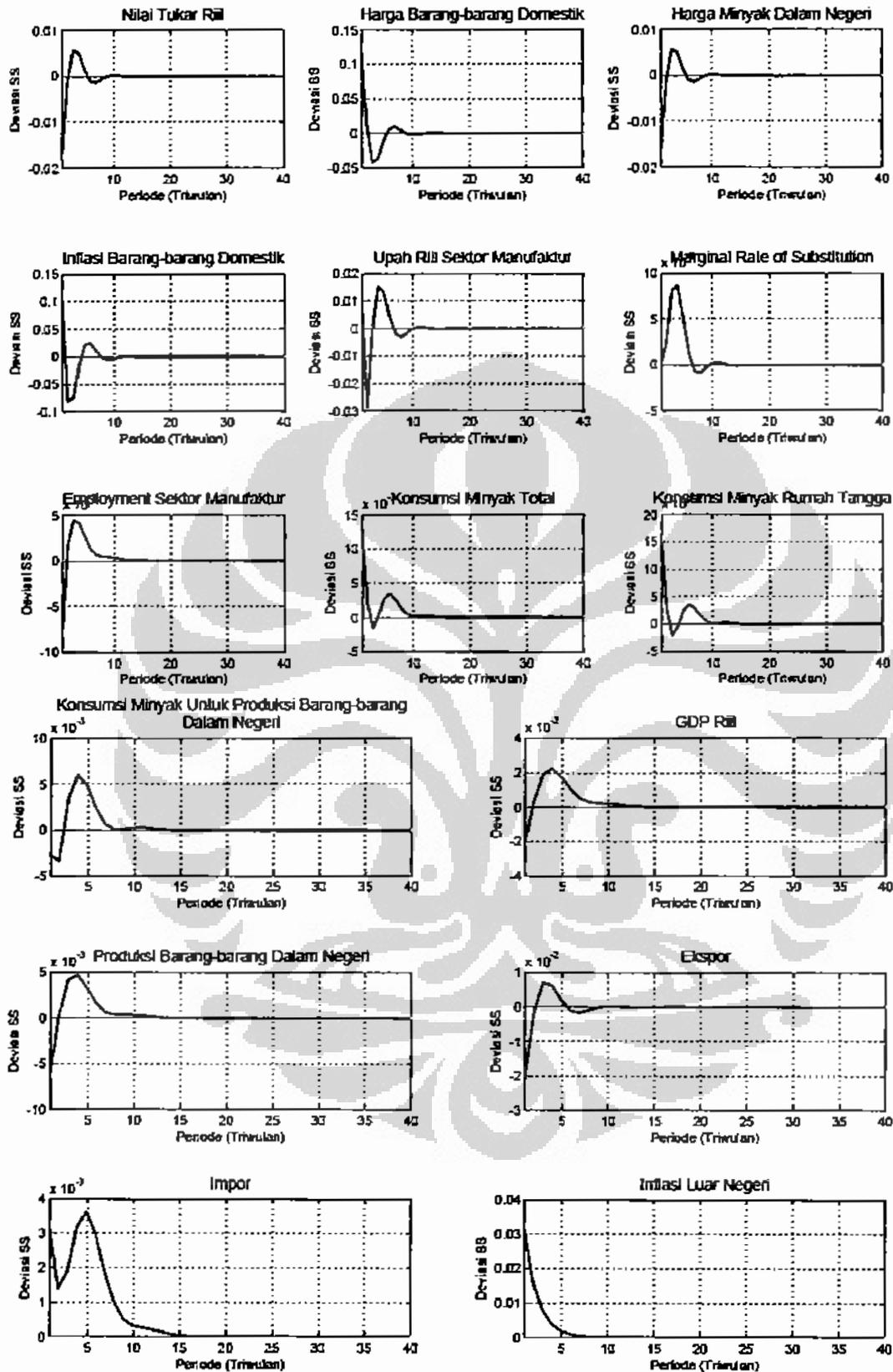
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.3.1.5 Simulasi *Impulse Response* Terhadap *Shock* Peningkatan Inflasi Luar Negeri

Grafik 5.8 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *stochastic shock* peningkatan inflasi luar negeri. Peningkatan inflasi luar negeri berpengaruh pada depresiasi nilai tukar riil pada periode ketiga. Terjadinya inflasi di luar negeri berarti semakin mahalnya harga barang-barang produksi luar negeri sehingga rumah tangga memilih meningkatkan konsumsi barang-barang produksi dalam negeri pada periode ketiga, yang selanjutnya mendorong meningkatnya produksi barang-barang dalam negeri pada periode ketiga.

Peningkatan produksi barang-barang dalam negeri akan meningkatkan *employment* dan peningkatan upah riil pada periode ketiga. Selanjutnya peningkatan produksi barang-barang dalam negeri akan meningkatkan GDP riil dan menurunkan inflasi sehingga *policy rate* turun pada periode ketiga.





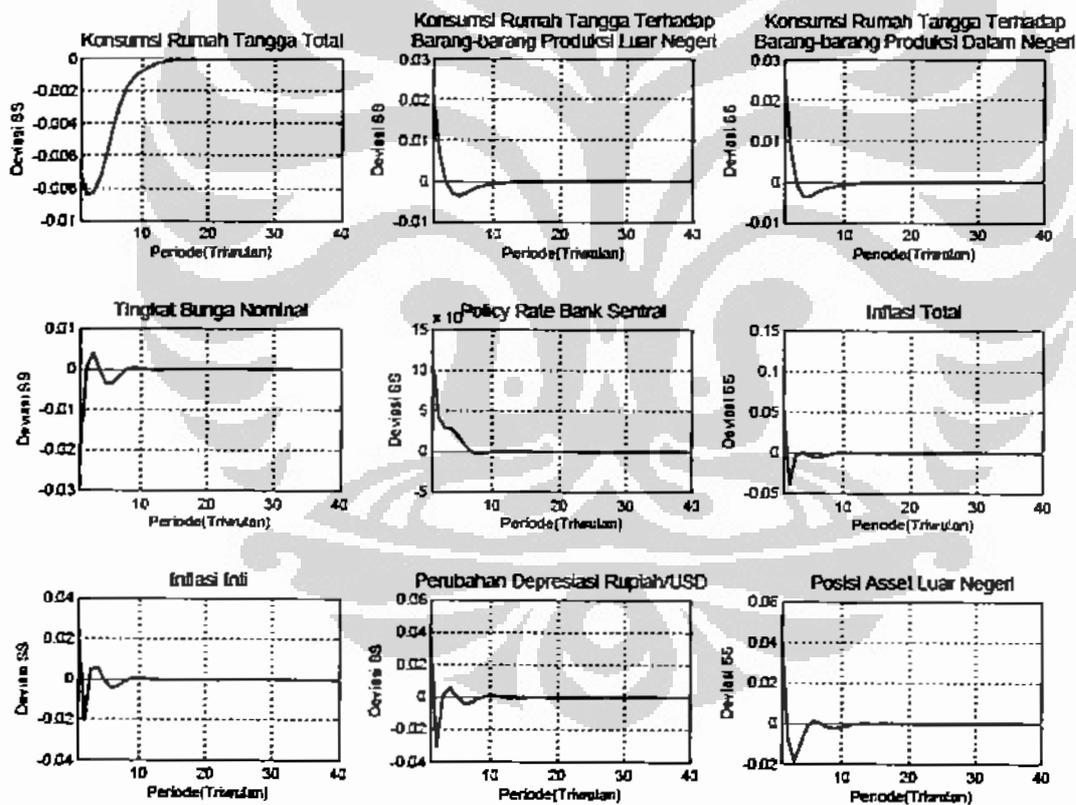
Grafik 5.8.

Impulse Response Terhadap Peningkatan Inflasi Luar Negeri

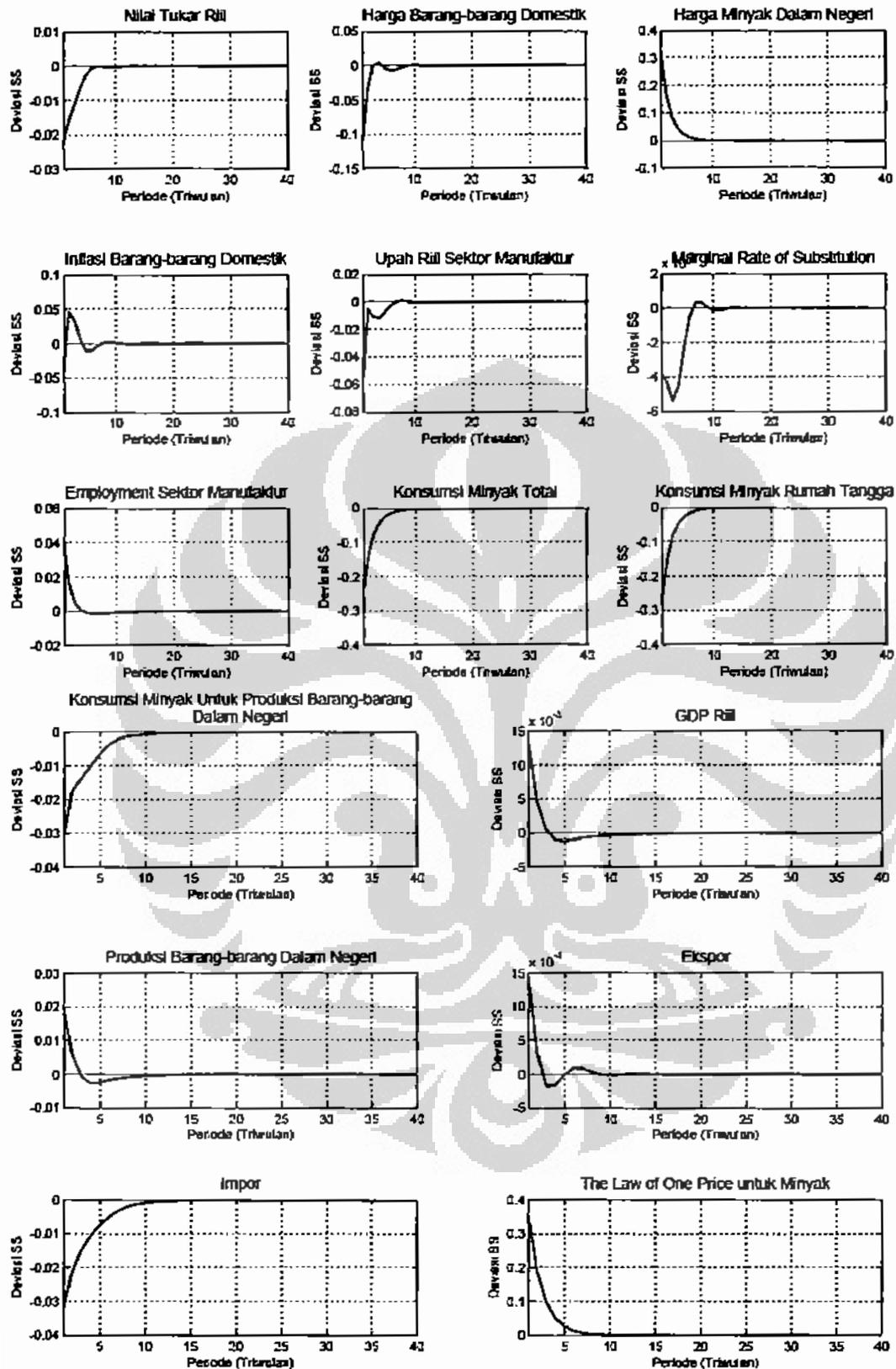
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.3.1.6 Simulasi *Impulse Response* Terhadap *Shock* Peningkatan Deviasi *The Law of One Price* untuk Minyak

Grafik 5.9 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *shock* deviasi *The Law of One Price*³⁹ untuk minyak. *The Law of one price gap* dapat dipahami sebagai perbedaan antara harga internasional dan harga domestik yang diimpor (Vasicek & Musil, 2006). *The Law of one price gap* merupakan kebalikan yang sebanding dengan nilai tukar riil dan tingkat *competitiveness* perekonomian domestik. Diasumsikan bahwa harga internasional tidak dapat berubah sehingga *the law of one price gap* merupakan hasil dari perubahan barang-barang impor. Sehingga pada saat terjadi *shock* deviasi *The Law of One Price* untuk minyak maka terjadi apresiasi nilai tukar riil.



³⁹ *Pass-through* dari harga minyak internasional ke harga minyak dalam mata uang domestik adalah tidak sempurna dalam jangka pendek. Deviasi *the law of one price* dijelaskan melalui berjalannya *oil stabilization fund* (Medina & Soto, 2005)



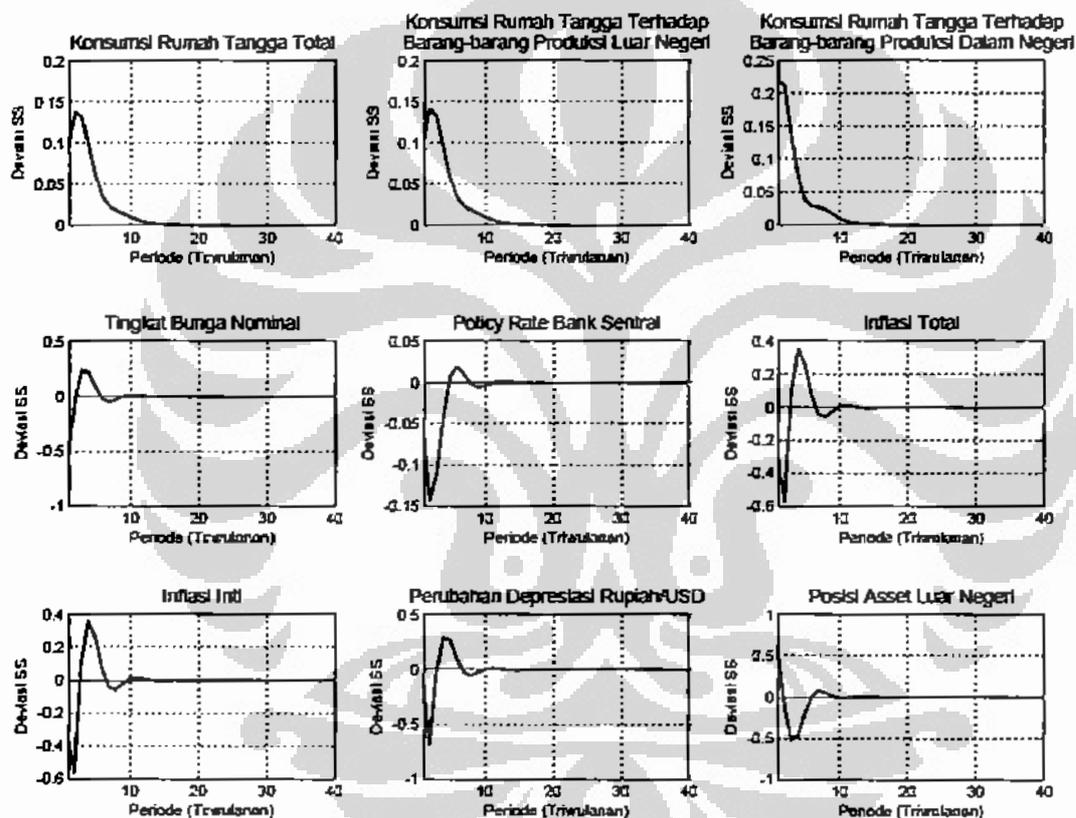
Grafik 5.9.

Impulse Response Terhadap Shock The Law of One Oil Price

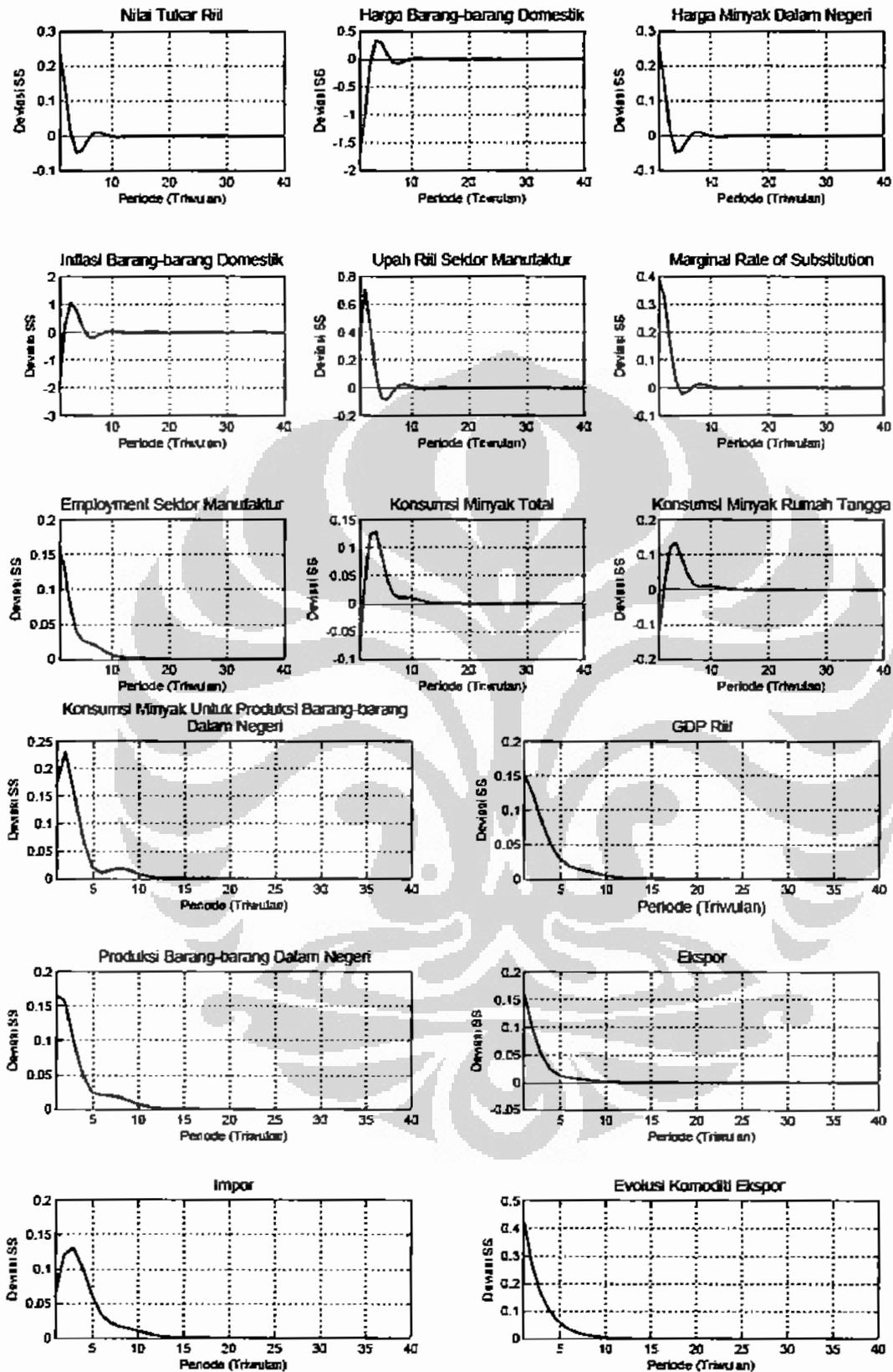
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.3.1.7 Simulasi *Impulse Response Terhadap Shock* Evolusi Komoditi Ekspor

Grafik 5.10 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *stochastic shock* pada evolusi komoditi ekspor⁴⁰ maka terjadi peningkatan ekspor, yang selanjutnya menaikkan GDP Riil. Peningkatan kinerja ekspor didukung dengan semakin baiknya kegiatan produksi barang-barang dalam negeri. Meningkatnya produksi barang-barang dalam negeri mendorong naiknya *employment* sektor manufaktur.



⁴⁰ Perekonomian mengekspor dua tipe barang yaitu *home goods* dan *exportable commodity* yang mempunyai *endowment* ditentukan secara eksogen. *Exportable commodity* ini tidak dikonsumsi secara domestik dan diproduksi secara *independent* dari kondisi ekonomi domestik, seperti tingkat bunga dan upah riil (Medina & Soto, 2005).



Grafik 5.10.

Impulse Response Terhadap Shock Evolusi Komoditi Ekspor

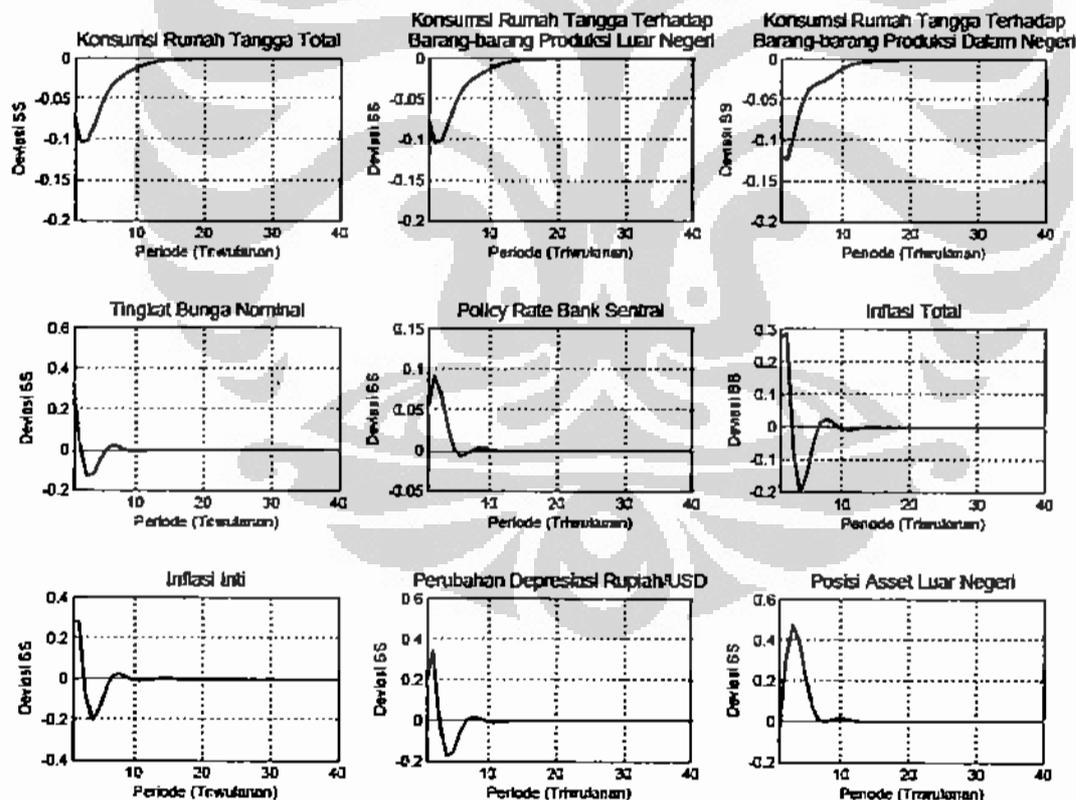
Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

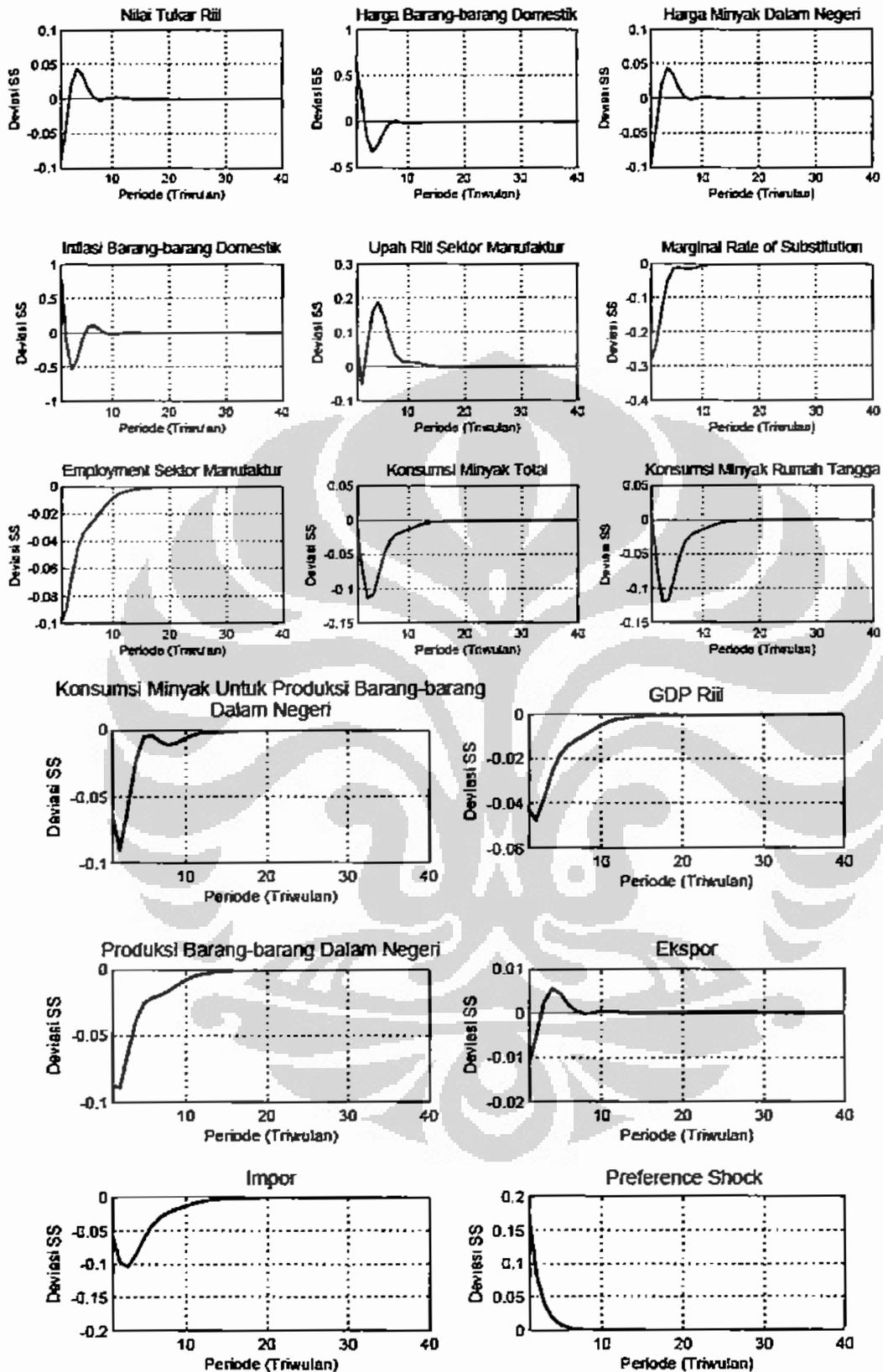
5.3.1.8 Simulasi *Impulse Response Terhadap Preference Shock*

Grafik 5.11 menunjukkan hasil simulasi apabila terjadi *stochastic preference shock* yang mendorong rumah tangga untuk meminta kenaikan upah riil dan berimplikasi pada turunnya *employment* sektor manufaktur. Naiknya harga faktor input menyebabkan naiknya *cost of production* perusahaan domestik yang berakibat menurunnya produksi barang-barang dalam negeri.

Penurunan produksi menyebabkan naiknya harga barang-barang domestik yang selanjutnya meningkatkan inflasi. Dengan terjadinya kenaikan inflasi maka bank sentral menaikkan *policy rate*.

Hasil simulasi dalam disertasi ini konsisten dengan simulasi *impulse response* untuk mengidentifikasi *preference shock* di *Euro Area* oleh Smets and Wouters (2002).





Grafik 5.11.

Impulse Response Terhadap Preference Shock

Sumber : Berdasarkan Hasil Pengolahan

5.3.2 Simulasi *Impulse Response* Terhadap *Shock* Variabel Minyak

Setelah diperoleh simulasi *impulse response* yang sesuai dengan teori dari pengujian berbagai *shock* variabel non-minyak maka selanjutnya dilakukan pengujian untuk *shock* harga minyak. Pembahasan simulasi *impulse response* terhadap *shock* harga minyak dibagi menjadi beberapa bagian yang akhirnya menjawab pertanyaan tentang respon bank sentral jika terjadi *stochastic shock* kenaikan harga minyak.

Keseimbangan umum terbentuk dari interaksi berbagai sektor seperti rumah tangga, produsen (perusahaan), bank sentral dan luar negeri, yang akan memberikan respon apabila terjadi *shock* dalam mekanisme sirkulasinya. Ketika terjadi kenaikan harga minyak internasional maka harga minyak dalam negeri juga mengalami kenaikan yang mengakibatkan terjadinya *disturbance* pada sirkulasi ekonomi. Dengan menggunakan *Taylor rule* maka bank sentral akan merespon melalui penetapan *policy rate*. Secara sederhana hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1.

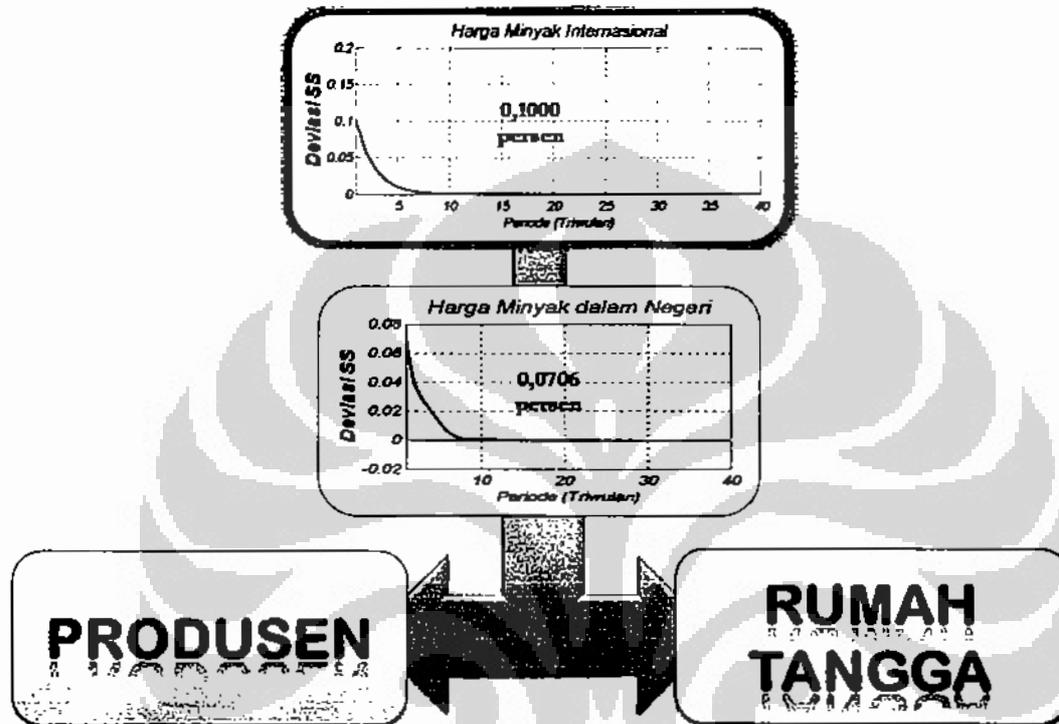


Gambar 5.1.

Mekanisme Keseimbangan Umum

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

Gambar 5.2 menunjukkan jika harga minyak internasional mengalami kenaikan sebesar 0,1 persen⁴¹ maka respon pertama yang terjadi adalah naiknya harga minyak dalam negeri sebesar 0,0706 persen. Dampak dari kenaikan harga minyak dalam negeri dirasakan secara langsung baik oleh produsen dan rumah tangga sebagai konsumen minyak.



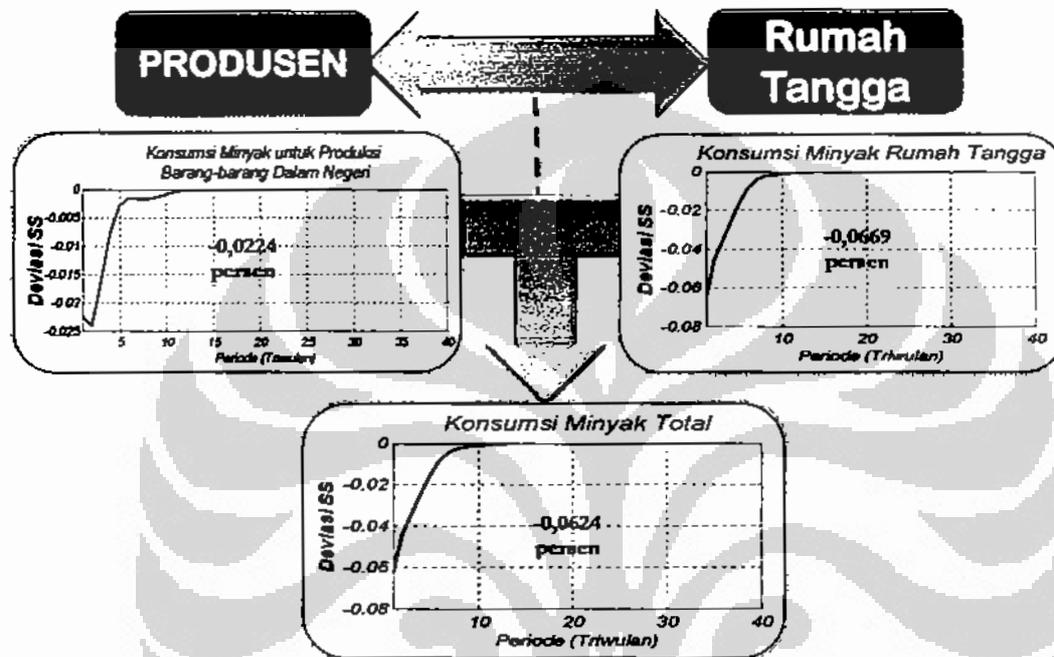
Gambar 5.2.
Pengaruh Kenaikan Harga Minyak Internasional

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

Dengan meningkatnya harga minyak dalam negeri sebesar 0,0706 persen maka konsumsi minyak untuk produksi barang-barang dalam negeri turun sebesar 0,0224 persen (Gambar 5.3). Konsumsi ini akan terus mengalami penurunan hingga periode ke-2 sebelum kembali pada *steady state* pada periode ke-12. Periode waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke *steady state* dipengaruhi oleh rasio penggunaan input minyak dalam produksi. Semakin tinggi rasio penggunaan input minyak dalam produksi maka semakin lama tingkat penyesuaian yang dilakukan produsen terhadap kenaikan harga minyak. Rasio biaya untuk

⁴¹ Merupakan persentase deviasi dari *steady state* (GEMBI 2006; Fenton & Murchison, 2006; Medina & Soto, 2005; Smets & Wouters, 2002).

penggunaan input minyak pada sektor manufaktur relatif besar terutama pada industri-industri yang menggunakan minyak sebagai bahan mentah. Kelompok industri pengolahan yang menggunakan minyak bumi dalam jumlah yang cukup signifikan adalah industri-industri dasar seperti industri penghasil barang kilang minyak, industri pupuk, industri kimia dasar, dan industri damar sintesis dengan rasio biaya di atas 50 persen (Yanuarti, 2004).



Gambar 5.3.
Konsumsi Minyak

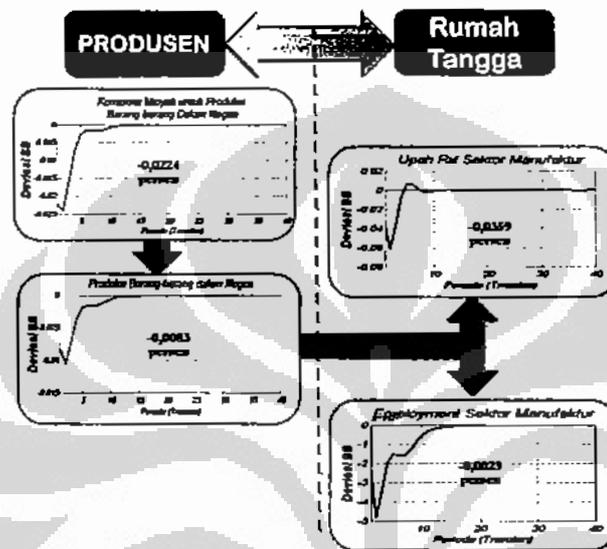
Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

Sementara itu untuk rumah tangga, kenaikan harga minyak menyebabkan penurunan konsumsi minyak sebesar 0,0669 persen⁴² dan kembali pada *steady state* pada periode ke-10. Penyesuaian rumah tangga terhadap kenaikan harga minyak ditentukan oleh *habit formation* yaitu waktu bagi rumah tangga untuk mengubah konsumsi energi dari sumber energi satu ke yang lain dalam rangka

⁴² Dengan menggunakan model CGE *recursive dynamic*, dilakukan simulasi kenaikan harga BBM rata-rata 29 persen (ditetapkan pemerintah pada 1 Maret 2005), dimana konsumsi minyak untuk kelompok rumah tangga *rural* 5 turun sebesar 19,19 persen dan kelompok rumah tangga *urban* 1 turun sebesar 18,97 persen (Sugema et.al, 2005). Keterangan : Kelompok rumah tangga *rural* 5 adalah rumah tangga yang berpendapatan rendah di sektor non-pertanian, yaitu rumah tangga di pedesaan non pertanian, pengusaha rendah, tenaga kerja administrasi, pedagang, buruh di sektor transportasi, jasa dan lainnya. Kelompok rumah tangga *urban* 1 adalah rumah tangga yang berpendapatan rendah yang meliputi pengusaha kelas rendah, tenaga kerja administrasi, pedagang, pekerja angkutan, jasa dan lain sebagainya.

rumah tangga memenuhi konsumsinya tetapi dibatasi oleh ketersediaan sumber energi atau sumber daya yang ada (Barbanchon, 2007)⁴³.

Dengan terjadinya penurunan konsumsi minyak untuk produksi barang dalam negeri dan rumah tangga maka secara total terjadi penurunan konsumsi minyak sebesar 0,0624 persen dan kembali ke *steady state* pada periode ke-10 (Gambar 5.3).



Gambar 5.4.
Produksi Barang, *Employment* dan Upah Riil

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

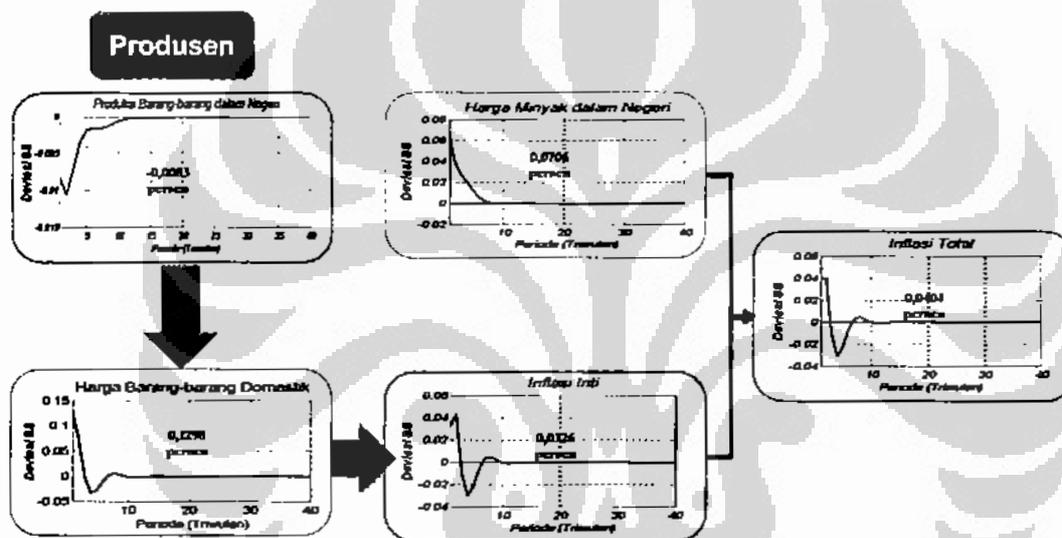
Penurunan konsumsi minyak untuk produksi barang dalam negeri sebesar 0,0224 persen mengakibatkan penurunan produksi barang dalam negeri sebesar 0,0083 persen (Gambar 5.4)⁴⁴. Penurunan terus terjadi hingga periode ke-3 dan mencapai *steady state* pada periode ke-13. Masih cukup besarnya struktur komponen biaya penggunaan minyak mentah dan hasil kilang minyak untuk industri pengolahan di Indonesia menunjukkan cukup tingginya tingkat sensitivitas (kerentanan) industri pengolahan terhadap perubahan harga minyak mentah (Yanuarti, 2004). Akibat dari turunnya produksi barang-barang dalam

⁴³ Jika rumah tangga tersebut berusaha untuk tidak mengurangi konsumsi BBM-nya, maka konsumsi barang lainnya turun untuk mengkompensasi konsumsi BBM atau alternatif lainnya, rumah tangga akan beralih menggunakan alternatif sumber energi lain (Sugema et.al, 2005).

⁴⁴ Dengan simulasi kenaikan harga BBM rata-rata 29 persen, terjadi penurunan output di semua jenis industri pengolahan. Penurunan output terbesar dialami industri tekstil dan kulit yaitu sebesar 6,455 persen (Sugema et.al, 2005).

negeri adalah penurunan *employment* sektor manufaktur sebesar 0,0023 persen (Gambar 5.4)⁴⁵

Meningkatnya *cost of production* mengakibatkan penurunan produksi barang dalam negeri dan terjadinya kenaikan harga barang domestik sebesar 0,12 persen^{46,47} yang selanjutnya terjadi kenaikan *core inflation* sebesar 0,0326 persen. Kenaikan *core inflation* dan harga minyak menyebabkan terjadi inflasi sebesar 0,0404 persen⁴⁸ (Gambar 5.5). Kondisi ini menunjukkan bahwa produsen menggeser kenaikan biaya produksi akibat kenaikan harga minyak pada kenaikan harga sehingga *the first round effect*⁴⁹ menyebabkan meningkatnya inflasi (Barbanchon, 2007).



Gambar 5.5.
Produksi Barang dan Inflasi

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

⁴⁵ Dengan simulasi kenaikan harga BBM rata-rata 29 persen, terjadi penurunan penyerapan tenaga kerja di semua jenis industri pengolahan. Penurunan penyerapan tenaga kerja terbesar dialami industri tekstil dan kulit yaitu sebesar 9,029 persen (Sugema et.al, 2005).

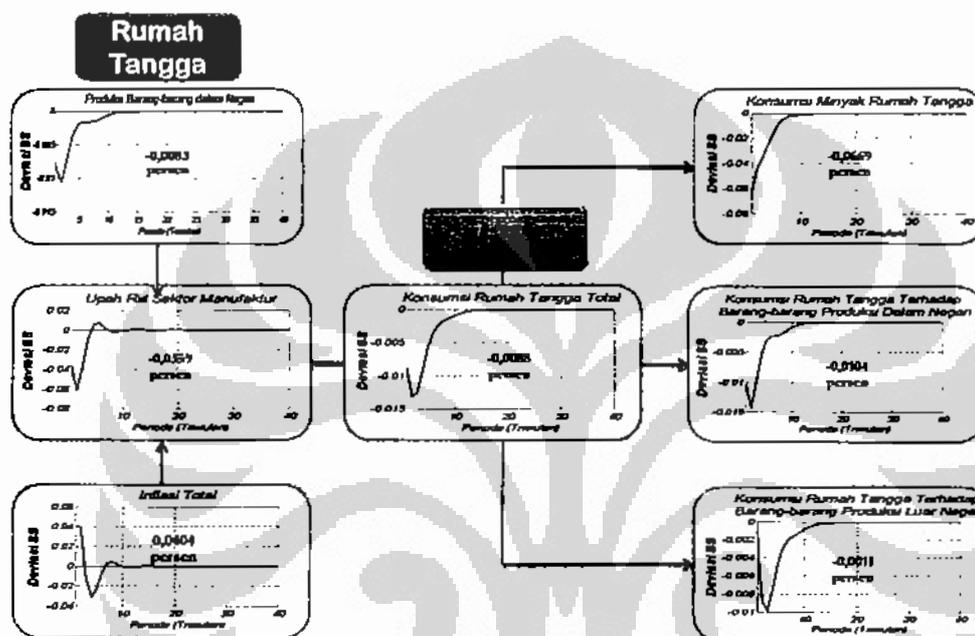
⁴⁶ Sekitar 52 persen perusahaan dalam penentuan harganya ditentukan berdasarkan perhitungan atas biaya langsung ditambah *mark up* yang bersifat variabel dan sekitar 16 persen atas biaya langsung ditambah *mark up* yang bersifat tetap (Solikin & Sugema, 2004).

⁴⁷ Dengan menggunakan Model Input-Output, kenaikan 1 persen harga BBM menyebabkan kenaikan harga sebesar 0,07 persen, yang terdiri atas dampak langsung sebesar 0,02 persen dan dampak tidak langsung sebesar 0,05 persen (Yanuarti, 2004).

⁴⁸ Dengan simulasi kenaikan harga BBM rata-rata 29 persen, terjadi peningkatan inflasi sebesar 2,8 persen (Sugema et.al, 2005).

⁴⁹ Penentuan harga BBM untuk industri, yang sebelumnya bersifat sangat *administered*, sejak 2002 mengarah kepada mekanisme pasar sehingga *direct pass-through* kenaikan harga minyak mentah ke inflasi IHK melalui biaya produksi berlangsung lebih cepat (Hutabarat, 2005).

Meningkatnya inflasi berakibat penurunan upah riil sebesar 0,0359 persen. Selanjutnya penurunan upah riil ini mengakibatkan konsumsi rumah tangga turun sebesar 0,0088 persen, dimana konsumsi minyak turun sebesar 0,0669 persen, konsumsi terhadap barang-barang produksi dalam negeri turun sebesar 0,0104 persen dan barang-barang produksi luar negeri turun sebesar 0,0011 persen (Gambar 5.6).



Gambar 5.6.
Upah Riil dan Konsumsi Rumah Tangga

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

Rumah tangga dapat menginternalisasikan secara sederhana keputusan konsumsi dan penerapan *substitution effect*. Pengurangan dalam bentuk utilitas⁵⁰ tergantung pada harga minyak dan *budget constraint* yang baru, dimana harga konsumsi barang non-minyak dipengaruhi oleh harga minyak. *Oil shock* kemudian diinterpretasikan oleh rumah tangga sebagai kombinasi *adverse utility shock* dan *price shock* yang mempengaruhi secara langsung harga konsumsi barang non-minyak (Barbanchon, 2007). Kenaikan harga minyak merupakan *negative income effect* terhadap konsumsi rumah tangga sehingga permintaan

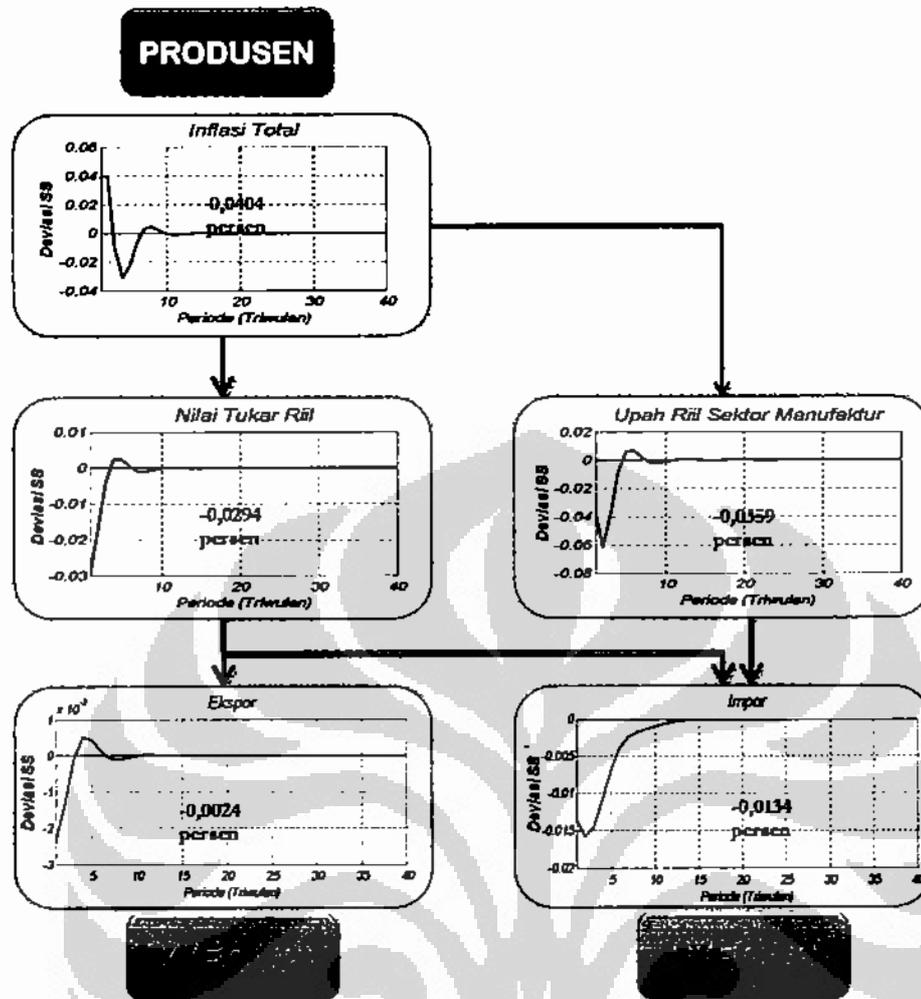
⁵⁰ Dengan simulasi kenaikan harga BBM rata-rata 29 persen, terjadi penurunan utilitas kelompok rumah tangga *rural* 5 sebesar 1,15 persen dan *urban* 1 sebesar 1,17 (Sugema et.al, 2005).

ketiga jenis barang dalam *consumption basket* turun. Adanya *substitution effect* cenderung meningkatkan permintaan barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri, tetapi tingkat substitusi antara minyak dan barang non-minyak adalah rendah. Pengaruh ini tidak meniadakan *negative income effect* pada permintaan untuk barang-barang dalam negeri. Selain itu kenaikan harga minyak menekan biaya produksi barang-barang dalam negeri sehingga harga barang-barang dalam negeri relatif meningkat terhadap harga barang-barang luar negeri. Untuk itu adanya *expenditure-switching mechanism* tambahan yang menurunkan lebih jauh permintaan terhadap barang-barang dalam negeri (Medina & Soto, 2005).

Pada saat terjadi penurunan konsumsi maka *marginal utility of consumption* rumah tangga menurun. Untuk mempertahankan konsumsi seperti sebelum *shock* maka *disutility of working* rumah tangga meningkat bahkan dengan upah yang rendah (Barbanchon, 2007). *Negative income effect* dari kenaikan harga minyak yang menyebabkan kontraksi dalam konsumsi mendorong ekspansi dalam penawaran tenaga kerja, tetapi terjadi kontraksi permintaan tenaga kerja dari produsen yang menghasilkan barang-barang dalam negeri. Produsen cenderung untuk mempekerjakan lebih banyak tenaga kerja untuk mengganti minyak yang lebih mahal tetapi elastisitas substitusi antara kedua input rendah sehingga penurunan permintaan barang-barang mendominasi pengaruh substitusi ini dan menghasilkan penurunan permintaan tenaga kerja (Medina & Soto, 2005).

Inflasi sebesar 0,0404 persen berpengaruh pada apresiasi nilai tukar riil sebesar 0,0294 persen. Apresiasi nilai tukar riil ini menyebabkan ekspor turun sebesar 0,0024 persen⁵¹. Sedangkan impor dengan apresiasi nilai tukar riil seharusnya meningkat, tetapi karena terjadi penurunan daya beli rumah tangga akibat turunnya upah riil sebesar 0,0359 persen maka impor turun sebesar 0,0134 persen (Gambar 5.7).

⁵¹ Jika terjadi inflasi di dalam negeri maka nilai tukar riil mengalami apresiasi (Medina & Soto, 2005; Fenton & Murchison, 2006; Soelistianingsih, 2008). Selanjutnya apresiasi nilai tukar riil menyebabkan penurunan ekspor (Fenton & Murchison, 2006; Soelistianingsih, 2008).



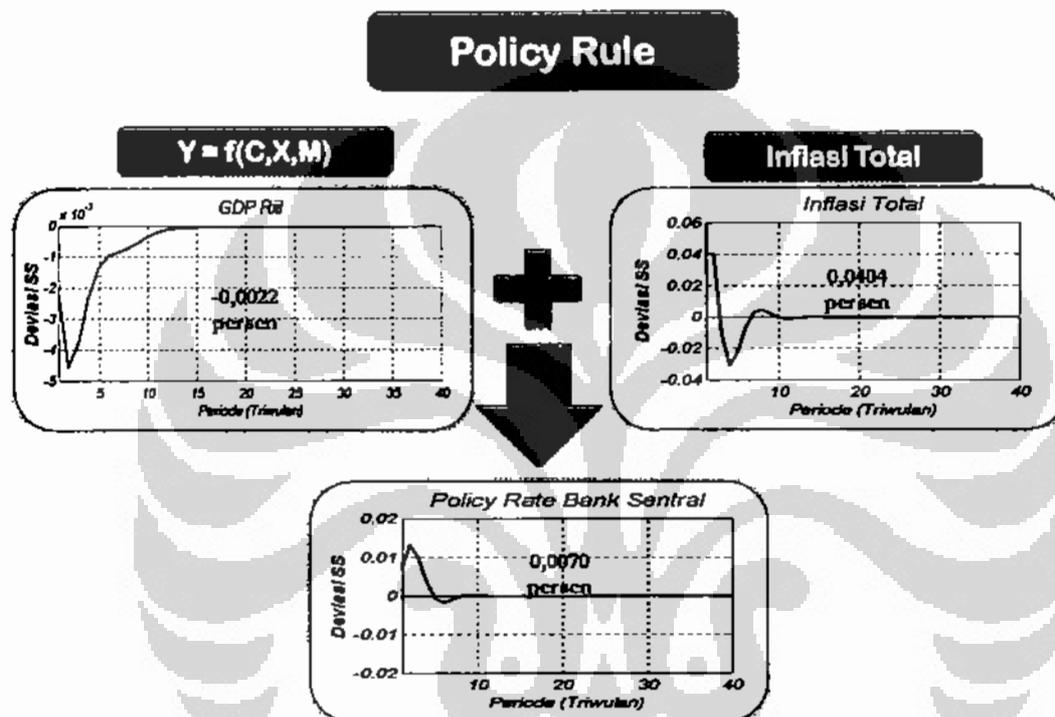
Gambar 5.7.
Nilai Tukar Riil, Ekspor dan Impor

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

Setelah menganalisis pengaruh kenaikan harga minyak pada variabel makroekonomi maka selanjutnya melihat respon dari bank sentral. Bank sentral sebagai otoritas moneter mempunyai tujuan memaksimalkan kesejahteraan dengan menetapkan tingkat bunga ala *Taylor rule* sebagai respon terhadap inflasi dan output.

Kenaikan harga minyak internasional sebesar 0,1 persen akan menurunkan GDP riil sebesar 0,0022 persen dan terus menurun sampai periode ke-2 sebelum akhirnya kembali ke *steady state* pada periode ke-15. Kondisi ini menjelaskan untuk negara pengimpor minyak neto bahwa kenaikan harga minyak internasional berakibat pada peningkatan biaya produksi dan membuat lesu kegiatan industri

yang banyak menggunakan bahan bakar minyak. Rangkaian dampak berikutnya yaitu memperlambat pertumbuhan ekonomi (Nachrowi, 2007). Kenaikan harga minyak internasional sebesar 0,1 persen menyebabkan inflasi sebesar 0,0404 persen yang pada periode ke-10 menuju pada *steady state*. Karena pengaruh inflasi dan output tersebut maka respon bank sentral adalah menaikkan *policy rate* sebesar 0,0070 persen (Gambar 5.8).



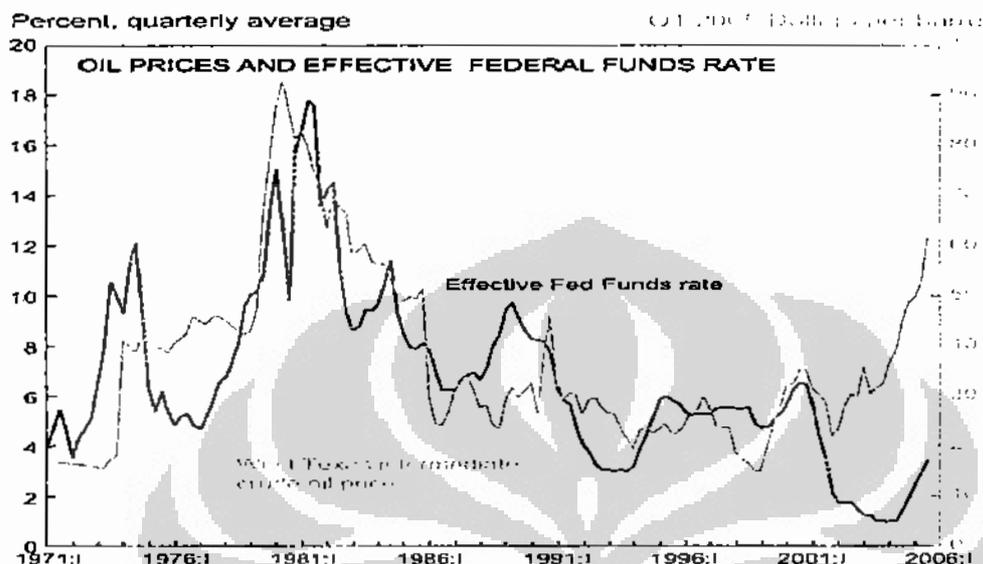
Gambar 5.8.
Policy Rate Bank Sentral

Sumber : Berdasarkan Model dan Hasil Pengolahan

Menggunakan model DSGE dengan *Taylor rule* untuk bobot inflasi yang lebih tinggi daripada output maka tingkat bunga yang ditetapkan bank sentral sebagai respon kebijakan moneter terhadap kenaikan harga minyak internasional tidak akan memberikan tekanan tambahan pada perekonomian.

Apabila bank sentral menaikkan tingkat bunga terlalu tinggi pada saat terjadi kenaikan harga minyak internasional maka akan timbul resesi yang mendalam, seperti pada saat *The Fed* menaikkan *federal funds rate* ketika terjadi

kenaikan harga minyak pada tahun 1970-an⁵². Respon kebijakan moneter yang kuat selama periode ini menyatakan meningkatnya perhatian *Federal Reserve* secara substansial pada inflasi selama era *Volcker* (Bernanke et.al, 1997).



Grafik 5.12.
Harga Minyak, *Effective Federal Funds Rate* dan Resesi

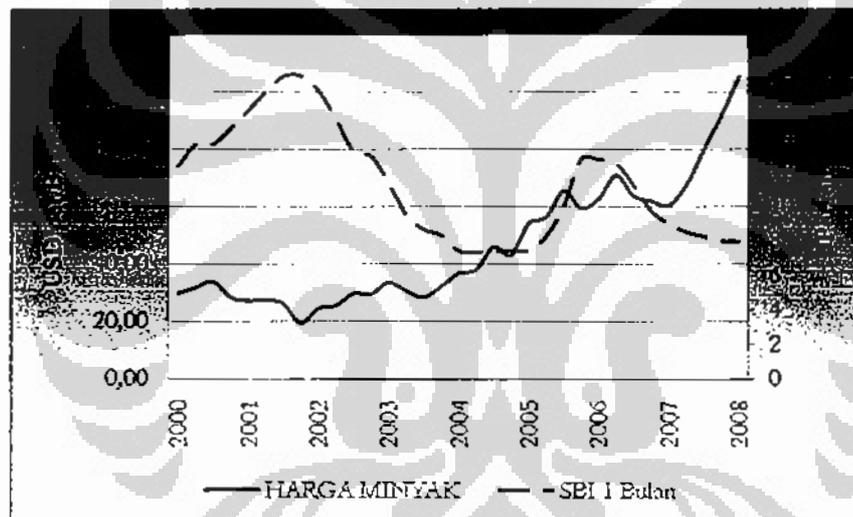
Sumber: Carlstrom & Fuerst, 2006

Kenaikan harga minyak mengawali setiap resesi sejak 1971. Setiap resesi juga diawali oleh kenaikan dalam *federal funds rate*. Grafik 5.12 memperlihatkan hubungan secara positif antara kenaikan harga minyak (*West Texas Intermediate Crude Oil Price*) dan *Effective Federal Funds Rate* dengan terjadinya resesi. Sehingga timbul pertanyaan, apakah resesi disebabkan oleh pukulan harga minyak atau pengetatan kebijakan moneter yang tajam atau mungkin resesi disebabkan pertemuan kedua faktor, yang disebut *perfect storm* (Carlstrom & Fuerst, 2006). Dengan *base scenario*, kenaikan harga minyak 10 persen dikaitkan dengan keputusan *The Fed* menaikkan *federal funds rate* 1,5 persen atau 150 basis poin sehingga terjadi penurunan output sebesar 0,7 persen. Sedangkan dengan *Sims-Zha scenario* bahwa kenaikan harga minyak 10 persen dikaitkan dengan

⁵² Bernanke et.al (1997) menggunakan analisis VAR untuk melakukan pengujian pengaruh *shock* harga minyak dan respon kebijakan moneter pada perekonomian Amerika Serikat, dengan data bulanan dan 7 lag. Analisis VAR digunakan untuk *Base Scenario* (memasukkan *endogenous response* kebijakan moneter), *Sims-Zha Scenario* (mempertahankan *funds rate* konstan) dan *Anticipated Policy* (menetapkan *funds rate* samadengan nilai *baseline*).

keputusan *The Fed* menetapkan *federal funds rate* konstan maka terjadi penurunan output sekitar 0,4 persen (Bernanke, Gertler & Watson, 2004)⁵³. Hal ini menunjukkan penurunan output yang disebabkan respon kebijakan moneter adalah cukup besar.

Berdasarkan data yang digunakan oleh Bernanke, Gertler dan Watson (2004), tetapi menggunakan model *general equilibrium* ternyata untuk merespon 10 persen kenaikan harga minyak yang berakibat terjadi penurunan output sebesar 0,45 persen dan inflasi naik sebesar 0,4 persen maka *The Fed* hanya menaikkan *federal funds rate* sebesar 0,5 persen (Carlstrom & Fuerst, 2006)⁵⁴. Sehingga dapat dikatakan bahwa penetapan *policy rate* dari bank sentral yang tidak terlalu reaktif sebagai bentuk respon terhadap kenaikan harga minyak dengan model DSGE tidak menyebabkan tekanan tambahan dalam perekonomian.



Grafik 5.13.

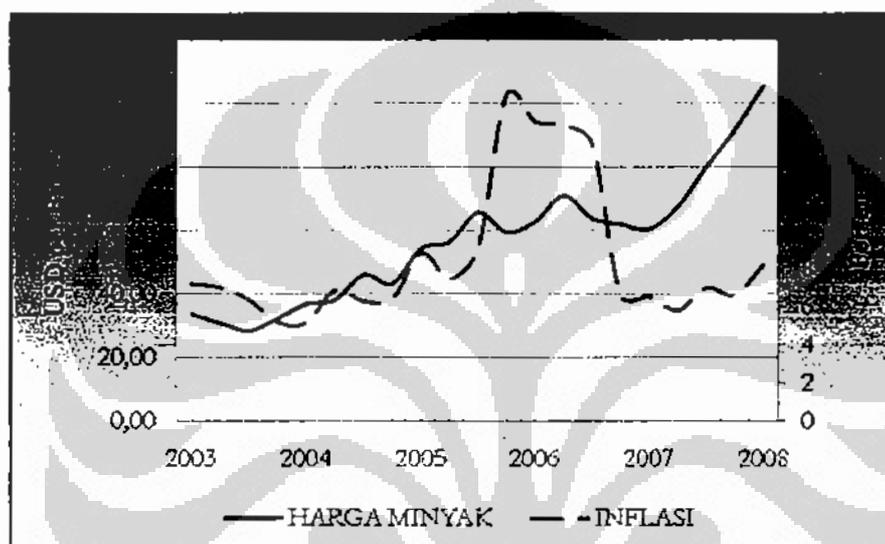
Harga Minyak Dunia (WTI) dan Tingkat Bunga SBI 1 Bulan

Sumber : Diolah dari Data *U.S. Energy Information Administration* dan Bank Indonesia

⁵³ Setelah mendapat kritikan dari Hamilton and Herrera (2004) tentang panjang lag sehingga model dianggap *misspecification* maka dengan menggunakan analisis VAR yang sama seperti pada Bernanke et.al (1997) selanjutnya Bernanke, Gertler dan Watson (2004) melakukan pengujian pengaruh *shock* harga minyak dan respon kebijakan moneter pada perekonomian Amerika Serikat menggunakan data triwulan dengan 4 lag.

⁵⁴ *Base simulation* dimana kebijakan bank sentral mengikuti *Taylor type rule* dengan koefisien *inflation rate* sebesar 1,53 dan koefisien untuk output sebesar 0,27 sehingga diperoleh hasil 10 persen kenaikan harga minyak maka output turun sekitar 0,45 persen dan inflasi naik sebesar 0,4 persen serta *funds rate* naik sekitar 0,5 persen. *Sims-Zha experiment (unanticipated Sims-Zha)* dimana *interest rate* dipertahankan konstan untuk 4 triwulan sehingga diperoleh hasil 10 persen kenaikan harga minyak maka output turun sebesar 0,2 persen dan inflasi naik sebesar 0,4 persen. *Anticipated Sims-Zha experiment* dimana pelaku ekonomi memahami bahwa bank sentral akan mempertahankan *funds rate* konstan sehingga diperoleh hasil 10 persen kenaikan harga minyak maka output turun sekitar 0,48 persen dan inflasi naik sebesar 0,05 persen.

Policy rate dari Bank Indonesia selama periode tahun 2000-2008 ternyata tidak seiring dengan pergerakan harga minyak dunia (Grafik 5.13). Bahkan Bank Indonesia cenderung menurunkan tingkat bunga SBI 1 bulan kecuali pada tahun awal 2006, hal ini karena terjadi lonjakan inflasi yang mendekati 18 persen (Grafik 5.14). Hal ini menunjukkan bahwa respon kebijakan moneter yang tidak terlalu reaktif dilakukan oleh Bank Indonesia selama proses fluktuasi harga minyak.



Grafik 5.14.

Harga Minyak Dunia (WTI) dan Inflasi di Indonesia

Sumber : Diolah dari Data *U.S. Energy Information Administration* dan Bank Indonesia

Perhatian Bank Indonesia pada inflasi dan output melalui tingkat bunga sebagai target operasi kebijakan moneter didapatkan melalui Undang-Undang Bank Indonesia No. 23 Tahun 1999 jo No. 4 Tahun 2004. Dimana terjadi perubahan rezim kebijakan moneter, sejak tahun 2000 mulai menuju kebijakan moneter bersasaran inflasi (*inflation targeting framework* atau ITF). Pelaksanaan rezim kebijakan moneter berbasis ITF baru terjadi secara penuh pada bulan Juli 2005 ketika Bank Indonesia menggunakan tingkat bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) menggantikan uang primer sebagai sasaran operasional kebijakan moneter (Alamsyah, 2008).

BAB 6 ANALISIS HASIL PEMBENTUKAN PARAMETER

Simulasi *impulse response* pengaruh kenaikan harga minyak pada variabel makroekonomi dibentuk oleh parameter estimasi yang mencerminkan kondisi riil perekonomian Indonesia. Berikut akan dianalisis parameter estimasi untuk perilaku rumah tangga, produsen, sektor luar negeri dan bank sentral.

6.1. Perilaku Rumah Tangga

Habit formation (h) menjelaskan tentang konsumsi rumah tangga saat ini dilakukan dengan membandingkan tingkat konsumsinya pada masa lalu. Dengan kata lain, rumah tangga berusaha meningkatkan tingkat konsumsinya saat ini tetapi jika tidak meningkat maka konsumsi saat ini merupakan refleksi konsumsi rumah tangga sebelumnya (Barbanchon, 2007). Rumah tangga berupaya melakukan *smoothing* dalam konsumsinya terhadap lag konsumsi agregat (Gembi 2006) dan tidak dipengaruhi oleh keputusan satu *agent* (Smets & Wouters, 2002).

Efek langsung dari mekanisme *habit formation* adalah menunda respon konsumsi ke *standard shocks*. Penundaan ini akan menyebar ke variabel lain misalnya GDP. *Habit formation* juga menyatakan sebagai konsumsi akhir dari minyak dan barang non-minyak. Hal ini juga menginduksi beberapa penundaan dalam konsumsi minyak dan barang non-minyak. Terkait dengan konsumsi minyak oleh rumah tangga, *habit formation* dalam faktanya adalah memberikan waktu kepada rumah tangga untuk mengubah konsumsi energi dari sumber energi satu ke yang lain karena rumah tangga perlu untuk memperbaharui peralatannya yang ditetapkan pada satu sumber energi (Barbanchon, 2007)⁵⁵.

⁵⁵ *Share* konsumsi produk minyak atas konsumsi akhir di Perancis pada tahun 1980 masih sekitar 7,5 persen menjadi di bawah 5 persen pada tahun 2000, hal ini terjadi karena *endogenous technical progress* dan kebijakan energi *pro-nuclear* yang semakin kuat sejak *oil shock* pada tahun 1970-an (Barbanchon, 2007).

Tabel 6.1.
Share Konsumsi Energi Rumah Tangga Di Indonesia

(%)

Year	Gas	Kerosene	LPG	Electricity
2000	0,092	71,866	6,743	21,299
2001	0,098	70,014	6,931	22,957
2002	0,111	68,456	7,362	24,071
2003	0,112	67,261	7,909	24,717
2004	0,137	66,264	7,496	26,083
2005	0,140	64,780	6,735	28,345
2006	0,151	60,171	7,949	31,729
2007	0,151	57,263	9,514	33,073

Sumber : *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2008*, Departemen ESDM (2008)

Tabel 6.1 menunjukkan bahwa konsumsi energi rumah tangga masih didominasi oleh komponen minyak (minyak tanah) tetapi mempunyai *trend* yang menurun, sedangkan LPG mempunyai *share* yang kecil tetapi mempunyai *trend* yang meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya kenaikan harga minyak maka rumah tangga mengubah konsumsinya.

Nilai parameter ini adalah $0 < h < 1$ (Vasicek & Musil, 2006). Hasil estimasi *habit formation coefficient* (h) dalam disertasi ini adalah 0,67, hal ini konsisten dengan temuan dalam GEMBI 2006 yang menyatakan bahwa nilai parameter *habit formation* adalah 0,65 (untuk rumah tangga *non-capitalist*) dan 0,7 (untuk rumah tangga *capitalist*)⁵⁶. Temuan *habit formation* dari disertasi dan GEMBI 2006 untuk perekonomian Indonesia memiliki kemiripan dengan hasil estimasi *habit formation* di beberapa negara seperti Barbanchon (2007) untuk perekonomian Perancis sebesar 0,7, Smets dan Wouters (2002) untuk *Euro Area*

⁵⁶ Dalam hal ini rumah tangga *non capitalist* memaksimalkan konsumsi dan *leisure* dengan kendala berupa uang kas (*own currencies*), upah yang diterima, dan transfer yang diterima dari pemerintah. Sedangkan rumah tangga *capitalist* memiliki kapital dan mempunyai akses ke bank. Dalam hal ini rumah tangga *capitalist* memaksimalkan utilitinya dengan kendala berupa uang yang dimiliki (*own currencies*), profit (yang diterima dari firm, bank, *importer* dan *commodity producer*), kredit, *gain* dari obligasi negara, dan *transaction cost*.

sebesar 0,573, Adolfson et.al (2006) untuk *Euro Area* sebesar 0,694, Vasicek dan Musil (2006) untuk perekonomian Ceko sebesar 0,89.

Persamaan (3.31) dalam model disertai menyatakan:

$$\hat{c}_t = \frac{1}{1+h} E_t \hat{c}_{t+1} + \frac{h}{1+h} \hat{c}_{t-1} - \frac{1-h}{1+h} \left(\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} \right)$$

Konsumsi rumah tangga periode sekarang dipengaruhi oleh ekspektasi konsumsi periode mendatang, konsumsi periode lalu dan tingkat bunga riil.

Ketika $h=0$ persamaan tersebut menjadi *traditional forward looking consumption equation*. Dengan memasukkan *habit formation* maka konsumsi sekarang tergantung pada rata-rata tertimbang konsumsi periode lalu dan ekspektasi konsumsi periode mendatang (Smets & Wouters, 2002). Jika parameter h dari disertai dimasukkan ke dalam persamaan tersebut maka bobot konsumsi rumah tangga periode lalu yang mempengaruhi konsumsi rumah tangga periode sekarang adalah sebesar $h/(1+h)$ atau 0,4.

Untuk memenuhi konsumsinya yang mengikuti *habit formation* maka rumah tangga akan mengkaitkan dengan *labor supply*. Kenaikan harga minyak internasional dalam perekonomian berdampak pada penurunan upah riil, karena upah riil mengalami penurunan sementara rumah tangga harus memenuhi *habit* konsumsinya maka rumah tangga berusaha menawarkan tenaga kerja lebih tinggi. Hal ini tercermin dari parameter elastisitas penawaran tenaga kerja terkait dengan upah riil (σ_L) yang dalam disertai ini diperoleh nilai sebesar 0,51⁵⁷. Ini mengindikasikan tidak elastisnya penawaran tenaga kerja, dimana nilai *inverse elasticity of labor supply* > 0 (Vasicek & Musil, 2006). Elastisitas penawaran tenaga kerja menunjukkan respon penawaran tenaga kerja akibat adanya perubahan upah riil. Nilai elastisitas penawaran tenaga kerja terkait dengan upah riil (σ_L) untuk perekonomian Indonesia sebesar 0,51 berarti setiap satu persen kenaikan upah riil akan meningkatkan 0,51 persen penawaran tenaga kerja⁵⁸.

⁵⁷ *Inverse* elastisitas penawaran tenaga kerja terkait dengan upah riil adalah 1,98. Lihat juga Vasicek dan Musil (2006).

⁵⁸ Elastisitas penawaran tenaga kerja secara signifikan dipengaruhi mobilitas tenaga kerja dan *long run unemployment*. Kenaikan upah riil dikaitkan dengan meningkatnya produktivitas tenaga kerja (Vasicek & Musil, 2006).

Hasil ini konsisten dengan temuan GEMBI 2006 dimana nilai *elasticity of work effort with respect to the real wage* sebesar 0,5. Untuk perekonomian Ceko nilai parameter ini sebesar 0,98 (Vasicek & Musil, 2006).

Perilaku rumah tangga dalam mengkonsumsi berbagai jenis barang dapat dilihat pada elastisitas substitusi antara minyak dan barang-barang non-minyak, yang dalam disertasi mempunyai nilai kurang dari satu ($\eta=0,89$), artinya persistensi *shock* harga minyak internasional menyebabkan konsumsi agregat lebih persisten (Medina & Soto, 2005). Sementara elastisitas substitusi antara minyak dan barang-barang non-minyak untuk perekonomian Chili sebesar 0,656 (Medina & Soto, 2005). Nilai elastisitas konsumsi untuk berbagai jenis barang > 0 (Vasicek & Musil, 2006).

Dalam hubungannya dengan perilaku rumah tangga mengkonsumsi barang-barang non-minyak, diperoleh nilai estimasi elastisitas substitusi barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri dalam bundel konsumsi rumah tangga (θ) adalah $0,06^{59}$ yang berarti rendahnya tingkat substitusi antara barang-barang dalam negeri dan barang-barang luar negeri, dimana nilai elastisitas substitusi barang-barang dalam negeri dan luar negeri > 0 (Vasicek & Musil, 2006). Hal ini mengindikasikan barang-barang dalam negeri dalam *consumption basket* rumah tangga masih tinggi. Sehingga dengan adanya kenaikan harga minyak internasional menyebabkan kenaikan *cost of production* yang berakibat pada kenaikan harga barang-barang dalam negeri. Karena barang-barang dalam negeri dalam *consumption basket* rumah tangga masih tinggi maka konsumsi terhadap barang-barang ini mengalami penurunan yang tinggi.

6.2. Perilaku Produsen

Rigiditas harga merujuk pada seberapa sering frekuensi tingkat harga berubah atau disesuaikan. Semakin rendah frekuensi perubahan tingkat harga maka semakin tinggi rigiditas harga (Alamsyah, 2008). Dimana nilai parameter ini adalah $0 \leq \phi_H \leq 1$ (Vasicek & Musil, 2006). Estimasi peluang Calvo untuk tidak mengatur kembali harga (rigiditas harga, ϕ_H) dalam disertasi ini adalah sebesar

⁵⁹ Nilai elastisitas substitusi barang-barang domestik dan barang-barang luar negeri kurang dari satu masih dapat diterima (Vasicek & Musil, 2006).

0,31. Temuan parameter ini lebih kecil daripada parameter dalam GEMBI 2006 yaitu sebesar 0,5. Hasil estimasi Medina dan Soto (2005) untuk parameter ini di perekonomian Chili adalah sebesar 0,17. Estimasi parameter rigiditas harga untuk Indonesia dan Chili kontras dibandingkan dengan perekonomian negara maju, Smets dan Wouters (2002) mengestimasi untuk *Euro Area* sebesar 0,908 dan Adolfson et.al (2006) mengestimasi untuk *Euro Area* sebesar 0,895. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk negara berkembang rata-rata waktu untuk melakukan pengaturan ulang harga lebih cepat dibandingkan dengan negara maju.

Hasil temuan dalam disertasi ini menunjukkan bahwa dalam perekonomian Indonesia jika terjadi kenaikan harga minyak maka peluang untuk tidak merubah harga (ϕ_H) dalam periode tertentu (*observable variable* menggunakan data triwulanan) adalah 0,3⁶⁰ artinya perusahaan akan melakukan pengaturan ulang harga setiap 4 bulan sekali atau 3 kali dalam setahun. Relatif pendek durasi kontrak harga karena kenaikan biaya produksi (Medina & Soto, 2005).

Kenaikan harga akibat kenaikan pada biaya produksi atau biaya pengadaan barang menimbulkan inflasi pada sisi penawaran yang disebut *cost-push inflation*. Inflasi penawaran mencakup juga *supply shocks inflation* yang memicu kenaikan harga penawaran barang. Faktor kejutan yang termasuk dalam jenis inflasi ini adalah kenaikan harga komoditas internasional termasuk harga minyak mentah internasional (Hutabarat, 2005). Dengan mempertimbangkan struktur biaya pada masing-masing sektor produksi menunjukkan kenaikan bahan bakar minyak sebesar 1 persen (tanpa subsidi) akan menyebabkan kenaikan harga barang-barang domestik secara keseluruhan sebesar 0,07 persen (Yanuarti, 2004).

Hasil temuan dalam disertasi ini konsisten dengan temuan Solikin dan Sugema (2004). Faktor utama yang menyebabkan rigiditas harga di tingkat produsen adalah (i) *cost based*, dimana harga barang berubah jika biaya upah, bahan baku serta komponen biaya lainnya berubah, (ii) *stock adjustment*, dimana dalam menghadapi perubahan pasar maka produsen dapat menyesuaikan diri dengan cara mengubah tingkat persediaan, (iii) *price means quality*, dimana produsen cenderung untuk tidak melakukan penurunan harga karena hal ini

⁶⁰ Rumus durasi kontrak harga = $1/(1-\phi_H)$ lihat Vasicek dan Musil (2006), sedangkan interpretasi hasil perhitungan lihat Medina dan Soto (2005), Smets dan Wouters (2002).

menimbulkan persepsi dari pelanggan bahwa kualitas barang telah diturunkan, (iv) *physical menu cost*, dimana biaya yang dikeluarkan oleh produsen terkait dengan perubahan harga, (v) *co-ordination failure*, dimana tidak ada perusahaan yang mengambil inisiatif untuk mengubah harga sebagai respon terhadap perubahan biaya dan kondisi pasar, (vi) *implicit contract*, dimana kesepakatan yang tidak tertulis antara produsen dengan konsumen yang loyal (Solikin dan Sugema, 2004).

Persamaan (3.34) dalam model disertasi menyatakan :

$$\hat{\pi}_{H,t} = \frac{(1-\phi_H)(1-\beta\phi_H)}{\phi_H(1+\beta\xi_H)} \left((1-\alpha)\hat{w}r_t + \alpha\hat{p}r_{O,t} - \hat{a}_{H,t} + \hat{p}r_{H,t} \right) + \frac{\beta}{1+\beta\xi_H} E_t \hat{\pi}_{H,t+1} + \frac{\xi_H}{1+\beta\xi_H} \hat{\pi}_{H,t-1}$$

Inflasi dalam negeri dipengaruhi secara positif oleh *marginal cost* (upah riil, harga minyak, produktifitas, harga barang-barang dalam negeri), secara positif oleh ekspektasi inflasi periode mendatang dan secara positif oleh inflasi periode lalu. Elastisitas inflasi terkait dengan perubahan *marginal cost* tergantung terutama pada *degree of price stickiness*. Jika semua harga semakin fleksibel, persamaan ini menurunkan ke kondisi normal bahwa dalam *flexible price economy* maka *marginal cost* mempunyai pengaruh yang besar dalam pembentukan inflasi (Smets & Wouters, 2002).

Rigiditas upah merujuk pada tingkat penyesuaian upah (Solikin & Sugema, 2004). Semakin rendah tingkat penyesuaian upah maka semakin tinggi rigiditas upah. Estimasi peluang Calvo untuk tidak mengatur kembali upah optimal (rigiditas upah, ϕ_L) dalam disertasi ini adalah sebesar 0,62⁶¹ artinya produsen akan melakukan reoptimisasi upah hampir 9 bulan sekali (mendekati penentuan upah minimum provinsi). Temuan ini lebih kecil dari model GEMBI 2006 yaitu sebesar 0,75. Estimasi Medina dan Soto (2005) untuk Chili sebesar 0,819, Smets dan Wouters (2002) untuk *Euro Area* sebesar 0,737, dan Adolfson *et al* (2006) untuk *Euro Area* adalah sebesar 0,716.

⁶¹ Rumus durasi kontrak upah = $1/(1-\phi_H)$ lihat Vasicek dan Musil (2006). Sedangkan interpretasi hasil perhitungan lihat Medina dan Soto (2005), Smets dan Wouters (2002).

Berdasarkan persamaan (3.38) dan (3.40) dalam model yaitu :

$$\frac{1 + v_L \phi_L + \sigma_L \epsilon_L (\phi_L + v_L)}{1 + \sigma_{L\epsilon L}} \hat{w}r_t - \phi_L \hat{w}r_{t-1} - v_L E_t \hat{w}r_{t+1} =$$

$$\frac{(1 - v_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \epsilon_L} \hat{m}rs_t - (\phi_L + v_L \epsilon_L) \hat{\pi}_t + \phi_L \xi_L \pi_{t-1} + v_L E_t \hat{\pi}_{t+1} + \hat{\zeta}_t$$

$$\hat{m}rs_t = \sigma_L \hat{l}_t + \frac{1}{1-h} \hat{c}_t - \frac{h}{1-h} \hat{c}_{t-1}$$

Upah riil periode sekarang dipengaruhi oleh upah riil periode lalu, ekspektasi upah riil periode mendatang, inflasi periode sekarang, inflasi periode lalu, ekspektasi inflasi periode mendatang, tingkat marginal substitusi antara *labor* dan *consumption*. Jika deviasi upah riil aktual dari upah yang berlaku dalam pasar tenaga kerja yang fleksibel semakin besar maka semakin kecil rigiditas upah, semakin rendah elastisitas permintaan tenaga kerja dan semakin rendah *inverse elasticity of labor supply* atau kurva penawaran tenaga kerja lebih datar (Smets & Wouters, 2002).

Hasil estimasi parameter model dalam disertasi ini konsisten dengan temuan Solikin dan Sugema (2004) yang menyatakan bahwa cara penentuan upah (*wage setting stance*) di perusahaan mayoritas didasarkan atas regulasi pemerintah. Regulasi pemerintah dalam penentuan upah di Indonesia adalah dalam penentuan Upah Minimum Propinsi (UMP). Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan perusahaan hanya berusaha untuk memenuhi upah yang ditetapkan secara minimum oleh pemerintah.

Lebih rendahnya rigiditas harga dibandingkan dengan rigiditas upah dalam disertasi ini sesuai dengan kondisi perekonomian di Indonesia. Rigiditas harga lebih rendah dibanding dengan rigiditas upah karena (i) harga barang tergantung pada komponen biaya produksi yang mudah berubah dan (ii) penentuan upah mengikuti aturan atau kondisi tertentu seperti UMP dan kemampuan perusahaan. Hal ini tercermin pada pembentukan inflasi dimana kenaikan harga barang sebagai *leader* dan upah tetap sebagai *follower*⁶².

⁶² Heriawan, hasil diskusi.

Indeksasi upah (*wage indexation*) didefinisikan sebagai kenaikan upah berdasarkan inflasi periode lalu (Gomez, 2003). Karakteristik terkait *backward looking wage indexation* yaitu meningkatkan variabilitas upah riil.

Berdasarkan persamaan (3.38) jika $\xi_L = 0$, upah riil tidak tergantung pada lag tingkat inflasi, tidak ada indeksasi dan upah tidak dapat *re-optimised* (Smets & Wouters, 2002). Parameter indeksasi upah (ξ_L) dalam disertasi ini adalah sebesar 0,25.

Adanya indeksasi upah ini disebabkan karena aturan untuk penentuan upah khususnya sektor manufaktur mengikuti peraturan pemerintah melalui penetapan upah minimum provinsi (UMP) yang disesuaikan dengan tingkat inflasi. Sedangkan upah minimum menjadi salah satu faktor terpenting yang menentukan harga di tingkat perusahaan maka cara penentuan upah minimum akan sangat berpengaruh terhadap persistensi inflasi (Solikin & Sugema, 2004).

Kenaikan upah berdasarkan inflasi periode lalu meningkatkan *inflation inertia* dan *cost of disinflation*, sehingga bertentangan dengan tujuan mempertahankan daya beli riil dari upah pekerja. Untuk mendapatkan stabilitas upah dan mengurangi *cost of disinflation* maka pekerja dan pengusaha melakukan negosiasi *cost of living adjustment* berdasarkan target inflasi yang ditetapkan bank sentral (Gomez, 2003).

Indeksasi harga (*price indexation*) adalah harga disesuaikan secara otomatis terhadap inflasi periode lalu (Kichian & Kryvtsov, 2007). Kondisi yang mempengaruhi penyesuaian harga (*indexation bias*) adalah indeksasi harga, rigiditas harga dan *trend* inflasi. Sehingga pada saat rigiditas harga dan *trend* inflasi meningkat serta adanya indeksasi harga maka *indexation bias* meningkat (Kichian & Kryvtsov, 2007). Produsen yang mengkaitkan dengan indeksasi harga tidak perlu menyesuaikan harga seringkali untuk menghasilkan *variance* yang sama dengan inflasi.

Dalam persamaan (3.34) jika $\xi_H = 0$ maka persamaan ini menyatakan *standard purely forward looking Phillips curve*. Dengan kata lain tingkat indeksasi harga menentukan *backward looking* pada proses inflasi (Smets and Wouters, 2002). Dengan memasukkan indeksasi harga (ξ_H) temuan dalam

disertasi ini sebesar 0,03 pada $\frac{\xi_H}{1 + \beta\xi_H}$ diperoleh bobot 0,029 artinya inflasi

masa lalu yang digunakan untuk mempertimbangkan penyesuaian harga oleh produsen hanya sebesar 0,029. Hal ini mengindikasikan bahwa ketika terjadi inflasi, produsen tidak secara langsung menaikkan harga tetapi kenaikan inflasi ditransmisikan dengan pengurangan margin perusahaan.

Implikasi dari temuan ini adalah dalam penentuan harga sebaiknya tidak terlalu memperhatikan inflasi periode lalu yang justru akan mengakibatkan persistensi inflasi. Indeksasi harga dan upah yang rendah (mendekati nol) akan menurunkan persistensi inflasi dan konsekuensinya menurunkan target horizon. (Murchison & Rennison, 2006).

Hasil estimasi parameter substitusi tenaga kerja dan minyak dalam produksi (ω) di disertasi adalah sebesar 0,24. Nilai substitusi yang rendah terkait dengan peranan minyak sebagai faktor input dan penyedia energi pada industri. Jika dilihat dari pendekatan struktur biaya pada industri maka pengguna minyak mentah sebagian besar adalah industri pengolahan dan pertambangan (Yanuarti, 2004). Kelompok industri pengolahan yang menggunakan minyak bumi dalam jumlah yang cukup signifikan adalah industri-industri dasar seperti industri penghasil barang kilang minyak, industri pupuk, industri kimia dasar, dan industri damar sintetis dengan rasio biaya di atas 50 persen. Di antara industri tersebut, industri penghasil barang kilang minyak memiliki ketergantungan terhadap minyak bumi sangat tinggi dengan rasio biayanya yang mencapai lebih dari 99 persen.

Kelompok industri lainnya seperti industri kosmetik dan industri plastik memiliki rasio biaya relatif lebih kecil yakni 15-20 persen dibandingkan dengan kelompok industri dasar. Sementara industri benang, industri tekstil, industri obat-obatan dan sejumlah industri lainnya memanfaatkan minyak bumi dalam jumlah yang tidak terlalu besar yakni 1-6 persen dari total biaya input antaranya. Selebihnya merupakan industri yang memiliki ketergantungan minyak bumi sangat kecil (kurang dari 1 persen) seperti industri jamu, industri barang perhiasan, industri kulit, dan industri pakaian jadi.

Sedangkan industri pengolahan yang paling tinggi intensitas penggunaan hasil kilang minyak sebesar 19 persen adalah industri kaca yang menghasilkan kaca lembaran, kaca pengaman dan perlengkapan rumah tangga. Selebihnya merupakan industri pengolahan seperti industri rokok, industri semen, industri gula, dan sebagainya yang menggunakan hasil kilang minyak kurang dari 10 persen dari total biaya inputnya.

Masih cukup besarnya struktur komponen biaya penggunaan minyak mentah dan hasil kilang minyak untuk industri pengolahan di Indonesia menunjukkan cukup tingginya tingkat sensitivitas (kerentanan) industri pengolahan terhadap perubahan harga minyak mentah (Yanuarti, 2004).

Nilai substitusi yang rendah karena minyak sebagai penghasil energi tidak mudah dikonversi dengan tenaga kerja⁶³. Namun demikian, *share* bahan bakar minyak untuk menghasilkan energi di industri pengolahan mempunyai *trend* yang semakin menurun sedangkan *share* energi yang lain seperti batu bara mempunyai *trend* yang semakin meningkat (Tabel 6.2)⁶⁴.

Tabel 6.2.
Share Konsumsi Energi di Sektor Industri Di Indonesia

Year	Coal	Briquette	Gas	Fuel				LPG	Electricity
				Kerosene	ADO	IDO	Fuel Oil		
2000	16.40	0.05	39.49	1.92	16.90	3.64	11.63	0.49	9.48
2001	16.84	0.04	37.24	1.89	17.95	3.52	12.14	0.44	9.93
2002	17.70	0.04	36.82	1.81	17.76	3.34	11.71	0.50	10.33
2003	15.80	0.04	39.01	1.96	18.42	3.13	10.22	0.40	11.02
2004	22.96	0.04	35.29	1.66	17.83	2.43	9.07	0.45	10.25
2005	27.00	0.05	35.43	1.58	16.40	1.99	6.41	0.46	10.69
2006	34.59	0.04	32.19	1.32	13.61	1.02	6.28	0.56	10.39
2007	42.98	0.05	28.13	1.18	11.92	0.50	4.89	0.44	9.91

Sumber : *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2008*, Departemen ESDM (2008)

Keterangan : ADO (Minyak Solar), IDO (Minyak Diesel), FO (Minyak Bakar)

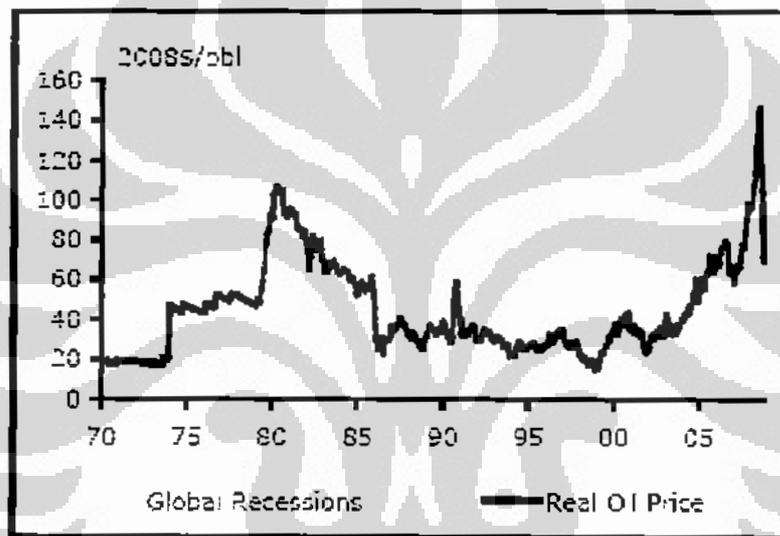
⁶³ Heriawan, hasil diskusi.

⁶⁴ *Share* konsumsi perusahaan untuk produk minyak di Perancis pada tahun 1980 masih di atas 0,75 persen menjadi di bawah 0,3 persen pada tahun 2000, hal ini karena adanya *endogenous technical progress* dan kebijakan energi *pro-nuclear* yang sangat kuat sejak *oil shock* pada tahun 1970-an (Barbanchon, 2007).

6.3. Sektor Luar Negeri

Elastisitas permintaan luar negeri terhadap barang-barang dalam negeri (η^*) adalah sebesar 0,03. Rendahnya elastisitas ini mengindikasikan bahwa rendahnya permintaan luar negeri terhadap barang-barang dalam negeri pada saat terjadi kenaikan harga minyak internasional.

Rendahnya permintaan luar negeri terkait pada saat terjadi kenaikan harga minyak internasional yang menyebabkan merosotnya perekonomian global. Grafik 6.1 menunjukkan bahwa setiap resesi global selalu diawali dengan kenaikan harga minyak.



Grafik 6.1.
Harga Minyak dan Resesi Global

Sumber : Rubin & Buchanan, 2008

Penelitian mengenai dampak kenaikan harga minyak internasional telah dilakukan oleh *International Energy Agency* (IEA). Model yang diterapkan oleh IEA (2004) digunakan untuk mempelajari dampak kenaikan harga minyak internasional US\$ 10 pada awal tahun 2004 di negara-negara OECD⁶⁵, negara berkembang dan negara-negara dalam transisi (Eropa Timur dan bekas Uni

⁶⁵OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development*) organisasi antar pemerintah didirikan pada tahun 1961. Anggotanya terdiri dari 30 negara yaitu hampir semua negara industri Eropa Barat, Kanada, Amerika Serikat, Australia, Selandia Baru, Meksiko, Republik Ceko dan Slowakia, Jepang, Turki dan Korea Selatan. IEA didirikan oleh OECD untuk mendorong kerjasama di bidang energi (Surjadi, 2006).

Sovyet). Negara-negara OECD masih tetap rentan terhadap kenaikan harga minyak internasional meskipun impor neto dan intensitas penggunaan minyaknya telah menurun sejak *oil shock* pertama. Tetapi sekitar 56 persen kebutuhan minyaknya masih harus diimpor pada tahun 2002 karena hanya 5 negara anggotanya yang pengeksport minyak⁶⁶. Impor minyak pada tahun 2003 mencapai US\$ 260 miliar (setara dengan 1 persen dari PDB) dan telah naik 20 persen dari impor minyak tahun 2001.

Untuk menguji kerentanan ekonomi OECD pada harga minyak internasional yang tinggi telah dilakukan suatu simulasi. Menggunakan asumsi harga minyak internasional tetap konstan pada US\$ 25 per barrel selama 5 tahun proyeksi dari tahun 2004 sampai tahun 2008. Pada harga minyak internasional yang lebih tinggi yaitu US\$ 35 per barrel berlanjut selama masa proyeksi⁶⁷. Nilai tukar dollar nominal dianggap tetap (1 euro = US\$ 1.14) untuk sepanjang tahun proyeksi⁶⁸.

Dampak kenaikan harga minyak internasional pada PDB sangat terasa pada 2 tahun pertama karena memburuknya *terms of trade* sehingga menurunkan pendapatan yang kemudian secara langsung mempengaruhi konsumsi domestik dan investasi. Selama 5 tahun proyeksi tersebut PDB rata-rata lebih rendah 0,3 persen dan laju inflasi 0,5 persen lebih tinggi, tingkat pengangguran rata-rata lebih tinggi sepersepuluh persen dari tahun dasar. Selama 4 tahun pertama proyeksi terjadi 400.000 orang kehilangan pekerjaan di seluruh negara anggota OECD. Upah riil telah disesuaikan ke bawah sepenuhnya karena memburuknya *terms of trade* dan pendapatan. Jika terdapat *rigiditas* dalam pasar tenaga kerja yang mencegah penyesuaian upah ini maka dampak buruk pada pengangguran dan tingkat inflasi akan lebih besar.

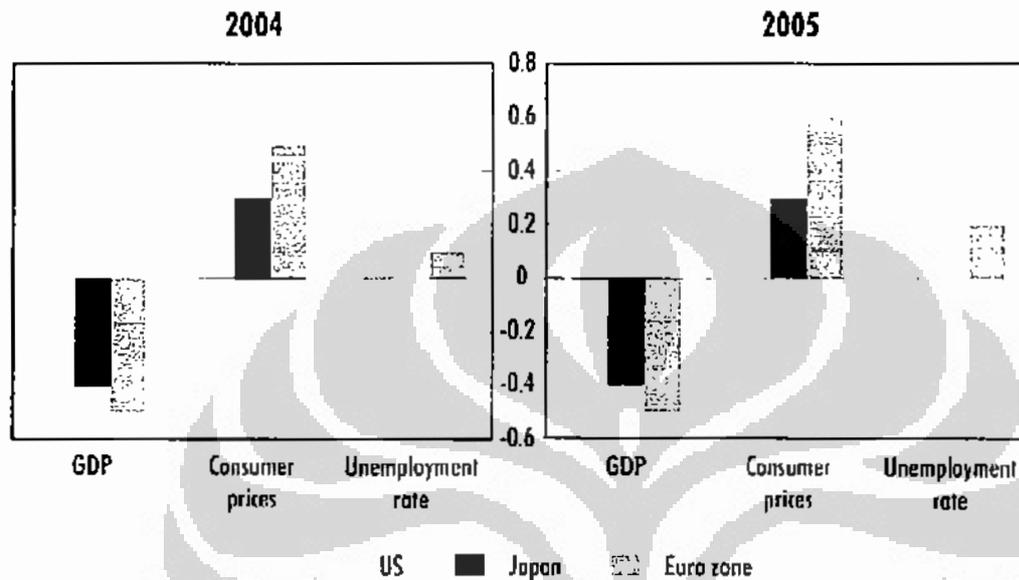
Neraca perdagangan OECD juga akan memburuk dalam jangka pendek karena kenaikan harga minyak internasional mendorong biaya impor minyak dan inflasi pada umumnya. Memburuknya neraca berjalan akan mencapai puncaknya pada tahun 2006 dengan defisit US\$ 50 miliar. Dampak ekonomi sangat berbeda

⁶⁶ Kanada, Denmark, Meksiko, Norwegia dan Inggris (IEA, 2004).

⁶⁷ Harga US\$ 35 per barrel ini telah tercapai pada bulan April 2004.

⁶⁸ Faktanya setiap perubahan dalam nilai dollar secara signifikan mempengaruhi dampak kenaikan harga minyak nominal pada perekonomian global.

antar negara OECD terutama tergantung derajatnya sebagai pengimpor neto minyak. Negara *Euro Area* yang sangat tergantung pada impor minyak mengalami dampak yang paling besar dalam jangka pendek (Grafik 6.2).



Grafik 6.2.
Indikator Makroekonomi OECD Pada Saat Kenaikan Harga Minyak Menurut Region/ Negara

Sumber : *International Energy Agency*, 2004

Kehilangan lapangan kerja dialami oleh hampir semua negara OECD. Jepang yang relatif rendah intensitas minyaknya hampir tidak merasakan dampak pada tingkat pengangguran. Turunnya PDB meningkatkan defisit anggaran rata-rata 3 persen di *Euro Area* dan 7 persen di Jepang. Amerika Serikat menerima dampak paling sedikit karena produksi minyak dalam negeri memenuhi 40 persen dari kebutuhannya. Tetapi dalam jangka pendek tingkat pengangguran merupakan hal yang merisaukan.

Jika dilihat dari produk ekspor manufaktur Indonesia bahwa negara tujuan paling utama bagi ekspor manufaktur Indonesia adalah Amerika Serikat disusul kemudian Jepang dan Uni Eropa (EU) walaupun akhir-akhir ini UE mengambil posisi teratas (Tambunan, 2006). Selain menurunnya kondisi perekonomian global

maka rendahnya daya saing produk berperan dalam membentuk rendahnya elastisitas permintaan luar negeri terhadap barang-barang dalam negeri. Produk ekspor Indonesia yang masuk di dalam kategori 50 produk utama didominasi oleh barang manufaktur dengan barang elektronik pada posisi teratas. Namun demikian, Indonesia masih belum unggul di pasar dunia dalam banyak produk manufaktur. Indonesia masih tetap menjadi eksportir terbesar hanya untuk produk-produk tradisional seperti *crude palm oil* (CPO).

Ada dua produk manufaktur yang selama ini Indonesia mencoba menjadi salah satu pemain besar di pasar global berdasarkan faktor utama keunggulan komparatif yang dimiliki Indonesia yaitu tenaga kerja dengan upah murah. Kedua produk tersebut adalah tekstil dan produknya (TPT), dan elektronika. Namun pengalaman di banyak negara produsen lainnya seperti China, Korea Selatan dan Jepang menunjukkan bahwa dalam era teknologi maju sekarang ini tenaga kerja murah tidak bisa lagi diandalkan sebagai satu-satunya penentu daya saing kedua kelompok produk tersebut. Banyak faktor lain yang bahkan cenderung dominan dalam menentukan keberhasilan suatu negara dalam ekspor kedua produk tersebut yakni ketersediaan/ penguasaan teknologi, pembangunan industri pendukung yang solid dan ketersediaan infrastruktur yang baik (Tambunan, 2006).

Metode yang umum digunakan dalam menganalisis daya saing suatu (atau kelompok) barang di pasar global adalah dengan menghitung Indeks RCA (*Revealed Comparative Advantage*). Nilai $RCA > 1$ berarti daya saing Indonesia di atas rata-rata dunia sedangkan nilai $RCA < 1$ berarti daya saing Indonesia lebih rendah dari rata-rata dunia. TPT Indonesia mempunyai daya saing di atas rata-rata namun untuk barang-barang elektronik khususnya IT dan elektronik rumah tangga dan komponen-komponen listrik daya saing Indonesia buruk (Tambunan, 2006).

6.4. Bank Sentral

Hasil estimasi untuk koefisien *policy rate* yaitu inflasi (ω_π), output (ω_y) yang merepresentasikan *policy rate* bank sentral dalam persamaan *Taylor rule* masing-masing sebesar 1,74, dan 0,28. Nilai ini hampir memiliki kesamaan dengan model GEMBI 2006 dimana nilai variabel yang terkait masing-masing sebesar 1,7 dan 0,7. Untuk perekonomian Chili, Medina dan Soto (2005)

menemukan nilai untuk parameter ω_π , ω_y , masing-masing sebesar 0,85 dan 0,12.

Nilai parameter ini adalah $\omega_\pi, \omega_y \geq 0$ (Vasicek & Musil, 2006).

Persamaan 3.56 dari model:

$$\hat{r}_t = \rho \hat{r}_{t-1} + (1 - \rho)\omega_\pi \hat{\pi}_t + (1 - \rho)\omega_y (\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1})$$

Policy rate dipengaruhi oleh *policy rate* periode lalu, inflasi dan output. Dengan memasukkan nilai estimasi ρ sebesar 0,9 maka persamaan 3.56 adalah sebagai berikut:

$$r_t = 0,90 \hat{r}_{t-1} + (1 - 0,90)1,74 \hat{\pi}_t + (1 - 0,90)0,28(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1})$$

$$r_t = 0,90 \hat{r}_{t-1} + (1 - 0,90)(1,74 \hat{\pi}_t + 0,28(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1}))$$

$$r_t = 0,90 \hat{r}_{t-1} + 0,174 \hat{\pi}_t + 0,028(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1})$$

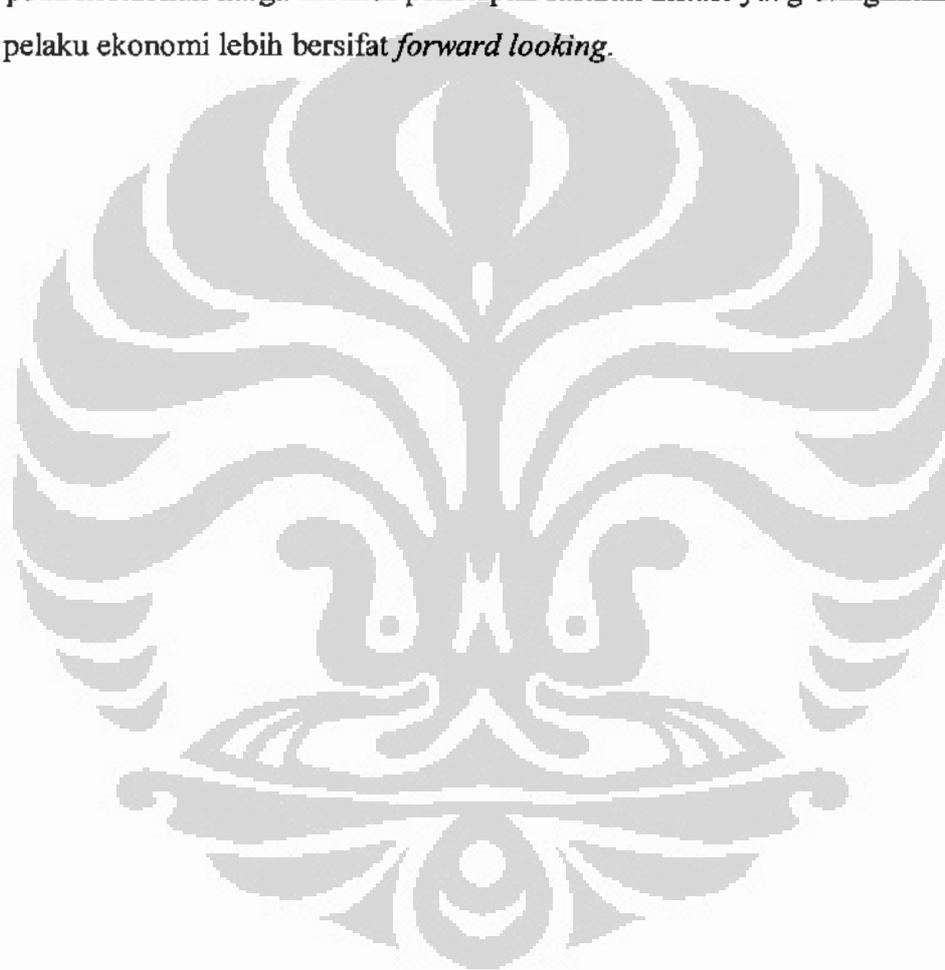
Nilai ρ menunjukkan bobot dari perilaku penentuan *policy rate* periode lalu (*backward looking*). Dan parameter ρ menunjukkan juga sebagai *interest rate smoothing* (Smets & Wouters, 2002; Medina & Soto, 2005). Makin tinggi nilai *interest rate smoothing* maka makin rendah pengaruh inflasi dan output pada *policy rate*. Misalkan $\rho = 1$ berarti bank sentral hanya *backward looking* dan menetapkan *policy rate* periode sekarang mengikuti nilai sebelumnya, yang menyatakan tidak ada perhatian terhadap perkembangan inflasi dan output. Dan misalkan $\rho = 0$ berarti bank sentral mencentahkan perhatian hanya pada tujuan ekonomi dasar yaitu inflasi dan output (Vasicek & Musil, 2006).

Dua parameter lainnya (ω_π dan ω_y) merupakan bobot yang berhubungan dengan inflasi dan output. Rasio antara inflasi dan output adalah $\frac{1,74}{0,28} = 6,2$ artinya bank sentral memilih untuk menetapkan inflasi 6,2 kali dibandingkan dengan output⁶⁹. Strategi ini didukung oleh koefisien untuk pengaruh total dari inflasi sebesar 0,174 dan output sebesar 0,028. Reaksi dari bank sentral jika terjadi kenaikan satu persen inflasi adalah menaikkan *policy rate* sebesar 0,174 persen,

⁶⁹ Lihat Vasicek & Musil (2006).

sedangkan satu persen kenaikan perubahan output hanya mengakibatkan kenaikan *policy rate* sebesar 0,028 persen.

Tekanan pada perekonomian akibat dari *oil shock* tidak besar jika bank sentral fokus pada penetapan inflasi daripada memfokuskan pada stabilisasi output. Output dan inflasi kurang *volatile* ketika bank sentral menempatkan bobot yang relatif lebih pada stabilisasi inflasi (Leduc & Sill, 2004). Kondisi ini sesuai dengan strategi kebijakan moneter Bank Indonesia yang memfokuskan secara langsung pada kestabilan harga melalui penetapan sasaran inflasi yang diinginkan sehingga pelaku ekonomi lebih bersifat *forward looking*.



BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dari hasil pengolahan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Minyak sebagai input dan penyedia energi dalam kegiatan produksi mempunyai peranan yang sangat penting, sehingga kenaikan harga minyak berpengaruh pada meningkatnya biaya produksi. Kondisi ini berakibat menurunnya produksi barang dan mendorong produsen melakukan penyesuaian harga setiap 4 bulan sehingga menyebabkan inflasi. Sementara persistensi inflasi masih terjadi karena pelaku ekonomi bersifat *backward looking*.
2. Penurunan produksi barang menyebabkan terjadinya penurunan *employment* dan produsen melakukan reoptimisasi upah hampir 9 bulan sekali. Dengan terjadinya kenaikan harga setiap 4 bulan maka upah riil mengalami penurunan.
3. Penurunan upah riil menyebabkan penurunan konsumsi rumah tangga untuk bahan bakar (minyak), barang produksi dalam negeri dan barang impor. Dengan ketergantungan rumah tangga terhadap minyak yang tinggi, dilihat dari nilai elastisitas substitusi untuk bahan bakar (minyak) dan barang non-minyak yang rendah, maka kenaikan harga minyak memperbesar penurunan konsumsi rumah tangga. Penurunan konsumsi ini mendorong rumah tangga meningkatkan penawaran tenaga kerja, namun permintaan tenaga kerja mengalami penurunan.
4. Ekspor mengalami penurunan sebagai akibat inflasi yang berpengaruh pada nilai tukar riil dan penurunan permintaan luar negeri. Sementara impor menurun terkait dengan turunnya daya beli rumah tangga.
5. Menggunakan *Taylor rule* dengan memberi bobot yang lebih besar pada inflasi daripada output maka bank sentral menaikkan *policy rate*. Dengan memfokuskan pada penetapan inflasi maka dampak kenaikan harga

minyak pada perekonomian tidak besar dan pelaku ekonomi lebih bersifat *forward looking*.

7.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang juga temuan dari disertasi ini maka saran yang dapat diberikan adalah:

1. Terkait dengan peranan minyak yang masih cukup tinggi dalam produksi dan konsumsi rumah tangga, serta pengaruhnya pada perekonomian jika terjadi kenaikan harga minyak maka kebijakan konservasi dan diversifikasi energi di dalam negeri harus dipercepat pelaksanaannya. Kebijakan ini harus dipercepat dengan memperhatikan posisi Indonesia saat ini sudah menjadi negara pengimpor minyak neto dan kenaikan harga minyak internasional bisa terjadi di masa akan datang.
2. Memperhatikan dampak pada perekonomian yang lebih besar jika terjadi kenaikan harga minyak dan masih adanya persistensi inflasi maka bank sentral diarahkan memberikan prioritas yang tinggi pada pencapaian stabilitas harga. Keberhasilan bank sentral mengendalikan inflasi mendorong pelaku ekonomi menjadi semakin melihat ke depan (*forward looking*) sehingga volatilitas output dan inflasi bisa dikurangi.

DAFTAR REFERENSI

- Abdullah, Piter. (2007). *Impact and Policy Responses to Oil Price Shock in The Seacen Countries*. The South East Asian Central Banks (SEACEN) Research and Training Centre. Kuala Lumpur. Malaysia.
- Abimanyu, Yoopi. (2004). *Memahami Kurs Valuta Asing*. Penerbitan Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta.
- Adi, Agus Cahyono. (2008). *Strategi Pengembangan Energi Nasional*. Disajikan dalam Sidang Pleno XIII dan Seminar Nasional Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (ISEI) dengan Topik Memperkuat Ketahanan Pangan dan Energi Nasional dalam Era Persaingan Global. Lombok.
- Adolfson, Malin., Laseen, Stefan., Linde, Jesper. (2006). *Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE with Incomplete Pass Through*. Research Paper Series 18. Sveriges Riksbank
- Akram, Farooq., & Winje, Pal. (2008). The Rise in Oil Prices-Fundamental and Financial Factors. *Economic Commentaries*, No.1, June. Norges Bank.
- Alamsyah, Halim. (2008). Persistensi Inflasi dan Dampaknya Terhadap Pilihan dan Respons Kebijakan Moneter di Indonesia. *Disertasi*. Program Studi Ilmu Ekonomi Program Pascasarjana Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Depok.
- Alipour-Jedi, Mohammad. (2009). *Statement on Behalf of The Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) in International Monetary and Financial Comittee, Eighteenth Meeting*. Washington DC.
- Alisjahbana, Armida S. (2008). *Ketahanan Energi Melalui Pengembangan Energi Terbarukan (Renewable Energy)*. Disajikan dalam Sidang Pleno XIII dan Seminar Nasional Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (ISEI) dengan Topik Memperkuat Ketahanan Pangan dan Energi Nasional dalam Era Persaingan Global. Lombok.
- Ascari, Guido., & Branzoli, Nicola. (2008). *Price Indexation and Optimal Simple Rules in a Medium Scale New Keynesian Model*. Departement of Economics and Quantitative Methods, University of Pavia. Pavia.
- Badan Pusat Statistik. (2001). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor*, Jilid II. Jakarta.
- _____. (2002). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor*, Jilid II. Jakarta
- _____. (2003). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor*, Jilid II. Jakarta

- _____. (2004). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor*, Jilid II. Jakarta
- _____. (2006). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor*, Jilid II. Jakarta
- _____. (2007). *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia : Impor*, Jilid II. Jakarta
- _____. (2007). *Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia*. Jakarta.
- _____. (2007). *Konsumsi Kalori dan Protein Penduduk Indonesia dan Provinsi Tahun 2007*. Jakarta.
- _____. (2003). *Statistik Upah Tahun 2003*. Jakarta.
- _____. (2004). *Statistik Upah Tahun 2004*. Jakarta.
- _____. (2004). *Statistik Struktur Upah Tahun 2004*. Jakarta.
- _____. (2005). *Statistik Struktur Upah Tahun 2005*. Jakarta.
- _____. (2006). *Statistik Struktur Upah Tahun 2006*. Jakarta.
- Bank Indonesia pada <http://www.bi.go.id>
- Bank Indonesia. (2000). *General Equilibrium Model of Bank Indonesia (GEMBI) 2000*. Bank Indonesia. Jakarta.
- _____. (2002). *General Equilibrium Model of Bank Indonesia (GEMBI 2002)*. Bank Indonesia. Jakarta.
- _____. (2003). *General Equilibrium Model of Bank Indonesia (GEMBI 2003)*. Bank Indonesia. Jakarta.
- _____. (2004). *General Equilibrium Model of Bank Indonesia (GEMBI) 2004*. Bank Indonesia. Jakarta.
- _____. (2005). *General Equilibrium Model of Bank Indonesia (GEMBI) 2005*. Bank Indonesia. Jakarta.
- _____. (2007). *General Equilibrium Model of Bank Indonesia (GEMBI) 2006*. Bank Indonesia. Jakarta.
- Barbanchon, Thomas LE. (2007). The Changing Response to Oil Price Shocks in France : a DSGE Type Approach. *I Série des documents de travail de la Direction des Etudes et Synthèses Économiques, Institut National de la Statistique et des Études Économiques*, G 2007/07. Malakoff Cedex-Paris. France.

- Bernanke, Ben S et al. (1997). Systematic Monetary Policy and The Effects of Oil Price Shocks. *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol.1997, No.1,pp.91-157. <http://www.jstor.org>.
- Bernanke, Ben S., Gertler, Mark., & Watson, Mark W., (2004). Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol.36, No.2, April.
- Blanchard, Oliver Jean., & Kiyotaki, Nobuhiro. (1987). *Monopolistic Competition and The Effects of Aggregate Demmand*. *American Economic Review* 77, 647-666.
- Blanchard, Oliver. (1997). *Macroeconomics*. Prentice-Hall,Inc. New Jersey.
- Blanchard, Oliver. J & Gali, Jordi. (2005). *Real Wage Rigidities and The New Keynesian Model*. Discussion Paper No. 5375. Centre for Economic Policy Research, December.
- _____. (2005). Real Wage Rigidities and The New Keynesian Model. *NBER Working Paper Series* 11806. Cambridge.
- _____. (2006). A New Keynesian Model with Unemployment. *Seminars at ITAM, MIT, Wharton, Boston Fed and at the UQAM Conference on Frontries of Macroeconomics*.
- Calvo, Guillermo A. (1983). Staggered Prices In A Utility - Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics* 12, 383 398. North-Holland.
- Carlstrom, Charles T.,& Fuerst, Timothy S. (2005). Oil Prices, Monetary Policy, and Counterfactual Experiment. *Working Paper, Federal Reserve Bank of Cleveland*, No.05-10, October.
- _____. (2005). Oil Prices, Monetary Policy, and The Macroeconomy. *Policy Discussion Papers, Federal Reserve Bank of Cleveland*, No.10, April.
- Chernoff, Harry. (2004). The Marginal Price of Oil. *Energy Bulletin*, <http://www.energybulletin.net>.
- Chirinko, Robert S.,& Fazzari, Steven M. (2003). *Market Power And Inflation*. CESIFO Working Paper Series No. 277. Munich, Germany.
- De Fiore, F., Lombardo G., & Stebunovs, V. (2006). Oil Price Shocks, Monetary Policy Rules and Welfare. *Computing in Economics and Finance*, 2006 402, Society for Computational Economics.
- Dixon, Huw (reviewer). (1992). New Keynesian Economics Volume I: Imperfect Competition and Sticky Prices by Gregory N. Mankiw ; David Romer , New Keynesian Economics Volume II: Coordination Failures and Real Rigidities by Gregory N. Mankiw ; David Romer”, *The Economic Journal*, Vol. 102,

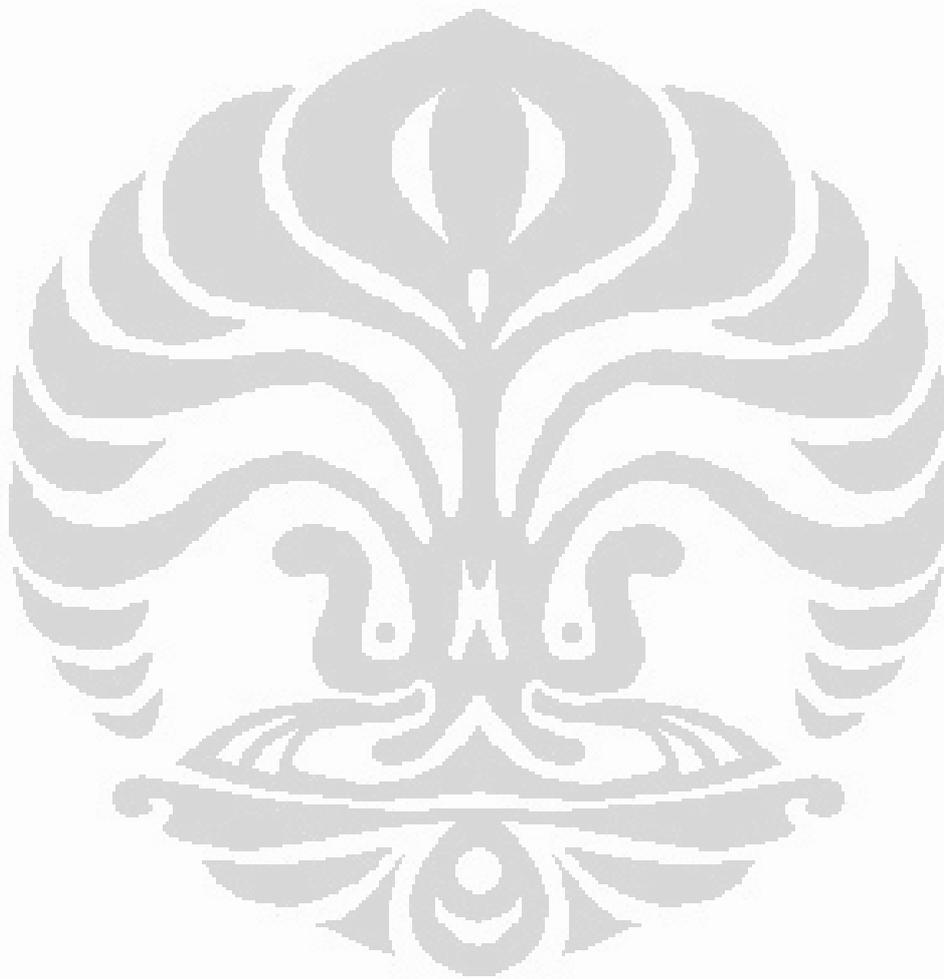
- No. 414, pp. 1272-1275, Blackwell Publishing for the Royal Economic Society Stable, <http://www.jstor.org/stable>.
- Erceg, Christopher J., Henderson, Dale W., & Levin, Andrew T. (2000). Optimal Monetary Policy With Staggered Wage And Price Contracts. *Journal of Monetary Economics* 46, 281-313. <http://www.elsevier.nl/locate/econbase>.
- Fenton, Paul, & Murchison, Stephen. (2006). *TOTEM : The Bank of Canada's New Projection and Policy-Analysis Model*. Bank of Canada Review.
- Finn, M (2000). Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity. *Journal of Money, Credit and Banking*, 32, 400-416.
- Fletcher, Sam. (May 11, 2008). Market Watch: Energy Prices Mixed in Directionless Markets. *Oil & Gas Journal Exchange*. <http://ogj.com>.
- _____. (May 10, 2008). Market Watch: Crude Prices edge higher in New York, London. *Oil & Gas Journal Exchange*. <http://ogj.com>.
- Gomez, P. Javier. (2003). *Wage Indexation, Inflation Inertia, and the Cost of Disinflation*. Banco de la Republica, Colombia.
- Griffoli, Tommaso Mancini. (2007). An introduction to the solution & estimation of DSGE models. <http://www.cepremap.cnrs.fr/dynare>.
- Hamilton, James D. (2005). *Oil and the Macroeconomy*. Department of Economics, University of California. San Diego.
- Hamilton, James D., & Herrera, Ana Maria. (2004). Oil Shocks and Aggregate Macroeconomic Behavior: The Role of Monetary Policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol.36, No.2, April.
- Handbook of Energy Economic Statistic of Indonesia 2008*. Departemen Energi Sumber Daya Mineral. (2008). Jakarta.
- Hartono, Djonni & Resosudarmo, Budy P. (2008). The Economy-Wide Impact of Controlling Energy Consumption in Indonesia: An Analysis Using A Social Accounting Matrix Framework. *Energy Policy* 36, 1404-1419. <http://www.Elsevier.com/locate/enpol>.
- Head, Allen., Kumar, Alok., & Lapham, Beverly. (2006). Market Power, Price Adjustment, and Inflation. *Queen's Economics Department Working Paper* No. 1089, August.
- Heriawan, Rusman. (2009). *Hasil diskusi*.
- International Energy Agency. (2004). *Analysis of the impact of high oil prices on the global economy*.

- International Energy Agency. Crude Oil Production, pada <http://www.iea.org>.
- International Energy Agency. Oil Market Report, pada <http://www.iea.org>.
- Jiménez-Rodríguez, R., & Sanchez, M. (2004). Oil Price Shocks and Real GDP Growth: Empirical Evidence for Some OECD Countries," *Working Paper Series 362, European Central Bank*.
- Kichian, Maral., & Kryvtsov, Oleksiy (2007). Does Indexation Bias the Estimated Frequency of Price Adjustment. *Working Paper 2007-15 Bank of Canada*.
- Kim, I.-M., & Lougani, P. (1992). The Role of Energy in Real Business Cycles Models. *Journal of Monetary Economics*, 26, 173–189.
- Krichene, Noureddine. (2006). World Crude Oil Markets : Monetary Policy and The Recent Oil Shock. *IMF Working Paper*. WP/06/62.
- Krugman, Paul. (2008). The Oil Nonbubble. *The New York Times*. <http://www.nytimes.com/>
- Kumins, Lawrence., & Bamberger, Robert. (2006). Oil and Gas Disruption From Hurricanes Katrina and Rita. CRS Report for Congress, Order Code RL33124.
- Kuntjoro-Jakti, Dorodjatun. (2008). *Hasil diskusi*.
- Kurtubi (2008). *Menuju Ketahanan Energi Nasional yang Tangguh dengan Menyempurnakan Management Sumber Daya Migas Nasional*. Disajikan dalam Sidang Pleno XIII dan Seminar Nasional Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia (ISEI) dengan Topik Memperkuat Ketahanan Pangan dan Energi Nasional dalam Era Persaingan Global. Lombok.
- _____. (2008). *Hasil diskusi*.
- Leduc, Sylvain., & Still, Keith. (2004). A Quantitative Analysis of Oil Price Shocks, Systematic Monetary Policy and Economic Downturns. *Journal of Monetary Economics* 51,781-808.<http://www.Elsevier.com/locate/econbase>.
- Majardi, Fadjar. (2002). *Administered Price dan Pola Penetapan Harga BBM*. Catatan Riset. Tidak dipublikasikan, Bank Indonesia.
- Mankiw, N.G. (1985). *Small Menu Costs and Large Bussines Cycles a Macroeconomic Model of Monopoly*. *The Quarterly Journal of Economics*, 100(2), 529-537.

- Mankiw, N. Gregory, & Romer, David (ed), 1991, "New Keynesian Economics, Vol.2. *Coordinating Failures and Real Rigidities*. The MIT Press, Cambridge.
- Medina, Juan Pablo, & Soto, Claudio. (2005). Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy. *Working Paper, Central Bank of Chile*, No. 353.
- Murchison, Stephen, & Remison, Andrew. (2006). *TOTEM : The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model*. Bank of Canada.
- Nachrowi, Djalal Nachrowi. (2007). *Peranan Matematika Ekonomi dan Ekonometrika dalam Memahami Ekonomi*. Pidato pada Upacara Pengukuhan Sebagai Guru Besar Tetap Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Neste Oil pada <http://www.nesteoil.com/>.
- Nota Keuangan dan Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara 2009*. Departemen Keuangan Republik Indonesia. (2008). Jakarta.
- NYMEX pada <http://www.nymex.com>
- Organization of The Petroleum Exporting Countries. (2008). *Press Statement by HE Abdalla Salam El-Badri, OPEC Secretary General* pada <http://www.nesteoil.com/investors/marketdata/basicsofoilrefining/therefiningindustry/typesofcrudeoil>.
- Pengkajian Energi Universitas Indonesia.(2006). *Indonesia Energy Outlook & Statistics 2006*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Romer, D. (1993). *Openness and Inflation : Theory and Evidence*. The Quarterly Journal of Economics, CVIII, 869-903.
- Romer, David. (2006). *Advanced Macroeconomics*. Third Edition, McGraw-Hill/Irwin, New York.
- Rotemberg, J. J., & Woodford, M. (1996). Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28, 549-577.
- Rubin, Jeff & Buchanan, Peter. (2008). What's The Real Cause of Global Recession. *CIBC World Market Inc. StrategEcon*. Oktober 31.
- Scartch, William. M.. (1996). *Macroeconomics, An Introduction to Advance Methods, Second Edition*. Harcourt Brace & Company, Canada.

- Smets, Frank., & Waters, Raf. (2002). *An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of The Euro Area*. Working Papers-Research Series, National Bank of Belgium.
- Snowdon, Brian. & Vane, Howard. R. (1997). *A Macroeconomics Reader*. Routledge. London.
- Soelistianingsih, Lana. (2008). *Economic Weekly Review*. SAMUEL Sekuritas Indonesia.
- Solikin., & Sugema Iman. (2004). Rigiditas Harga-Upah Dan Implikasinya Pada Kebijakan Moneter Di Indonesia. *Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan*, September, Bank Indonesia, Jakarta.
- Sugema, et al. (2005). *Dampak Kenaikan BBM dan Efektifitas Program Kompensasi*. Penerbit INDEF. Jakarta.
- Surjadi, A.J. (2007). *Masalah Dampak Tingginya Harga Minyak Terhadap Perekonomian*. Makalah disampaikan pada Seminar Setengah Hari tentang "Antisipasi Dampak Negatif Tingginya Harga Minyak Dunia Terhadap Stabilitas Perekonomian Nasional" di Departemen Keuangan, 30 Agustus 2006.
- Syarifuddin, Ferry. (2006). Oil Shock Impact and Monetary Policy Implication in Indonesia", *Working Paper No.16*, December, Bank Indonesia, Jakarta.
- Tambunan, Tulus. (2006). *Kinerja Dan Daya Saing Ekspor Manufaktur Indonesia*, Analisis Mingguan Kadin Indonesia, January, Jakarta.
- Tovar, Camilo. E. (2008). *DSGE Models and Central Banks*. Discussion Paper, 30, October, Open Assessment E-journal. <http://www.economics-ejournal.org/economics/discussionpapers>.
- Universitas Indonesia. (2008). *Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Indonesia*. Keputusan Rektor Universitas Indonesia No. 628/SK/R/UI/2008
- US Energy Information pada <http://www.tonto.eia.do.gov>.
- Vasicek, Osvald., & Musil, Karel (2006). Behavior of the Czech Economy: New Open Economy Macroeconomics DSGE Model. *Working Paper No.23/2006*, Research Centre for Competitiveness of Czech Economy.
- WTRG Economics Oil Price History and Analysis (updating) pada <http://www.wtrg.com>.
- WTRG Economics pada <http://www.wtrg.com>

Yanuarti, Tri. (2004). Dampak Kenaikan Harga BBM terhadap Harga Barang Domestik (Suatu Perhitungan Dampak dengan Pendekatan Sektoral). *Direktorat Riset Ekonomi dan Kebijakan Moneter. Bank Indonesia.*





LAMPIRAN 1

Optimisasi (*First Order Condition*)
Dan *Log Linear Model*

PERMASALAHAN 1

OPTIMISASI RUMAH TANGGA (MINYAK DAN NONMINYAK)

Akan dibuktikan dengan meminimumkan:

$$P_{O,t}O_{c,t}(j) + P_{Z,t}Z_t(j) \dots\dots\dots (P1.1)$$

dengan kendala:

$$C_t(j) = \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\eta} \dots\dots\dots (P1.2)$$

diperoleh:

$$O_{c,t}(j) = \delta \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t(j) \dots\dots\dots (P1.3)$$

dan

$$Z_t(j) = (1-\delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t(j) \dots\dots\dots (P1.4)$$

Bukti

Kendala (P1.2) ekuivalen dengan:

$$C_t(j) - \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\eta} = 0 \dots\dots\dots (P1.5)$$

Dengan menggunakan metode pengali Lagrange, dibentuk fungsi Lagrange:

$$L = P_{O,t}O_{c,t}(j) + P_{Z,t}Z_t(j) + \lambda \left[C_t(j) - \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\eta} \right] \dots\dots\dots (P1.6)$$

dengan λ adalah suatu pengali Lagrange.

Turunkan secara parsial L terhadap $O_{c,t}(j)$, diperoleh :

$$\frac{\partial L}{\partial O_{c,t}(j)} = P_{O,t} - \lambda \left[\left(\frac{\eta}{\eta-1} \right) \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}} \left(\frac{\eta-1}{\eta} \right) \delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{1}{\eta}} \right] \dots\dots\dots (P1.7)$$

Syarat perlu untuk untuk minimum relatif dari L adalah $\frac{\partial L}{\partial O_{c,t}(j)} = 0$, jadi:

$$P_{O,t} - \lambda \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}} \delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{1}{\eta}} = 0$$

$$P_{O,t} = \lambda \delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{1}{\eta}} \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{c,t}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_t(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}} \dots\dots\dots (P1.8)$$

Dari (P1.5) diperoleh:

$$\left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,i}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right) = (C_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \dots\dots\dots (P1.9)$$

Substitusi (P1.9) ke (P1.8), diperoleh:

$$P_{O,i} = \lambda \delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,i}(j))^{\frac{1}{\eta}} \left((C_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}}$$

$$P_{O,i} = \lambda \delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,i}(j))^{\frac{1}{\eta}} (C_i(j))^{\frac{1}{\eta}} \dots\dots\dots (P1.10)$$

$$P_{O,i} = \lambda (\delta (O_{C,i}(j))^{-1} C_i(j))^{\frac{1}{\eta}}$$

$$\left(\frac{P_{O,i}}{\lambda} \right)^{\eta} = \delta (O_{C,i}(j))^{-1} C_i(j)$$

$$(O_{C,i}(j))^{-1} = \left(\frac{P_{O,i}}{\lambda} \right)^{\eta} \frac{1}{\delta C_i(j)}$$

$$O_{C,i}(j) = \delta \left(\frac{P_{O,i}}{\lambda} \right)^{-\eta} C_i(j) \dots\dots\dots (P1.11)$$

Turunkan secara parsial L terhadap $Z_i(j)$, diperoleh:

$$\frac{\partial L}{\partial Z_i(j)} = P_{Z,i} - \lambda \left(\left(\frac{\eta}{\eta-1} \right) \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,i}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}} \left(\frac{\eta-1}{\eta} \right) (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{1}{\eta}-1} \right) \dots\dots\dots (P1.12)$$

Syarat perlu untuk minimum relatif dari L adalah $\frac{\partial L}{\partial Z_i(j)} = 0$, jadi,

$$P_{Z,i} - \lambda \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,i}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}} (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{1}{\eta}-1} = 0$$

$$P_{Z,i} = \lambda (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{1}{\eta}-1} \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} (O_{C,i}(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}} \dots\dots\dots (P1.13)$$

Substitusi (P1.9) ke (P1.13), diperoleh:

$$P_{Z,i} = \lambda (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{1}{\eta}-1} \left((C_i(j))^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right)^{\frac{1}{\eta-1}}$$

$$P_{Z,i} = \lambda (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} (Z_i(j))^{\frac{1}{\eta}-1} (C_i(j))^{\frac{1}{\eta}} \dots\dots\dots (P1.14)$$

$$P_{Z,i} = \lambda ((1-\delta)(Z_i(j))^{-1} C_i(j))^{\frac{1}{\eta}}$$

$$\left(\frac{P_{Z,i}}{\lambda} \right)^{\eta} = (1-\delta)(Z_i(j))^{-1} C_i(j)$$

$$(Z_t(j))^{-1} = \left(\frac{P_{Z,t}}{\lambda} \right)^\eta \frac{1}{(1-\delta)C_t(j)}$$

$$Z_t(j) = (1-\delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{\lambda} \right)^{-\eta} C_t(j) \dots\dots\dots(P1.15)$$

Akan dibuktikan $\lambda = P_t$

$$\text{Dengan } P_t = \left(\delta P_{O,t}^{1-\eta} + (1-\delta)P_{Z,t}^{1-\eta} \right)^{\frac{1}{1-\eta}}, \text{ Indeks Harga Konsumsi (IHK)} \dots\dots\dots(P1.16)$$

Bukti :

Pandang (P1.10). Kalikan (P1.10) dengan $O_{C,t}(j)$, diperoleh:

$$P_{O,t} O_{C,t}(j) = \lambda \delta^{\frac{1}{\eta}} \left(O_{C,t}(j) \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \left(C_t(j) \right)^{\frac{1}{\eta}} \dots\dots\dots(P1.17)$$

Pandang (P1.14). Kalikan (P1.14) dengan $(Z_t(j))$, diperoleh:

$$P_{Z,t} Z_t(j) = \lambda (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} \left(Z_t(j) \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \left(C_t(j) \right)^{\frac{1}{\eta}} \dots\dots\dots(P1.18)$$

Jumlahkan (P1.17) dan (P1.18), diperoleh:

$$P_{O,t} O_{C,t}(j) + P_{Z,t} Z_t(j) = \lambda \left(C_t(j) \right)^{\frac{1}{\eta}} \left(\delta^{\frac{1}{\eta}} \left(O_{C,t}(j) \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} + (1-\delta)^{\frac{1}{\eta}} \left(Z_t(j) \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right) \dots\dots\dots(P1.19)$$

Substitusi (P1.9) ke (P1.19), diperoleh:

$$P_{O,t} O_{C,t}(j) + P_{Z,t} Z_t(j) = \lambda \left(C_t(j) \right)^{\frac{1}{\eta}} \left(C_t(j) \right)^{\frac{\eta-1}{\eta}}$$

$$P_{O,t} O_{C,t}(j) + P_{Z,t} Z_t(j) = \lambda C_t(j)$$

$$\lambda = \frac{P_{O,t} O_{C,t}(j) + P_{Z,t} Z_t(j)}{C_t(j)} \dots\dots\dots(P1.20)$$

Substitusi (P1.11) dan (P1.15) ke (P1.20), diperoleh:

$$\lambda = \frac{P_{O,t} \delta \left(\frac{P_{O,t}}{\lambda} \right)^{-\eta} C_t(j) + P_{Z,t} (1-\delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{\lambda} \right)^{-\eta} C_t(j)}{C_t(j)}$$

$$\lambda = \frac{C_t(j) \left(\delta P_{O,t}^{1-\eta} + (1-\delta) P_{Z,t}^{1-\eta} \right)}{C_t(j) \lambda^{-\eta}}$$

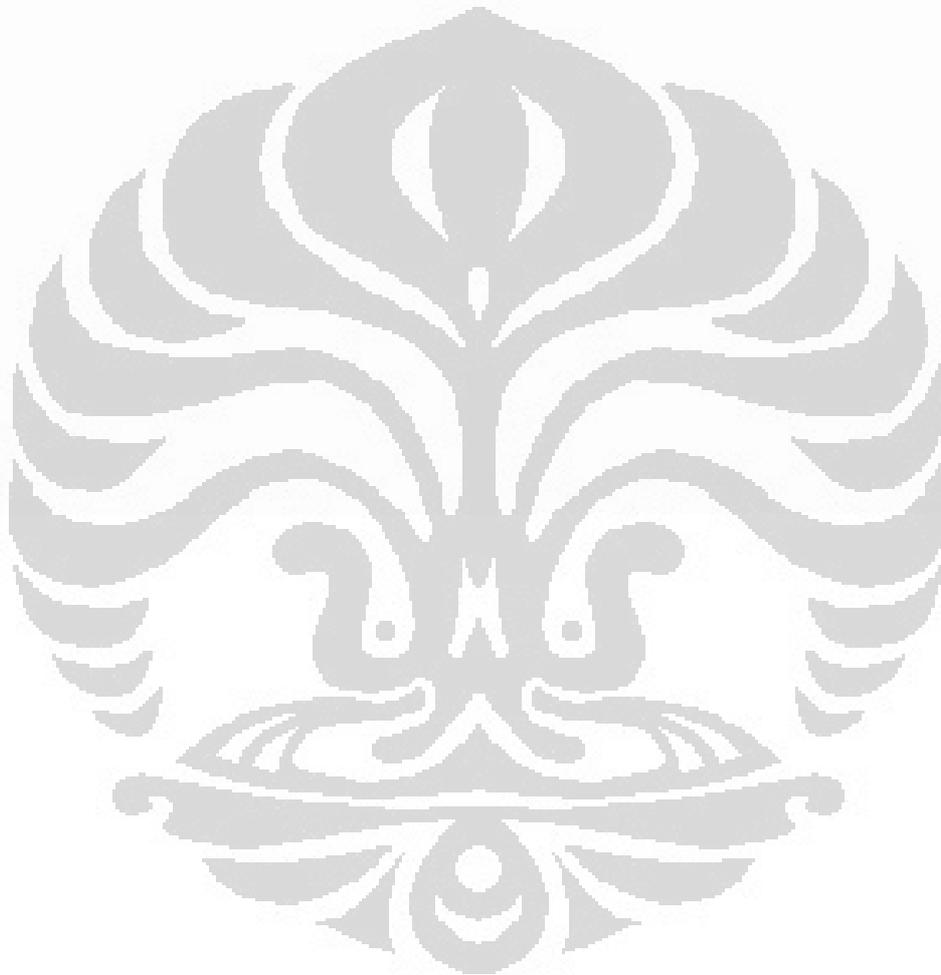
$$\lambda^{1-\eta} = \left(\delta P_{O,t}^{1-\eta} + (1-\delta) P_{Z,t}^{1-\eta} \right)$$

$$\lambda = \left(\delta P_{O,t}^{1-\eta} + (1-\delta) P_{Z,t}^{1-\eta} \right)^{\frac{1}{1-\eta}} = P_t \quad \text{((P1.16) Terbukti)}$$

Substitusi (P1.16) ke (P1.11) dan (P1.15), diperoleh:

$$O_{c,t}(j) = \delta \left(\frac{P_{o,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t(j) \quad \text{((P1.3) Terbukti)(P1.21)}$$

$$Z_t(j) = (1 - \delta) \left(\frac{P_{z,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t(j) \quad \text{((P1.4) Terbukti)(P1.22)}$$



PERMASALAHAN 2

OPTIMISASI RUMAH TANGGA (NONMINYAK-DALAM DAN LUAR NEGERI)

Akan dibuktikan dengan meminimumkan:

$$P_{H,t}C_{H,t}(j) + P_{F,t}C_{F,t}(j) \dots\dots\dots (P2.1)$$

dengan kendala:

$$Z_t(j) = \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} \dots\dots\dots (P2.2)$$

diperoleh:

$$C_{F,t}(j) = (1-\gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t(j) \dots\dots\dots (P2.3)$$

dan

$$C_{H,t}(j) = \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t(j) \dots\dots\dots (P2.4)$$

Bukti

Kendala (P2.2) ekuivalen dengan:

$$Z_t(j) - \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} = 0 \dots\dots\dots (P2.5)$$

Dengan menggunakan metode pengali Lagrange, dibentuk fungsi Lagrange:

$$L = P_{H,t}C_{H,t}(j) + P_{F,t}C_{F,t}(j) + \psi \left[Z_t(j) - \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} \right] \dots\dots\dots (P2.6)$$

dengan ψ adalah suatu pengali Lagrange.

Turunkan secara parsial L terhadap $C_{F,t}(j)$, diperoleh:

$$\frac{\partial L}{\partial C_{F,t}(j)} = P_{F,t} - \psi \left(\frac{\theta}{\theta-1} \right) \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}} \left(\frac{\theta-1}{\theta} \right) (1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{-\frac{1}{\theta}} \dots\dots (P2.7)$$

Syarat perlu untuk minimum relatif dari L adalah $\frac{\partial L}{\partial C_{F,t}(j)} = 0$, jadi

$$P_{F,t} - \psi \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}} (1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} = 0$$

$$P_{F,t} = \psi (1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}} \dots\dots\dots (P2.8)$$

Dari (P2.5) diperoleh :

$$(1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} = (Z_t(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \dots\dots\dots (P2.9)$$

Substitusi (P2.9) ke (P2.8), diperoleh :

$$P_{F,t} = \psi (1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} \left((Z_t(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}}$$

$$P_{F,t} = \psi (1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} (Z_t(j))^{\frac{1}{\theta}} \dots\dots\dots (P2.10)$$

$$P_{F,t} = \psi \left((1-\gamma) (C_{F,t}(j))^{-1} Z_t(j) \right)^{\frac{1}{\theta}}$$

$$\left(\frac{P_{F,t}}{\psi} \right)^{\theta} = (1-\gamma) (C_{F,t}(j))^{-1} Z_t(j)$$

$$(C_{F,t}(j))^{-1} = \left(\frac{P_{F,t}}{\psi} \right)^{\theta} \frac{1}{(1-\gamma) Z_t(j)}$$

$$C_{F,t}(j) = (1-\gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{\psi} \right)^{-\theta} Z_t(j) \dots\dots\dots (P2.11)$$

Turunkan secara parsial L terhadap $C_{H,t}(j)$, diperoleh :

$$\frac{\partial L}{\partial C_{H,t}(j)} = P_{H,t} - \psi \left(\frac{\theta}{\theta-1} \right) \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}} \left(\frac{\theta}{\theta-1} \right) \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} \dots\dots\dots (P2.12)$$

Syarat perlu untuk minimum relatif dari L adalah $\frac{\partial L}{\partial C_{H,t}(j)} = 0$, jadi

$$P_{H,t} - \psi \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}} \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} = 0$$

$$P_{H,t} = \psi \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}} \dots\dots\dots (P2.13)$$

Substitusi (P2.9) ke (P2.13), diperoleh :

$$P_{H,t} = \psi \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{1}{\theta}} \left(Z_t(j)^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right)^{\frac{1}{\theta-1}}$$

$$P_{H,t} = \psi \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{-\frac{1}{\theta}} (Z_t(j))^{-\frac{1}{\theta}} \dots\dots\dots (P2.14)$$

$$P_{H,t} = \psi \left(\gamma (C_{H,t}(j))^{-1} Z_t(j) \right)^{\frac{1}{\theta}}$$

$$\left(\frac{P_{H,t}}{\psi} \right)^{\theta} = \gamma (C_{H,t}(j))^{-1} Z_t(j)$$

$$(C_{H,t}(j))^{-1} = \left(\frac{P_{H,t}}{\psi} \right)^{\theta} \frac{1}{\gamma Z_t(j)}$$

$$C_{H,t}(j) = \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{\psi} \right)^{-\theta} Z_t(j) \dots\dots\dots (P2.15)$$

Akan dibuktikan $\psi = P_{Z,t}$

Dengan $P_{Z,t} = \left((1-\gamma)P_{F,t}^{1-\theta} + \gamma P_{H,t}^{1-\theta} \right)^{\frac{1}{1-\theta}}$, Harga Barang Konsumsi Inti..... (P2.16)

Pandang (P2.10). Kalikan (P2.10) dengan $C_{F,t}(j)$ diperoleh:

$$P_{F,t} C_{F,t}(j) = \psi (1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} (Z_t(j))^{\frac{1}{\theta}} \dots\dots\dots (P2.17)$$

Pandang (P2.14). Kalikan (P2.14) dengan $C_{H,t}(j)$, diperoleh:

$$P_{H,t} C_{H,t}(j) = \psi \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} (Z_t(j))^{\frac{1}{\theta}} \dots\dots\dots (P2.18)$$

Jumlahkan (P2.17) dan (P2.18), diperoleh:

$$P_{F,t} C_{F,t}(j) + P_{H,t} C_{H,t}(j) = \psi (Z_t(j))^{\frac{1}{\theta}} \left((1-\gamma)^{\frac{1}{\theta}} (C_{F,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} + \gamma^{\frac{1}{\theta}} (C_{H,t}(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right) \dots\dots\dots (P2.19)$$

Substitusi (P2.9) ke (P2.19), diperoleh:

$$P_{F,t} C_{F,t}(j) + P_{H,t} C_{H,t}(j) = \psi (Z_t(j))^{\frac{1}{\theta}} (Z_t(j))^{\frac{\theta-1}{\theta}}$$

$$P_{F,t} C_{F,t}(j) + P_{H,t} C_{H,t}(j) = \psi Z_t(j)$$

$$\psi = \frac{P_{F,t} C_{F,t}(j) + P_{H,t} C_{H,t}(j)}{Z_t(j)} \dots\dots\dots (P2.20)$$

Substitusi (P2.11) dan (P2.15) ke (P2.20), diperoleh

$$\psi = \frac{P_{F,t} \cdot (1-\gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{\psi} \right)^{-\theta} Z_t(j) + P_{H,t} \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{\psi} \right)^{-\theta} Z_t(j)}{Z_t(j)}$$

$$\psi = \frac{Z_t(j) \left((1-\gamma) P_{F,t}^{1-\theta} + \gamma P_{H,t}^{1-\theta} \right)}{Z_t(j) \psi^{-\theta}}$$

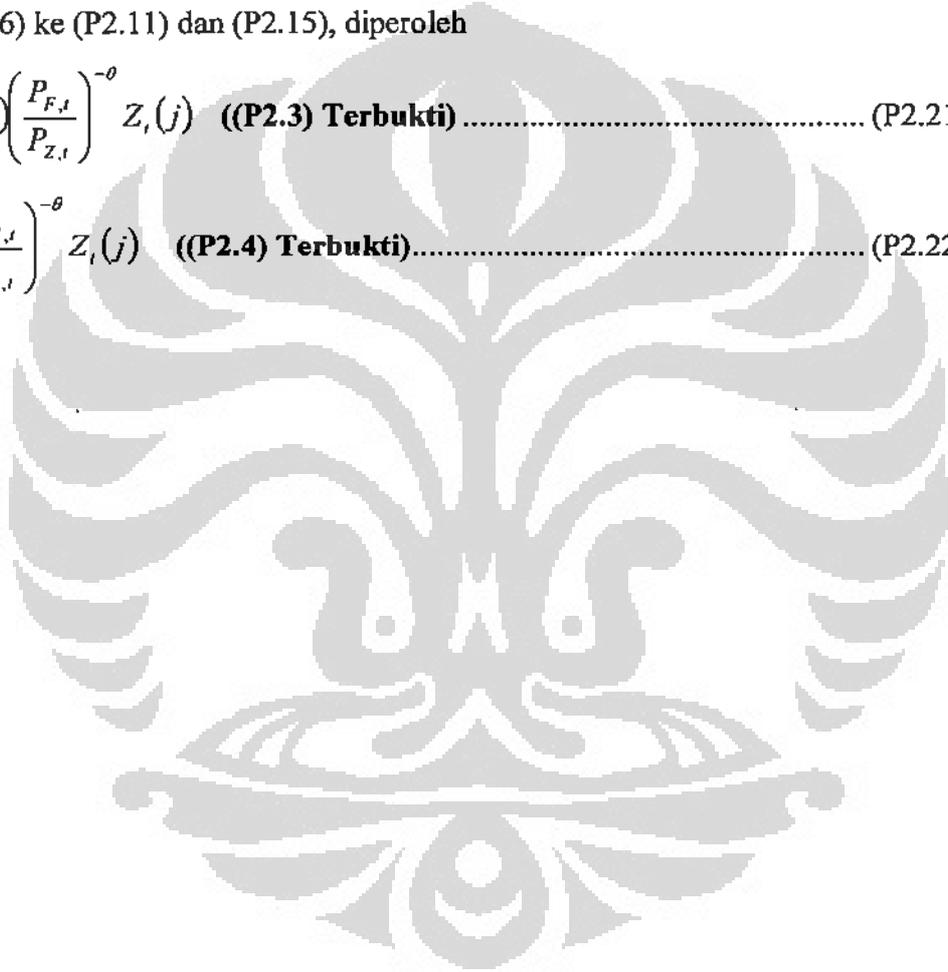
$$\psi^{1-\theta} = \left((1-\gamma) P_{F,t}^{1-\theta} + \gamma P_{H,t}^{1-\theta} \right)$$

$$\psi = \left((1-\gamma) P_{F,t}^{1-\theta} + \gamma P_{H,t}^{1-\theta} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} = P_{Z,t} \quad \text{((P2.16) Terbukti)}$$

Substitusi (P2.16) ke (P2.11) dan (P2.15), diperoleh

$$C_{F,t}(j) = (1-\gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t(j) \quad \text{((P2.3) Terbukti)} \dots\dots\dots (P2.21)$$

$$C_{H,t}(j) = \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t(j) \quad \text{((P2.4) Terbukti)} \dots\dots\dots (P2.22)$$



PERMASALAHAN 3

OPTIMISASI RUMAH TANGGA: KEPUTUSAN KONSUMSI DAN MENABUNG

Akan dibuktikan dengan memaksimumkan

$$E_0 \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \left[\log(C_t(j) - h(1+g_y)C_{t-1}) + \frac{a}{\mu} \left(\frac{M_t(j)}{P_t} \right)^\mu - \frac{\zeta_t}{1+\sigma_L} l_t(j)^{1+\sigma_L} \right] \dots\dots\dots (P3.1)$$

dengan kendala

$$E_t [Q_{t,t+1} D_{t+1}(j)] + \frac{\varepsilon_t B_t^*(j)}{(1+i_t^*)^\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} + M_t(j) = D_t(j) + \varepsilon_t B_{t-1}^*(j) + M_{t-1}(j) + W_t(j)l_t(j) + \Pi_t(j) + T_t(j) - P_t C_t(j) \dots\dots\dots (P3.2)$$

diperoleh

$$E_t \left(\beta(1+i_t) \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) = 1 \dots\dots\dots (P3.3)$$

$$E_t \left(\beta(1+i_t^*)^\Theta \left(\frac{\varepsilon_{t+1} P_t}{\varepsilon_t P_{t+1}} \right) \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) = 1 \dots\dots\dots (P3.4)$$

Bukti

Kendala (P3.2) berlaku untuk setiap t, jadi kendala untuk (P3.1) banyak tak terhingga

Kendala (P3.2) ekuivalen dengan:

$$E_t [Q_{t,t+1} D_{t+1}(j)] + \frac{\varepsilon_t B_t^*(j)}{(1+i_t^*)^\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} + M_t(j) - (D_t(j) + \varepsilon_t B_{t-1}^*(j) + M_{t-1}(j) + W_t(j)l_t(j) + \Pi_t(j) + T_t(j) - P_t C_t(j)) = 0 \dots\dots\dots (P3.5)$$

Ruas kiri dari (P3.1) dimisalkan U_t dan (P3.1) dimisalkan V

Dengan menggunakan pengali Lagrange tak hingga diperoleh fungsi Lagrange

$$L = V + \sum_{t=1}^{\infty} \lambda_t E_t(U_t) \dots\dots\dots (P3.6)$$

λ_t pengali Lagrange pada saat t

Turunkan secara parsial L terhadap C_t(j) untuk suatu t

$$\frac{\partial L}{\partial C_t(j)} = \beta^t \frac{1}{C_t(j) - h(1+g_y)C_{t-1}} + \lambda_t P_t \dots\dots\dots (P3.7)$$

Turunkan secara parsial L terhadap C_{t+1}(j) untuk suatu t

$$\frac{\partial L}{\partial C_{t+1}(j)} = \beta^{t+1} \frac{1}{C_{t+1}(j) - h(1+g_y)C_t} + \lambda_{t+1} P_{t+1} \dots\dots\dots (P3.8)$$

Turunkan secara parsial L terhadap $D_{t+1}(j)$ untuk suatu t

$$\frac{\partial L}{\partial D_{t+1}(j)} = \lambda_t E_t(Q_{t,t+1}) - \lambda_{t+1} \dots \dots \dots (P3.9)$$

Turunkan secara parsial L terhadap $B_t^*(j)$ untuk suatu t

$$\frac{\partial L}{\partial B_t^*} = \lambda_t \frac{\varepsilon_t}{(1+i_t^*) \odot \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{x,t} X_t} \right)} - \lambda_{t+1} \varepsilon_{t+1} \dots \dots \dots (P3.10)$$

Syarat perlu untuk maksimum relatif L adalah

$$\frac{\partial L}{\partial C_t(j)} = 0, \quad \frac{\partial L}{\partial C_{t+1}(j)} = 0, \quad \frac{\partial L}{\partial D_{t+1}(j)} = 0, \quad \frac{\partial L}{\partial B_t^*} = 0$$

Jadi

$$\lambda_t = - \frac{\beta^t}{P_t} \cdot \frac{1}{C_t(j) - h(1+g_y)C_{t-1}} \dots \dots \dots (P3.11)$$

$$\lambda_{t+1} = - \frac{\beta^{t+1}}{P_{t+1}} \cdot \frac{1}{C_{t+1}(j) - h(1+g_y)C_t} \dots \dots \dots (P3.12)$$

$$\lambda_t E_t(Q_{t,t+1}) = \lambda_{t+1} \dots \dots \dots (P3.13)$$

$$\lambda_t \frac{\varepsilon_t}{(1+i_t^*) \odot \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{x,t} X_t} \right)} = \lambda_{t+1} \varepsilon_{t+1} \dots \dots \dots (P3.14)$$

Konsumsi semua rumah tangga sama. Jadi (j) bisa dihilangkan.

Substitusi (P3.11) dan (P3.12) ke (P3.13), diperoleh

$$\frac{\beta^t E_t(Q_{t,t+1})}{(C_t - h(1+g_y)C_{t-1})P_t} = \frac{\beta^{t+1}}{(C_{t+1} - h(1+g_y)C_t)P_{t+1}} \dots \dots \dots (P3.15)$$

$$\frac{\beta^{t+1}}{\beta^t E_t(Q_{t,t+1})} = \frac{(C_t - h(1+g_y)C_{t-1})P_t}{(C_{t+1} - h(1+g_y)C_t)P_{t+1}} = 1 \dots \dots \dots (P3.16)$$

$$\text{Dalam ekuilibrium berlaku } 1+i_t = \frac{1}{E_t(Q_{t,t+1})} \dots \dots \dots (P3.17)$$

Jadi

$$\beta(1+i_t) \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) = 1 \dots \dots \dots (P3.18)$$

Ekspektasikan (P3.18) pada saat t, diperoleh

$$E_t \left[\beta(1+i_t) \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \right) \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right] = 1 \quad \text{((P3.3) Terbukti)}$$

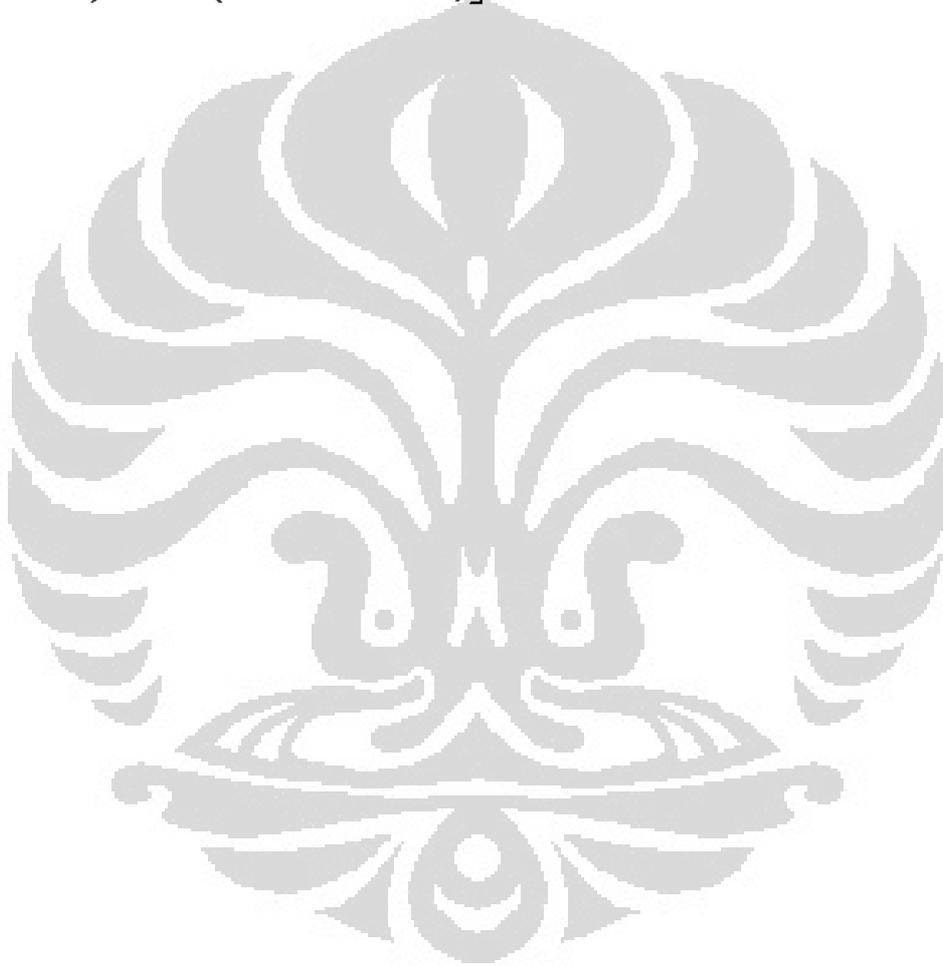
Substitusi (P3.11) dan (P3.12) ke (P3.14), diperoleh

$$\left(\frac{\beta^t}{P_t}\right)\left(\frac{1}{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}\right)\left(\frac{\varepsilon_t}{(1+i_t^*)^\Theta\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t}\right)}\right) = \left(\frac{\beta^{t+1}}{P_{t+1}}\right)\left(\frac{1}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t}\right)\varepsilon_{t+1} \dots\dots\dots (P3.19)$$

$$\beta(1+i_t^*)^\Theta\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t}\right)\left(\frac{\varepsilon_{t+1} P_t}{\varepsilon_t P_{t+1}}\right)\left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t}\right) = 1 \dots\dots\dots (P3.20)$$

Ekspektasikan (P3.20) pada saat t, diperoleh

$$E_t\left[\beta(1+i_t^*)^\Theta\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t}\right)\left(\frac{\varepsilon_{t+1} P_t}{\varepsilon_t P_{t+1}}\right)\left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t}\right)\right] = 1 \quad ((P3.4) \text{ Terbukti})$$



PERMASALAHAN 4

OPTIMISASI RUMAH TANGGA: KEPUTUSAN PENAWARAN TENAGA KERJA DAN PENETAPAN UPAH

Diketahui:

Yang dapat menyesuaikan upah adalah $1 - \phi_L$ dari rumah tangga di tiap periode. Jika rumah tangga tidak menyesuaikan upah antara t dan $t+i$, maka upah pada $t+i$ adalah $W_{t+i}(j) = \Gamma_{w,t}^i W_t(j)$ dengan

$$\Gamma_{w,t}^i = \prod_{j=1}^i (1 + \pi_{t+j-1})^{\varepsilon_L} (1 + \bar{\pi}_{t+j})^{i-\varepsilon_L} (1 + g_y) \dots\dots\dots(P4.1)$$

Jika rumah tangga (j) menyesuaikan upah pada t , rumah tangga ini memaksimumkan

$$E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \left(\frac{W_t(j) \Gamma_{w,t}^i}{P_{t+i}} - \zeta_{t+i}(l_{t+i}(j))^{\sigma_L} (C_{t+i} - h(1 + g_y)C_{t+i-1}) \right) \right) l_{t+i}(j) \dots\dots\dots(P4.2)$$

$$\Lambda_{t,t+i} = \beta^i \cdot \frac{C_t - (1 + g_y)hC_{t-1}}{C_{t+i} - (1 + g_y)hC_{t+i-1}} \dots\dots\dots(P4.3)$$

$$l_t(j) = \left(\frac{W_t(j)}{W_t} \right)^{-\varepsilon_L} l_t \dots\dots\dots(P4.4)$$

Akan dicari W_t^{op} yang memaksimum (P4.2)

Penyelesaian

Pandang (P4.2), dengan menganggap selain $W_t(j)$ diberikan, maka (P4.2) maximum jika turunannya terhadap $W_t(j)$ adalah nol.

Misal

$$U = \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \left(\frac{W_{t+i}(j)}{P_{t+i}} - \zeta_{t+i}(l_{t+i}(j))^{\sigma_L} (C_{t+i} - h(1 + g_y)C_{t+i-1}) \right) l_{t+i}(j) \dots\dots\dots(P4.5)$$

$$l_{t+i}(j) = \left(\frac{W_{t+i}(j)}{W_{t+i}} \right)^{-\varepsilon_L} l_{t+i} \dots\dots\dots(P4.6)$$

$$W_{t+i}(j) = \Gamma_{w,t}^i W_t(j) \dots\dots\dots(P4.7)$$

Substitusi (P4.6) dan (P4.7) ke (P4.5), diperoleh

$$U = \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \left(\frac{(W_{t+i}(j))^{\varepsilon_L}}{P_{t+i}} - \zeta_{t+i} (W_{t+i}(j))^{-\varepsilon_L(1+\sigma_L)} (C_{t+i} - h(1 + g_y)C_{t+i-1}) \right) \frac{l_{t+i}}{(W_{t+i})^{-\varepsilon_L}} \dots\dots\dots(P4.8)$$

$$\begin{aligned} \frac{dU}{d(W_t(j))} &= \frac{dU}{d(W_{t+i}(j))} \frac{d(W_{t+i}(j))}{d(W_t(j))} \\ &= \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \left[(1 - \varepsilon_L) \frac{(W_{t+i}(j))^{-\varepsilon_L}}{P_{t+i}} \right. \\ &\quad \left. - \zeta_{t+i} (-\varepsilon_L(1 + \sigma_L)) (W_{t+i}(j))^{-\varepsilon_L(1+\sigma_L)-1} (C_{t+i} - h(1 + g_y)C_{t+i-1}) \right] \frac{l_{t+i}}{(W_{t+i})^{-\varepsilon_L}} \Gamma_{w,t}^i \dots\dots\dots(P4.9) \end{aligned}$$

Maksimumkan ekspektasi pada saat t jumlahan U , yaitu

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} U \dots\dots\dots (P4.10)$$

$$\frac{d \left(E_t \sum_{i=0}^{\infty} U \right)}{d(W_t(j))} = E_t \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{dU}{d(W_t(j))} \right) \dots\dots\dots (P4.11)$$

Agar (P4.11) maksimum, maka haruskan (P4.11) sama dengan nol

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{dU}{d(W_t(j))} \right) = 0, \text{ diperoleh}$$

$$\begin{aligned} (W_t^{op}(i))^{1+\sigma_L \varepsilon_L} E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \frac{(\Gamma_{w,t}^i)^{1-\varepsilon_L}}{P_{t+i}(W_{t+i})^{-\varepsilon_L}} l_{t+i} \right) = \\ \frac{(1-\sigma_L)\varepsilon_L}{\varepsilon_L - 1} E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \zeta_{t,t+i} (C_{t+i} - h(1+g_y)C_{t+i-1}) \frac{(\Gamma_{w,t}^i)^{-(1-\sigma_L)\varepsilon_L}}{(W_{t+i})^{-(1-\sigma_L)\varepsilon_L}} (l_{t+i})^{1+\sigma_L} \right) \dots\dots\dots (P4.12) \end{aligned}$$

Karena W_t^{op} tidak bergantung pada (j), maka (j) dihilangkan

$$W_t^{op} = \left(\frac{(1-\sigma_L)\varepsilon_L}{\varepsilon_L - 1} E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \zeta_{t,t+i} (C_{t+i} - h(1+g_y)C_{t+i-1}) \frac{(\Gamma_{w,t}^i)^{-(1-\sigma_L)\varepsilon_L}}{(W_{t+i})^{-(1-\sigma_L)\varepsilon_L}} (l_{t+i})^{1+\sigma_L} \right) \right)^{\frac{1}{1+\sigma_L \varepsilon_L}} \dots\dots\dots (P4.13)$$

$$E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \frac{(\Gamma_{w,t}^i)^{1-\varepsilon_L}}{P_{t+i}(W_{t+i})^{-\varepsilon_L}} l_{t+i} \right)$$

Jadi, W_t^{op} yang memaksimum (P4.2) adalah (P6.13)

PERMASALAHAN 5

OPTIMISASI PRODUKSI DOMESTIK: PERMINTAAN UNTUK INPUT BIAYA MARGINAL

Akan dibuktikan dengan meminimumkan Total Cost

$$TC = MC_{H,t}(z_H)Y_{H,t}(z_H) = W_t L_{H,t}(z_H) + P_{O,t} O_{H,t}(z_H) \dots\dots\dots (P5.1)$$

dengan kendala

$$Y_{H,t}(z_H) = A_{H,t} \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \right)^{\omega-1} \dots\dots\dots (P5.2)$$

diperoleh

$$\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{L_{H,t}(z_H)} \right) = \left(\frac{W_t}{P_{O,t}} \right)^{\omega} \dots\dots\dots (P5.3)$$

dan

$$MC_{H,t} = A_{H,t}^{-1} \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right)^{\frac{1}{\omega}} \dots\dots\dots (P5.4)$$

Bukti

Kendala (P5.2) ekuivalen dengan

$$\left(Y_{H,t}(z_H) \right)^{\frac{\omega-1}{\omega}} - \left(A_{H,t} \right)^{\frac{1}{\omega}} \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \right) = 0 \dots\dots\dots (P5.5)$$

Dengan menggunakan metode pengali Lagrange, dibentuk fungsi Lagrange

$$L = W_t L_{H,t}(z_H) + P_{O,t} O_{H,t}(z_H) + \psi \left(\left(Y_{H,t}(z_H) \right)^{\frac{\omega-1}{\omega}} - \left(A_{H,t} \right)^{\frac{1}{\omega}} \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \right) \right) \dots\dots\dots (P5.6)$$

Dengan ψ adalah suatu pengali Lagrange

Turunkan secara parsial L terhadap $L_{H,t}(z_H)$, diperoleh

$$\frac{\partial L}{\partial L_{H,t}(z_H)} = W_t + \psi \left(- \left(A_{H,t} \right)^{\frac{1}{\omega}} (1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{\omega-1}{\omega} \right) (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}-1} \right) \dots\dots\dots (P5.7)$$

Turunkan secara parsial L terhadap $O_{H,t}(z_H)$, diperoleh

$$\frac{\partial L}{\partial O_{H,t}(z_H)} = P_{O,t} + \psi \left(- \left(A_{H,t} \right)^{\frac{1}{\omega}} \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}-1} \right) \dots\dots\dots (P5.8)$$

Syarat perlu untuk minimum relatif dari L adalah $\frac{\partial L}{\partial L_{H,t}(z_H)} = 0$ dan $\frac{\partial L}{\partial O_{H,t}(z_H)} = 0$. Jadi

$$W_t = \psi \left(\frac{\omega-1}{\omega} \right) \left(A_{H,t} \right)^{\frac{1}{\omega}} (1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}-1} \dots\dots\dots (P5.9)$$

$$P_{O,t} = \psi \left(\frac{\omega-1}{\omega} \right) \left(A_{H,t} \right)^{\frac{1}{\omega}} \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}-1} \dots\dots\dots (P5.10)$$

(P5.9) dibagi (P5.10), diperoleh

$$\frac{W_t}{P_{O,t}} = \left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{L_{H,t}(z_H)}{O_{H,t}(z_H)} \right)^{-\frac{1}{\omega}}$$

$$\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{L_{H,t}(z_H)} \right) = \left(\frac{W_t}{P_{O,t}} \right)^{\omega} \quad \text{((P5.3) Terbukti)}$$

Kalikan (P5.9) dengan $L_{H,t}(z_H)$ dan (P5.10) dengan $O_{H,t}(z_H)$, lalu dijumlahkan

$$W_t L_{H,t}(z_H) + P_{O,t} O_{H,t}(z_H) = \psi \left(\frac{\omega-1}{\omega} \right) (A_{H,t})^{-\frac{1}{\omega}} \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{1-\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{1-\frac{1}{\omega}} \right) \quad \text{(P5.11)}$$

Dari (P5.1) dan (P5.2) diperoleh,

$$MC_{H,t}(z_H) Y_{H,t}(z_H) = \psi \left(\frac{\omega-1}{\omega} \right) (Y_{H,t}(z_H))^{1-\frac{1}{\omega}} \quad \text{(P5.12)}$$

Dari (P5.12) diperoleh

$$\psi \left(\frac{\omega-1}{\omega} \right) = MC_{H,t}(z_H) (Y_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \quad \text{(P5.13)}$$

Substitusi (P5.13) ke (P5.9) dan (P5.10), diperoleh

$$W_t = MC_{H,t}(z_H) (Y_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} (A_{H,t})^{-\frac{1}{\omega}} (1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \quad \text{(P5.14)}$$

$$P_{O,t} = MC_{H,t}(z_H) (Y_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} (A_{H,t})^{-\frac{1}{\omega}} \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \quad \text{(P5.15)}$$

Dari (P5.14) diperoleh,

$$L_{H,t}(z_H) = \left(\frac{MC_{H,t}(z_H)}{W_t} \right)^{\omega} (Y_{H,t}(z_H)) (A_{H,t})^{\omega-1} (1-\alpha) \quad \text{(P5.16)}$$

Dari (P5.15) diperoleh,

$$O_{H,t}(z_H) = \left(\frac{MC_{H,t}(z_H)}{P_{O,t}} \right)^{\omega} Y_{H,t}(z_H) (A_{H,t})^{\omega-1} \cdot \alpha \quad \text{(P5.17)}$$

Kalikan (P5.16) dengan W_t dan (P5.17) dengan $P_{O,t}$ lalu dijumlahkan

$$W_t L_{H,t}(z_H) + P_{O,t} O_{H,t}(z_H) = Y_{H,t}(z_H) (A_{H,t})^{\omega-1} (MC_{H,t}(z_H))^{\omega} \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right) \quad \text{(P5.18)}$$

Substitusi (P5.1) ke (P5.18), diperoleh

$$MC_{H,t}(z_H) Y_{H,t}(z_H) = Y_{H,t}(z_H) (A_{H,t})^{\omega-1} (MC_{H,t}(z_H))^{\omega} \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right) \quad \text{(P5.19)}$$

$$(MC_{H,t}(z_H))^{1-\omega} = (A_{H,t})^{\omega-1} \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right)$$

$$MC_{H,t}(z_H) = A_{H,t}^{-1} \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right)^{\frac{1}{1-\omega}}$$

Karena Marginal Cost tidak bergantung pada z_H , maka z_H dapat dihilangkan. Jadi diperoleh

$$MC_{H,t} = A_{H,t}^{-1} \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right)^{\frac{1}{1-\omega}} \quad \text{((P5.4) Terbukti)}$$

PERMASALAHAN 6

OPTIMISASI PRODUKSI DOMESTIK: PENETAPAN HARGA

Diketahui:

Yang dapat menyesuaikan harga adalah $1 - \phi_H$ dan produsen di tiap waktu. Jika perusahaan tidak menyesuaikan harga antara t dan $t-i$, maka harga pada $t+i$ adalah

$$\Gamma_{H,t}^i = \prod_{j=1}^i (1 + \pi_{H,t+j-1})^{\epsilon_H} (1 + \bar{\pi}_{t+j})^{1-\epsilon_H} \dots\dots\dots (P6.1)$$

$$1 + \pi_{H,t} = \left(\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} \right)$$

$\bar{\pi}_{t+j}$ bersesuaian dengan target inflasi yang ditetapkan pemerintah. Jika perusahaan menerima tanda untuk menyesuaikan harga, akan dipilih $P_{H,t}^{op}(z_H)$ untuk memaksimumkan:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left\{ \Lambda_{t,t+i} \frac{\Gamma_{H,t}^i P_{H,t}^{op}(z_H) - MC_{H,t+i}}{P_{t+i}} Y_{H,t+i}(z_H) \right\} \dots\dots\dots (P6.3)$$

$$Y_{H,t}(z_H) = \left(\frac{P_{H,t}(z_H)}{P_{H,t}} \right)^{-\epsilon_H} (C_{H,t} + C_{H,t}^*) \dots\dots\dots (P6.4)$$

Catatan:

$$C_{H,t} + C_{H,t}^* = Y_{H,t}$$

$$\Lambda_{t,t+i} = B^i \frac{C_t - (1 + g_y) h C_{t-1}}{C_{t+i} - (1 + g_y) h C_{t+i-1}} \dots\dots\dots (P6.5)$$

Akan dicari $P_{H,t}^{op}$ yang memaksimum (P6.3)

Penyelesaian

Pandang (P6.3). Dengan menganggap selain $P_{H,t}^{op}(z_H)$ diberikan, maka (P6.3) maksimum jika turunannya terhadap $P_{H,t}^{op}(z_H)$ adalah nol.

Misal

$$U = \Lambda_{t,t+i} \frac{P_{H,t+i}(z_H) - MC_{H,t+i}}{P_{t+i}} Y_{H,t+i}(z_H) \dots\dots\dots (P6.6)$$

$$Y_{H,t+i}(z_H) = \left(\frac{P_{H,t+i}(z_H)}{P_{H,t+i}} \right)^{-\epsilon_H} Y_{H,t+i} \dots\dots\dots (P6.7)$$

$$P_{H,t+i}(z_H) = \Gamma_{H,t}^i P_{H,t}(z_H) \dots\dots\dots (P6.8)$$

Substitusi (P6.7) ke (P6.6), diperoleh

$$U = \Lambda_{t,t+i} \frac{(P_{H,t+i}(z_H))^{1-\epsilon_H} - MC_{H,t+i} (P_{H,t+i}(z_H))^{-\epsilon_H}}{P_{t+i} (P_{H,t+i})^{-\epsilon_H}} Y_{H,t+i} \dots\dots\dots (P6.9)$$

$$\frac{dU}{d(P_{H,t}(z_H))} = \frac{dU}{d(P_{H,t+i}(z_H))} \frac{d(P_{H,t+i}(z_H))}{d(P_{H,t}(z_H))}$$

$$\frac{dU}{d(P_{H,t}(z_H))} = \Lambda_{t,t+1} \frac{(1-\varepsilon_H)P_{H,t+1}(z_H)^{-\varepsilon_H} + \varepsilon_H MC_{H,t+1}(P_{H,t+1}(z_H))^{-\varepsilon_H-1}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+1} \Gamma_{H,t}^i$$

$$\frac{dU}{d(P_{H,t}(z_H))} = \frac{(1-\varepsilon_H)\Lambda_{t,t+1}(\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H} Y_{H,t+1} (P_{H,t}(z_H))^{-\varepsilon_H}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})} + \frac{\varepsilon_H \Lambda_{t,t+1} (\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H} MC_{H,t+1} Y_{H,t+1} (P_{H,t+1}(z_H))^{-\varepsilon_H-1}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})^{-\varepsilon_H}} \dots (P6.10)$$

Catatan:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t(U) \dots (P6.11)$$

$$\frac{d\left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t(U)\right)}{d(P_{H,t}(z_H))} = \sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \frac{d(U)}{d(P_{H,t}(z_H))} \dots (P6.12)$$

Maximalkan (P6.11), maka (P6.12) sama dengan nol, diperoleh:

$$P_{H,t}^{op}(z_H) \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left(\Lambda_{t,t+1} \frac{(\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+1} \right) \right) = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H-1} \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left(\Lambda_{t,t+1} \frac{MC_{H,t+1} (\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+1} \right) \right) \dots (P6.13)$$

Karena $P_{H,t}^{op}$ tidak bergantung pada (z_H) , maka (z_H) dapat dihilangkan. Jadi

$$P_{H,t}^{op} = \frac{\frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H-1} \sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left(\Lambda_{t,t+1} \frac{MC_{H,t+1} (\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+1} \right)}{\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left(\Lambda_{t,t+1} \frac{(\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H}}{P_{t+1}(P_{H,t+1})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+1} \right)} \dots (P6.14)$$

Jadi, $P_{H,t}^{op}$ yang memaksimum (P6.3) adalah (P6.14)

PERMASALAHAN 7

KESEIMBANGAN AGREGAT

Diketahui:

$$E_t(Q_{t,t+1}D_{t+1}(j)) + \frac{\varepsilon_t B_t^*(j)}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} + M_t(j) = D_t(j) + \varepsilon_t B_{t-1}^*(j) + M_{t-1}(j) + W_t(j)l_t(j) + \Pi_t(j) + T_t(j) - P_t C_t(j) \dots (P7.1)$$

$$\Pi_t(z_H) = P_{H,t}(z_H)Y_{H,t}(z_H) - W_t L_{H,t}(z_H) - P_{O,t} O_{H,t}(z_H) \dots (P7.2)$$

$$\int \frac{M_t(j) - M_{t-1}(j)}{P_t} dj - \int \frac{T_t(j)}{P_t} dj = 0 \dots (P7.3)$$

$$Y_{H,t} = C_{H,t} + C_{H,t}^* \dots (P7.4)$$

$$l_t = L_{H,t} \dots (P7.5)$$

Akan dibuktikan:

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} P_t = \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t \dots (P7.6)$$

$$\text{dengan } \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t = \frac{P_{H,t}}{P_t} C_{H,t}^* + \frac{P_{S,t}}{P_t} Y_{S,t} \dots (P7.7)$$

$$\text{dan } \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t = RER_t C_{F,t} + \frac{\varepsilon_t P_{O,t}^*}{P_t} O_t \dots (P7.8)$$

$$O_t = O_{H,t} + O_{C,t} \dots (P7.9)$$

Bukti

Dari (P7.1), diperoleh

$$M_t(j) - M_{t-1}(j) = D_t(j) + \varepsilon_t B_{t-1}^*(j) + W_t(j)l_t(j) + \Pi_t(j) + T_t(j) - P_t C_t(j) - E_t[Q_{t,t+1}D_{t+1}(j)] - \frac{\varepsilon_t B_t^*(j)}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} \dots (P7.10)$$

Bagi (P7.10) dengan P_t lalu diintegrasikan, diperoleh

$$\int \frac{M_{t+1}(j) - M_{t-1}(j)}{P_t} dj = \int \frac{D_t(j)}{P_t} dj + \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{W_t l_t}{P_t} + \int \frac{\Pi_t(j)}{P_t} dj + \int \frac{T_t(j)}{P_t} dj - C_t$$

$$-\int \frac{E_t(Q_{t,t+1}D_{t+1}(j))}{P_t} dj - \frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) P_t} \dots\dots\dots (P7.11)$$

Dengan menggunakan (P7.3), diperoleh

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) P_t} = \int \frac{D_t(j)}{P_t} dj + \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{W_t l_t}{P_t} + \int \frac{\Pi_t(j)}{P_t} dj - \int \frac{E_t(Q_{t,t+1}D_{t+1}(j))}{P_t} dj - C_t \dots\dots (P7.12)$$

Kerjakan terlebih dahulu $\int \frac{\Pi(j)}{P_t} dj$

$$\int \frac{\Pi(j)}{P_t} dj = \int \frac{\Pi_t(z_H)}{P_t} dz_H = \int \frac{P_{H,t}(z_H) Y_{H,t}(z_H)}{P_t} dz_H - \int \frac{W_t L_{H,t}(z_H)}{P_t} dz_H - \int \frac{P_{O,t} O_{H,t}(z_H)}{P_t} dz_H$$

$$\int \frac{\Pi(j)}{P_t} dj = \frac{P_{H,t} Y_{H,t}}{P_t} - \frac{W_t L_{H,t}}{P_t} - \frac{P_{O,t} O_{H,t}}{P_t} \dots\dots\dots (P7.13)$$

Substitusi (P7.13) ke (P7.12), diperoleh

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) P_t} = \int \frac{D_t(j)}{P_t} dj + \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{W_t l_t}{P_t} - C_t + \frac{P_{H,t} Y_{H,t}}{P_t}$$

$$-\frac{W_t L_{H,t}}{P_t} - \frac{P_{O,t} O_{H,t}}{P_t} - \int \frac{E_t(Q_{t,t+1}D_{t+1}(j))}{P_t} dj \dots\dots\dots (P7.14)$$

Dengan menggunakan (P7.4), (P7.5) dan $P_t C_t = P_{H,t} C_{H,t} + P_{F,t} C_{F,t} + P_{O,t} O_{C,t}$, diperoleh

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) P_t} = \int \frac{D_t(j)}{P_t} dj + \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} - \frac{P_{H,t}}{P_t} C_{H,t} - \frac{P_{F,t}}{P_t} C_{F,t} - \frac{P_{O,t}}{P_t} O_{C,t} + \frac{P_{H,t}}{P_t} C_{H,t} + \frac{P_{M,t}}{P_t} C_{M,t}$$

$$- \frac{P_{O,t} O_{H,t}}{P_t} - \int \frac{E_t(Q_{t,t+1}D_{t+1}(j))}{P_t} dj$$

$$= \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} C_{H,t} + \int \frac{D_t(j)}{P_t} dj - \int \frac{E_t(Q_{t,t+1}D_{t+1}(j))}{P_t} dj \right)$$

$$- \left(RER_t C_{F,t} + \frac{P_{O,t}}{P_t} O_t \right) + \left(\frac{\varepsilon_t P_{O,t}^*}{P_t} O_t - \frac{\varepsilon_t P_{O,t}^*}{P_t} O_t \right)$$

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) P_t} = \frac{\varepsilon_t B_{t-1}^*}{P_t} + \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t$$

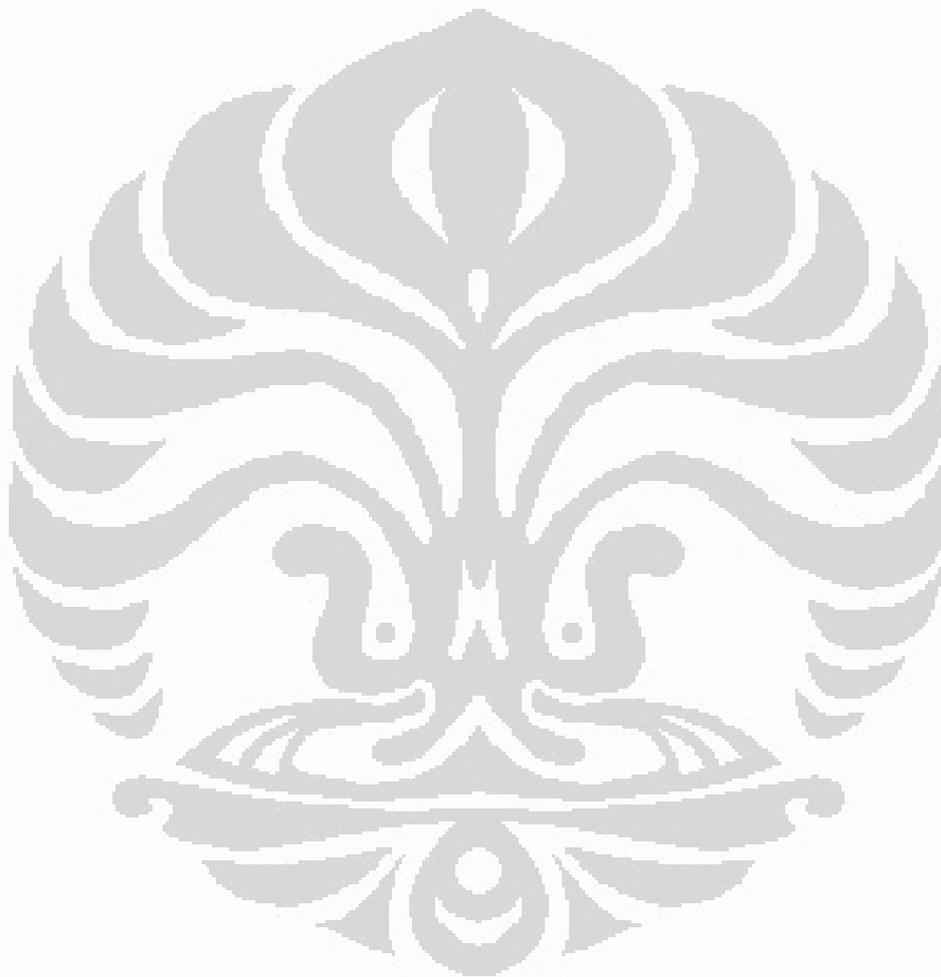
dengan

$$\frac{P_{X,t}}{P_t} X_t = \frac{P_{H,t}}{P_t} C_{H,t} + \frac{P_{S,t}}{P_t} Y_{S,t}$$

dengan $\frac{P_{S,t}}{P_t} Y_{S,t} = \int \frac{D_t(j)}{P_t} dj - \int \frac{\varepsilon_t(Q_{t,t+1} D_{t+1}(j))}{P_t} dj + \frac{P_{O,t}}{P_t} O_t - \frac{\varepsilon_t P_{O,t}^*}{P_t} D_t$

$$\frac{P_{M,t}}{P_t} M_t = RER_t C_{F,t} + \frac{\varepsilon_t P_{O,t}^*}{P_t} O_t$$

$$O_t = O_{M,t} + O_{C,t} \quad ((P7.6) \text{Terbukti})$$



CATATAN UNTUK PEMBUKTIAN APPENDIKS

Catatan 1:

Ekspansi Taylor, diambil sampai bentuk liniernya.

$$f(x_1, \dots, x_n) \approx f(x_1^{ss}, \dots, x_n^{ss}) + \left(\frac{\partial f(x_1, \dots, x_n)}{\partial x_1} \right)_{(x_1, \dots, x_n) = (x_1^{ss}, \dots, x_n^{ss})} (x_1 - x_1^{ss}) + \dots + \left(\frac{\partial f(x_1, \dots, x_n)}{\partial x_n} \right)_{(x_1, \dots, x_n) = (x_1^{ss}, \dots, x_n^{ss})} (x_n - x_n^{ss}) \dots \dots \dots (A1)$$

Jadi,

$$f(x_1, \dots, x_n) - f(x_1^{ss}, \dots, x_n^{ss}) \approx \left(\frac{\partial f(x_1, \dots, x_n)}{\partial x_1} \right)_{(x_1, \dots, x_n) = (x_1^{ss}, \dots, x_n^{ss})} (x_1 - x_1^{ss}) + \dots + \left(\frac{\partial f(x_1, \dots, x_n)}{\partial x_n} \right)_{(x_1, \dots, x_n) = (x_1^{ss}, \dots, x_n^{ss})} (x_n - x_n^{ss}) \dots \dots \dots (A2)$$

Dengan "ss" merepresentasikan saat steady state.

Catatan 2:

$$\hat{pr}_{j,t} = \hat{P}_{j,t} - \hat{P}_t \dots \dots \dots (A3)$$

Huruf kecil dimana terdapat tanda topi merepresentasikan deviasi log.

$$\hat{pr}_{j,t} = (\log P_{j,t} - \log P_{j,t|ss}) - (\log P_t - \log P_t|ss) \dots \dots \dots (A4)$$

$$\hat{pr}_{j,t} = (\log P_{j,t} - \log P_t) - (\log P_{j,t|ss} - \log P_t|ss) \dots \dots \dots (A5)$$

$$\hat{pr}_{j,t} = \log \left(\frac{P_{j,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{j,t}}{P_t} \right)_{ss} \dots \dots \dots (A6)$$

Dengan $|_{ss}$ merepresentasikan saat steady state.

Catatan 3:

$$\text{Inflasi } \pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \dots \dots \dots (A7)$$

$$1 + \pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

$$\log(1 + \pi_t) = \log P_t - \log P_{t-1} \dots \dots \dots (A8)$$

Pada saat steady state diperoleh:

$$\log(1 + \pi_t)_{ss} = \log P_t|_{ss} - \log P_{t-1}|_{ss} \dots \dots \dots (A9)$$

Kurangkan (A8) dengan (A9)

$$\log(1 + \pi_t) - \log(1 + \pi_t)_{ss} = (\log P_t - \log P_t|_{ss}) - (\log P_{t-1} - \log P_{t-1}|_{ss}) \dots \dots \dots (A10)$$

$$\text{Diketahui: } \hat{\pi}_t = \hat{P}_{F,t} - \hat{P}_{F,t-1} \dots \dots \dots (A11)$$

Maka,

$$\hat{\pi}_t = \hat{p}_t - \hat{p}_{t-1} \dots\dots\dots (A12)$$

Catatan 4:

$$P_{F,t} = \varepsilon_t P_{F,t}^* \dots\dots\dots (A13)$$

Dengan

ε_t adalah *exchange rate* pada saat t

$P_{F,t}^*$ adalah harga barang impor dalam mata uang asing

$$\log P_{F,t} = \log \varepsilon_t + \log P_{F,t}^* \dots\dots\dots (A14)$$

Pada saat steady state berlaku

$$\log P_{F,t}|_{ss} = \log \varepsilon_t|_{ss} + \log P_{F,t}^*|_{ss} \dots\dots\dots (A15)$$

Selisihkan (A14) dan (A15), diperoleh:

$$\log P_{F,t} - \log P_{F,t}|_{ss} = (\log \varepsilon_t - \log \varepsilon_t|_{ss}) + (\log P_{F,t}^* - \log P_{F,t}^*|_{ss}) \dots\dots\dots (A16)$$

$$\hat{p}_{F,t} = \hat{\varepsilon}_t + \hat{p}_{F,t}^* \dots\dots\dots (A17)$$

Catatan 5:

$$\text{Diketahui } \hat{rer}_t = \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_t$$

$$\text{Dari (A3) diperoleh } \hat{pr}_{F,t} = \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_t \dots\dots\dots (A18)$$

$$\text{Jadi } \hat{pr}_{F,t} = \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_t = \hat{rer}_t \dots\dots\dots (A19)$$

Catatan 6:

log yang dimaksud adalah *log* dengan bilangan pokok “e”, dengan perkataan lain *ln*.

BUKTI (A1)

**MODEL LOG LINEAR:
PERMINTAAN AGREGAT**

Diketahui

"All relative prices are one"

$$\text{Jadi } \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)_{ss} = \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)_{ss} = \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)_{ss} = \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)_{ss} = 1 \dots\dots\dots (A1.1)$$

"Consumption is equalized across households". Jadi simbol (j) dihilangkan.

$$Z_t = (1 - \delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \dots\dots\dots (A1.2)$$

$$C_{F,t} = (1 - \gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t \dots\dots\dots (A1.3)$$

$$C_{H,t} = \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t \dots\dots\dots (A1.4)$$

$$P_{Z,t} = \left((1 - \gamma) P_{F,t}^{1-\theta} + \gamma P_{H,t}^{1-\theta} \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \dots\dots\dots (A1.5)$$

Akan dibuktikan (A1)

Bukti

Ekspansi Taylor

$$\hat{pr}_{Z,t} = \left(\frac{\partial \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)}{\partial \log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)} \right)_{ss} \hat{pr}_{H,t} + \left(\frac{\partial \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)}{\partial \log \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)} \right)_{ss} \hat{pr}_{F,t} \dots\dots\dots (A1.6)$$

Dari (A1.5) diperoleh:

$$P_{Z,t}^{1-\theta} = (1 - \gamma) P_{F,t}^{1-\theta} + \gamma P_{H,t}^{1-\theta} \dots\dots\dots (A1.7)$$

Kalikan (A1.7) dengan $\left(\frac{1}{P_t^{1-\theta}} \right)$, diperoleh:

$$\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{1-\theta} = (1 - \gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{1-\theta} + \gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{1-\theta} \dots\dots\dots (A1.8)$$

Dengan me-log-kan (A1.8), diperoleh:

$$\log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) = \frac{1}{1-\theta} \log \left((1 - \gamma) \exp \log \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{1-\theta} + \gamma \exp \log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)^{1-\theta} \right)$$

$$\log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right) = \frac{1}{(1-\theta)} \log\left((1-\gamma)\exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)\right) + \gamma \exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)\right)\right) \dots\dots\dots(A1.9)$$

Turunkan secara parsial (A1.9) terhadap $\log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)$, diperoleh:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)} = \frac{1}{(1-\theta) \left((1-\gamma)\exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)\right) + \gamma \exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)\right) \right)} \gamma \exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)\right) (1-\theta) \dots\dots\dots(A1.10)$$

Substitusi (A1.8) ke (A1.10), diperoleh:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)} = \frac{\gamma \exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)\right)}{\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)^{1-\theta}} \dots\dots\dots(A1.11)$$

Substitusi (A1.1) ke (A1.11), diperoleh:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)} = \frac{\gamma \cdot 1}{1} = \gamma \dots\dots\dots(A1.12)$$

Jadi pada saat steady state berlaku:

$$\left. \frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)} \right|_{ss} = \gamma \dots\dots\dots(A1.13)$$

Turunkan secara parsial (A1.9) terhadap $\log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)$, diperoleh:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)} = \frac{1}{(1-\theta) \left((1-\gamma)\exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)\right) + \gamma \exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)\right) \right)} (1-\gamma)\exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)\right) (1-\theta) \dots\dots\dots(A1.14)$$

Substitusi (A1.8) ke (A1.14) diperoleh:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)} = \frac{(1-\gamma)\exp\left((1-\theta)\log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)\right)}{\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)^{1-\theta}}$$

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)} = \frac{(1-\gamma)\exp\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)^{(1-\theta)}}{\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)^{1-\theta}} \dots\dots\dots(A1.15)$$

Substitusi (A1.1) ke (A1.15) diperoleh:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)} = \frac{(1-\gamma)1}{1} = (1-\gamma) \dots\dots\dots(A1.16)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\frac{\partial \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)}{\partial \log\left(\frac{P_{F,t}}{P_t}\right)} \Bigg|_{ss} = (1-\gamma) \dots\dots\dots(A1.17)$$

Substitusi (A1.13) dan (A1.17) ke (A1.6), diperoleh:

$$\hat{p}r_{Z,t} = \gamma \hat{p}r_{H,t} + (1-\gamma) \hat{p}r_{F,t} \dots\dots\dots(A1.18)$$

Bukti (A1)

Substitusi (A1.2) ke (A1.4), diperoleh

$$C_{H,t} = (1-\delta)\gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)^{-\theta} \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)^{\theta-\eta} C_t \dots\dots\dots(A1.19)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$C_{H,t} \Big|_{ss} = (1-\delta)\gamma \left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right)^{-\theta} \Bigg|_{ss} \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right)^{\theta-\eta} \Bigg|_{ss} C_t \Big|_{ss} \dots\dots\dots(A1.20)$$

Dengan me-log-kan (A1.19) dan (A1.20), diperoleh:

$$\log C_{H,t} = \log((1-\delta)\gamma) - \theta \log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right) + (\theta-\eta) \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right) + \log C_t \dots\dots\dots(A1.21)$$

$$\log C_{H,t} \Big|_{ss} = \log((1-\delta)\gamma) - \theta \log\left(\frac{P_{H,t}}{P_t}\right) \Bigg|_{ss} + (\theta-\eta) \log\left(\frac{P_{Z,t}}{P_t}\right) \Bigg|_{ss} + \log C_t \Big|_{ss} \dots\dots\dots(A1.22)$$

Selisihkan (A1.21) dan (A1.22), diperoleh

$$\log C_{H,t} - \log C_{H,t}|_{ss} = -\theta \left(\log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right) \Big|_{ss} \right) + (\theta - \eta) \left(\log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \Big|_{ss} \right) - (\log C_t - \log C_t|_{ss}) \dots \dots \dots (A1.23)$$

$$\hat{c}_{H,t} = -\theta \hat{p}r_{H,t} + (\theta - \eta) \hat{p}r_{Z,t} + \hat{c}_t \dots \dots \dots (A1.24)$$

Substitusi (A1.18) ke (A1.24), diperoleh:

$$\begin{aligned} \hat{c}_{H,t} &= -\theta \hat{p}r_{H,t} + (\theta - \eta) \left(\gamma \hat{p}r_{H,t} + (1 - \gamma) \hat{p}r_{F,t} \right) + \hat{c}_t \\ \hat{c}_{H,t} &= (-\theta + (\theta - \eta)\gamma) \hat{p}r_{H,t} + (\theta - \eta)(1 - \gamma) \hat{p}r_{F,t} + \hat{c}_t \\ \hat{c}_{H,t} &= (-\theta + \theta\gamma - \eta\gamma) \hat{p}r_{H,t} + (\theta - \eta)(1 - \gamma) \hat{p}r_{F,t} + \hat{c}_t \\ \hat{c}_{H,t} &= -(1 - \gamma)\theta - \eta\gamma) \hat{p}r_{H,t} + (\theta - \eta)(1 - \gamma) \hat{p}r_{F,t} + \hat{c}_t \\ \hat{c}_{H,t} &= -(\theta(1 - \gamma) + \eta\gamma) \hat{p}r_{H,t} + (\theta - \eta)(1 - \gamma) \hat{p}r_{F,t} + \hat{c}_t \dots \dots \dots (A1.25) \end{aligned}$$

Karena $\hat{p}r_{F,t} = \hat{r}er_t$, maka (A1.25) menjadi

$$\hat{c}_{H,t} = -(\theta(1 - \gamma) + \eta\gamma) \hat{p}r_{H,t} + (1 - \gamma)(\theta - \eta) \hat{r}er_t + \hat{c}_t \quad \text{((A1) Terbukti)}$$

BUKTI (A2)

MODEL LOG LINEAR: PERMINTAAN AGREGAT

Diketahui

“Consumption is equalized across households”. Jadi simbol (j) dihilangkan.

$$Z_t = (1 - \delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \dots\dots\dots (A2.1)$$

$$C_{F,t} = (1 - \gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_{Z,t}} \right)^{-\theta} Z_t \dots\dots\dots (A2.2)$$

Diketahui dari (A1.18)

$$\hat{pr}_{Z,t} = \gamma \hat{pr}_{H,t} + (1 - \gamma) \hat{pr}_{F,t} \dots\dots\dots (A2.3)$$

Akan dibuktikan (A2)

Bukti

Substitusi (A2.1) ke (A2.2), diperoleh:

$$C_{F,t} = (1 - \delta)(1 - \gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\theta} \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{\theta - \eta} C_t \dots\dots\dots (A2.4)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$C_{F,t}|_{ss} = (1 - \delta)(1 - \gamma) \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right)^{-\theta} \left|_{ss} \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{\theta - \eta} \right|_{ss} C_t|_{ss} \dots\dots\dots (A2.5)$$

Dengan me-log-kan (A2.4) dan (A2.5), diperoleh:

$$\log C_{F,t} = \log((1 - \delta)(1 - \gamma)) - \theta \log \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right) + (\theta - \eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) + \log C_t \dots\dots\dots (A2.6)$$

$$\log C_{F,t}|_{ss} = \log((1 - \delta)(1 - \gamma)) - \theta \log \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right) \Big|_{ss} + (\theta - \eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \Big|_{ss} + \log C_t|_{ss} \dots\dots\dots (A2.7)$$

Selisihkan (A2.6) dengan (A2.7), diperoleh:

$$\begin{aligned} \log C_{F,t} - \log C_{F,t}|_{ss} &= -\theta \left(\log \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{F,t}}{P_t} \right) \Big|_{ss} \right) + (\theta - \eta) \left(\log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \Big|_{ss} \right) \\ &\quad + (\log C_t - \log C_t|_{ss}) \dots\dots\dots (A2.8) \end{aligned}$$

Dari (A3), (A4), (A6), maka (A2.8) menjadi

$$\hat{c}_{F,t} = -\theta \hat{pr}_{F,t} + (\theta - \eta) \hat{pr}_{Z,t} + \hat{c}_t \dots\dots\dots (A2.9)$$

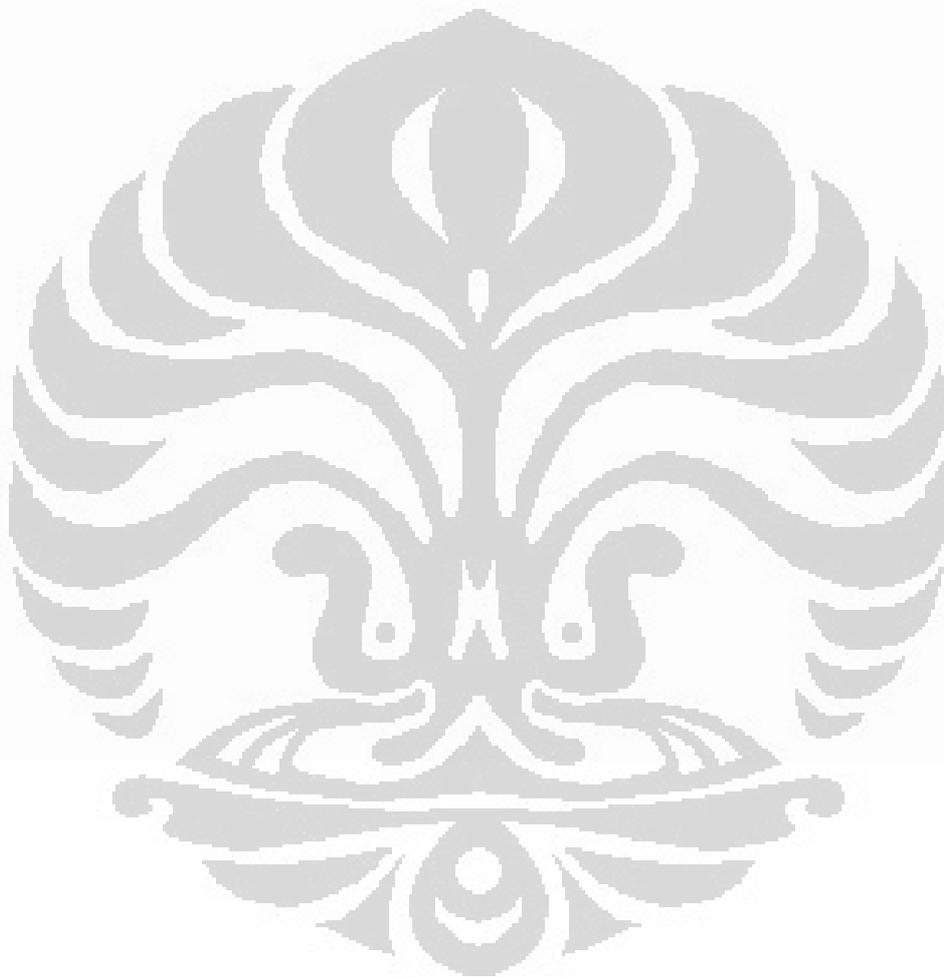
Substitusi (A2.3) ke (A2.9), diperoleh

$$\hat{c}_{F,t} = -\theta \hat{pr}_{F,t} + (\theta - \eta) \left(\gamma \hat{pr}_{H,t} + (1 - \gamma) \hat{pr}_{F,t} \right) + \hat{c}_t$$

$$\hat{c}_{F,t} = \gamma(\theta - \eta) \hat{p}r_{H,t} - (\theta\gamma + (1 - \gamma)\eta) \hat{p}r_{F,t} + \hat{c}_t \dots\dots\dots (A2.10)$$

Karena $\hat{p}r_{F,t} = \hat{r}er_t$, maka (A2.10) menjadi

$$\hat{c}_{F,t} = \gamma(\theta - \eta) \hat{p}r_{H,t} - (\theta\gamma + (1 - \gamma)\eta) \hat{r}er_t + \hat{c}_t \quad \text{((A2) Terbukti)}$$



BUKTI (A3)

MODEL LOG LINEAR: PERMINTAAN AGREGAT

Diketahui

$$O_{C,t} = \delta \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{-\eta} C_t \quad \dots\dots\dots (A3.1)$$

Akan dibuktikan (A3)

Bukti

Dengan me-log-kan (A3.1), diperoleh:

$$\log O_{C,t} = \log \delta - \eta \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) + \log C_t \quad \dots\dots\dots (A3.2)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\log O_{C,t}|_{ss} = \log \delta - \eta \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)_{ss} + \log C_t|_{ss} \quad \dots\dots\dots (A3.3)$$

Selisihkan (A3.2) dan (A3.3), diperoleh

$$\log O_{C,t} - \log O_{C,t}|_{ss} = -\eta \left(\log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)_{ss} \right) + (\log C_t - \log C_t|_{ss}) \quad \dots\dots\dots (A3.4)$$

Dari (A3), (A4), (A5) maka (A3.4) menjadi

$$\hat{o}_{C,t} = -\eta \hat{p}r_{O,t} + \hat{c}_t \quad \text{((A3) Terbukti)}$$

BUKTI (A4)

**MODEL LOG LINEAR:
PERMINTAAN AGREGAT**

Diketahui:

$$E_t \left(B(1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) = 1 \dots\dots\dots (A4.1)$$

Akan dibuktikan (A4)

Bukti

Logaritman (A4.1) dan membandingkan dengan steady state maka akan diperoleh:

$$\begin{aligned} \hat{i}_t - E_t \left(\hat{p}_{t+1} - \hat{p}_t \right) + \left(\log(C_t - h(1+g_y)C_{t-1}) - \log(C_t - h(1+g_y)C_{t-1})_{ss} \right) \\ - E_t \left(\log(C_{t+1} - h(1+g_y)C_t) - \log(C_{t+1} - h(1+g_y)C_t)_{ss} \right) = 0 \dots\dots\dots (A4.2) \end{aligned}$$

Diketahui pula:

$$\begin{aligned} \hat{p}_{t+1} - \hat{p}_t = \hat{\pi}_{t+1} \\ C_t|_{ss} = (1+g_y)^t C_t \text{ equivalen dengan } (1+g_y)C_{t-1}|_{ss} = C_t|_{ss} \dots\dots\dots (A4.3) \end{aligned}$$

Misal $C_t - h(1+g_y)C_{t-1} = L_1$

$$\text{Maka } \log L_1 - \log L_1|_{ss} = \frac{\partial \log L_1}{\partial \log C_t} \Big|_{ss} \hat{c}_t + \frac{\partial \log L_1}{\partial \log C_{t-1}} \Big|_{ss} \hat{c}_{t-1} \dots\dots\dots (A4.4)$$

Analog dengan (A1) dan (A2) diperoleh:

$$\frac{\partial \log L_1}{\partial \log C_t} = \frac{C_t}{L_1} = \frac{C_t}{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}} \dots\dots\dots (A4.5)$$

$$\frac{\partial \log L_1}{\partial \log C_{t-1}} = -h(1+g_y) \frac{C_{t-1}}{L_1} = \frac{-h(1+g_y)C_{t-1}}{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}} \dots\dots\dots (A4.6)$$

Karena (A4.3), maka (A4.5) dan (A4.6) diperoleh:

$$\frac{\partial \log L_1}{\partial \log C_t} \Big|_{ss} = \frac{(1+g_y)C_{t-1}}{(1-h)(1+g_y)C_{t-1}} \Big|_{ss} = \frac{1}{(1-h)} \dots\dots\dots (A4.7)$$

$$\frac{\partial \log L_1}{\partial \log C_{t-1}} \Big|_{ss} = \frac{-h(1+g_y)C_{t-1}}{(1-h)(1+g_y)C_{t-1}} \Big|_{ss} = \frac{-h}{(1-h)} \dots\dots\dots (A4.8)$$

Substitusi (A4.7) dan (A4.8) ke (A4.4), diperoleh:

$$\log L_1 - \log L_1|_{ss} = \frac{1}{(1-h)} \hat{c}_t - \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_{t-1} \dots\dots\dots (A4.9)$$

Misal $C_{t+1} - h(1+g_y)C_t = L_2$

$$\text{Maka } \log L_2 - \log L_2|_{ss} = \frac{\partial \log L_2}{\partial \log C_{t+1}} \Big|_{ss} \hat{c}_{t+1} + \frac{\partial \log L_2}{\partial \log C_t} \Big|_{ss} \hat{c}_t \dots\dots\dots (A4.10)$$

Analog dengan (A1) dan (A2) diperoleh:

$$\frac{\partial \log L_2}{\partial \log C_{t+1}} = \frac{C_{t+1}}{L_2} = \frac{C_{t+1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \dots\dots\dots (A4.11)$$

$$\frac{\partial \log L_2}{\partial \log C_t} = -h(1+g_y) \frac{C_t}{L_2} = \frac{-h(1+g_y)C_t}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \quad \text{..... (A4.12)}$$

Catatan:

$$(1+g_y)C_t|_{x^*} = C_{t+1}|_{x^*} \quad \text{..... (A4.13)}$$

Dengan menggunakan (A4.13), maka (A4.11) dan (A4.12) menjadi:

$$\frac{\partial \log L_2}{\partial \log C_{t+1}}|_{x^*} = \frac{(1+g_y)C_t}{(1-h)(1+g_y)C_t}|_{x^*} = \frac{1}{(1-h)} \quad \text{..... (A4.14)}$$

$$\frac{\partial \log L_2}{\partial \log C_t}|_{x^*} = -h(1+g_y) \frac{C_t}{(1-h)(1+g_y)C_t}|_{x^*} = \frac{-h}{(1-h)} \quad \text{..... (A4.15)}$$

Substitusi (A4.14) dan (A4.15) ke (A4.10), diperoleh:

$$\log L_2 - \log L_2|_{x^*} = \frac{1}{(1-h)} \hat{c}_{t+1} - \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_t \quad \text{..... (A4.16)}$$

$$E_t(\log L_2 - \log L_2|_{x^*}) = \frac{1}{(1-h)} E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_t \quad \text{..... (A4.17)}$$

Substitusi (A4.9) dan (A4.17) ke (A4.2), diperoleh:

$$\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} + \left(\frac{1}{(1-h)} \hat{c}_t - \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_{t-1} \right) - \left(\frac{1}{(1-h)} E_t \hat{c}_{t+1} - \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_t \right) = 0$$

$$\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} - \left(\frac{1}{(1-h)} E_t \hat{c}_{t+1} + \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_{t-1} \right) + \left(\frac{1+h}{1-h} \right) \hat{c}_t = 0$$

Jadi,

$$\hat{c}_t = \frac{1}{(1+h)} E_t \hat{c}_{t+1} + \frac{h}{(1+h)} \hat{c}_{t-1} - \left(\frac{1-h}{1+h} \right) \left(\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} \right) \quad \text{((A4) Terbukti)}$$

BUKTI (A5)

MODEL LOG LINEAR: PERMINTAAN AGREGAT

Diketahui:

Diasumsikan $\log E(x) \approx E(\log x)$

$$E_t \left(B(1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) = 1 \dots\dots\dots (A5.1)$$

$$E_t \left(B(1+i_t^*) \frac{\varepsilon_{t+1} P_t}{\varepsilon_t P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) = 1 \dots\dots\dots (A5.2)$$

dengan $\Theta = \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)$

Akan dibuktikan (A5)

Bukti

(A5.1) dan (A5.2) ditulis ulang dan disamakan, diperoleh:

$$B(1+i_t) E_t \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) = B(1+i_t^*) \Theta E_t \left(\frac{\varepsilon_{t+1} P_t}{\varepsilon_t P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) \dots\dots\dots (A5.3)$$

Logaritman (A5.3) dan membandingkan dengan steady state, diperoleh:

$$\begin{aligned} & \hat{i}_t + E_t \left(\log \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) - \log \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right)_{ss} \right) \\ & = \hat{i}_t + (\log \Theta - \log \Theta)_{ss} + E_t (\hat{e}_{t+1} - \hat{e}_t) + E_t \left(\log \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right) - \log \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \left(\frac{C_t - h(1+g_y)C_{t-1}}{C_{t+1} - h(1+g_y)C_t} \right) \right)_{ss} \right) \dots\dots\dots (A5.4) \end{aligned}$$

Jadi,

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t + E_t (\hat{e}_{t+1} - \hat{e}_t) + (\log \Theta - \log \Theta)_{ss} \dots\dots\dots (A5.5)$$

Diketahui $\hat{b}_t = \log \left(\frac{\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t}} \right)}{\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right)} \right) \dots\dots\dots (A5.6)$

$$\log \Theta - \log \Theta)_{ss} = \left(\frac{d \log \left(\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \right)}{d \log \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} \right)_{ss} \hat{b}_t \dots\dots\dots (A5.7)$$

Diketahui $\frac{\Theta^1\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X}\right) \varepsilon B^*}{\Theta\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X}\right) P_X X} = \varphi \dots\dots\dots (A5.8)$

$$\left(\frac{d \log \left(\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \right)}{d \log \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} \right)_{ss} = \left(\frac{d \log \left(\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \right)}{d \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} \right)_{ss} \left(\frac{d \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)}{d \log \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} \right)_{ss}$$

$$\left(\frac{d \left(\log \left(\Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \right) \right)}{d \left(\log \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \right)} \right)_{ss} = \frac{\Theta^1\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X}\right) \varepsilon B^*}{\Theta\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X}\right) P_X X} = \varphi \dots\dots\dots (A5.9)$$

Substitusi (A5.9) ke (A5.7), diperoleh:

$$\log \Theta - \log \Theta|_{ss} = \varphi \hat{b}_t^* \dots\dots\dots (A5.10)$$

Substitusi (A5.10) ke (A5.5), diperoleh:

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t + E_t \Delta \hat{e}_{t+1} + \varphi \hat{b}_t^* \quad \text{((A5) Terbukti)}$$

BUKTI (A7)

**MODEL LOG LINEAR:
PENAWARAN AGREGAT DAN INFLASI**

Diketahui:

Pandang (P6.13), ditulis ulang

$$P_{H,t}^{op}(z_H) \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left(\Lambda_{t,t+i} \frac{(\Gamma_{H,t}^i)^{1-\varepsilon_H}}{P_{t+i}(P_{H,t+i})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+i} \right) \right) = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1} \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_H^i E_t \left(\Lambda_{t,t+i} \frac{MC_{H,t+i} (\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H}}{P_{t+i}(P_{H,t+i})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+i} \right) \right) \dots (A7.1)$$

$$Y_{H,t} = \left(\int (Y_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\varepsilon_H}} dz_H \right)^{\varepsilon_H} \dots (A7.2)$$

$$P_{H,t} Y_{H,t} = \left(\int P_{H,t}(z_H) Y_{H,t}(z_H) dz_H \right) \dots (A7.3)$$

$$Y_{H,t}(z_H) = \left(\frac{P_{H,t}(z_H)}{P_{H,t}} \right)^{-\varepsilon_H} Y_{H,t} \dots (A7.4)$$

$$P_{H,t} = \left(\int (P_{H,t}(z_H))^{\varepsilon_H} dz_H \right)^{\frac{1}{\varepsilon_H}} \dots (A7.5)$$

Akan dibuktikan (A7)

Bukti

Karena $P_{H,t}^{op}$ tidak bergantung pada (z_H) , maka (z_H) dapat dihilangkan.

Berdasarkan (A7.2), (A7.3), (A7.4), (A7.5), (A7.6) diperoleh

$$(P_{H,t})^{1-\varepsilon_H} = (1-\phi_H) (P_{H,t}^{op})^{1-\varepsilon_H} + \phi_H \left((1+\pi_{H,t-1})^{\varepsilon_H} (1+\bar{\pi}_{H,t})^{1-\varepsilon_H} P_{H,t-1} \right)^{1-\varepsilon_H} \dots (A7.7)$$

(A7.7) dibagi dengan $(P_{H,t-1})^{1-\varepsilon_H}$, diperoleh:

$$\left(\frac{P_{H,t}}{P_{H,t-1}} \right)^{1-\varepsilon_H} = (1-\phi_H) \left(\frac{P_{H,t}^{op}}{P_{H,t-1}} \right)^{1-\varepsilon_H} + \phi_H \left((1+\pi_{H,t-1})^{\varepsilon_H} (1+\bar{\pi}_{H,t})^{1-\varepsilon_H} \right)^{\varepsilon_H} \dots (A7.8)$$

Ekspansi Taylor,

$$\hat{\pi}_{H,t} = (1-\phi_H) \left(\hat{P}_{H,t}^{op} - \hat{P}_{H,t-1} \right) + \phi_H \varepsilon_H \hat{\pi}_{H,t-1} \dots (A7.9)$$

Dari (A7.1), pada saat $t+1$, setelah dikalikan dengan $\phi_H \Lambda_{t,t+1}$ lalu diekspektasikan pada saat t , diperoleh:

Catatan:

$$\Gamma_{H,t}^i = \Gamma_{H,t} \Gamma_{H,t+1}^{i-1}$$

$$E_t \left(P_{H,t+1}^{op} \sum_{i=1}^{\infty} \phi_H^i \left(\Lambda_{t,t+i} \frac{(\Gamma_{H,t}^i)^{1-\varepsilon_H}}{P_{t+i}(P_{H,t+i})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+i} \right) \right) = \frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_H - 1} \left(\sum_{i=1}^{\infty} \phi_H^i \left(\Lambda_{t,t+i} \frac{MC_{H,t+i} (\Gamma_{H,t}^i)^{-\varepsilon_H}}{P_{t+i}(P_{H,t+i})^{-\varepsilon_H}} Y_{H,t+i} \right) \right) \dots (A7.10)$$

Dari (A7.1) dan (A7.10), diperoleh:

$$\hat{p}_{H,t}^{op} = (1 - \beta\phi_H) \left(\hat{mcr}_{H,t} - (-\hat{p}_t) \right) + \beta\phi_H \left(E_t \hat{p}_{H,t+1}^{op} - \xi_H \hat{\pi}_{H,t} \right) \dots\dots\dots (A7.11)$$

Pada saat t+1, (A7.9), diekspektasikan pada saat t, diperoleh:

$$E_t \hat{\pi}_{H,t+1} = (1 - \phi_H) \left(E_t \hat{p}_{H,t+1}^{op} - \hat{p}_{H,t} \right) + \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t} \dots\dots\dots (A7.12)$$

(A7.12) diselesaikan untuk $E_t \hat{p}_{H,t+1}^{op}$, diperoleh:

$$E_t \hat{p}_{H,t+1}^{op} = \frac{E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t}}{1 - \phi_H} + \hat{p}_{H,t} \dots\dots\dots (A7.13)$$

Substitusi (A7.13) ke (A7.11), diperoleh:

$$\hat{p}_{H,t}^{op} = (1 - \beta\phi_H) \left(\hat{mcr}_{H,t} + \hat{p}_t \right) + \beta\phi_H \left(\frac{E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t}}{1 - \phi_H} \right) + \hat{p}_{H,t} - \xi_H \hat{\pi}_{H,t}$$

Catatan:

$$\beta\phi_H = 1 - (1 - \beta\phi_H)$$

$$\hat{p}_{H,t}^{op} = (1 - \beta\phi_H) \left(\hat{mcr}_{H,t} + \hat{p}_t \right) + \beta\phi_H \left(\frac{E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t}}{1 - \phi_H} \right) + (1 - (1 - \beta\phi_H)) \hat{p}_{H,t} - \beta\phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t}$$

$$\hat{p}_{H,t}^{op} = (1 - \beta\phi_H) \left(\hat{mcr}_{H,t} + \hat{p}_t - \hat{p}_{H,t} \right) + \beta\phi_H \left(\frac{E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t}}{1 - \phi_H} \right) + \hat{p}_{H,t} - \beta\phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t} \dots\dots\dots (A7.14)$$

Catatan:

$$\hat{p}_t - \hat{p}_{H,t} = -\hat{pr}_{H,t}$$

Substitusi (A7.14) ke (A7.9), diperoleh:

$$\phi_H \hat{\pi}_{H,t} = (1 - \phi_H) (1 - \beta\phi_H) \left(\hat{mcr}_{H,t} + \hat{p}_t - \hat{p}_{H,t} \right) + \beta\phi_H \left(E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t} \right) + \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t} - \beta\phi_H (1 - \phi_H) \xi_H \hat{\pi}_{H,t} \dots\dots\dots (A7.15)$$

(A7.15) dibagi ϕ_H , diperoleh:

$$\hat{\pi}_{H,t} = \frac{(1 - \phi_H)}{\phi_H} (1 - \beta\phi_H) \left(\hat{mcr}_{H,t} + \hat{p}_t - \hat{p}_{H,t} \right) + \beta \left(E_t \hat{\pi}_{H,t+1} - \phi_H \xi_H \hat{\pi}_{H,t} \right) + \xi_H \hat{\pi}_{H,t} - \beta(1 - \phi_H) \xi_H \hat{\pi}_{H,t}$$

Catatan:

$$\hat{mcr}_{H,t} = (1 - \alpha) \hat{wr}_t + \alpha \hat{pr}_{O,t} - \hat{\alpha}_{H,t}$$

$$\hat{\pi}_{H,t} = \frac{(1 - \phi_H)(1 - \beta\phi_H)}{\phi_H(1 + \beta\xi_H)} \left((1 - \alpha) \hat{wr}_t + \alpha \hat{pr}_{O,t} - \hat{\alpha}_{H,t} - \hat{pr}_{H,t} \right) + \frac{\beta}{1 + \beta\xi_H} E_t \hat{\pi}_{H,t+1}$$

$$+ \frac{\xi_H}{1 + \beta\xi_H} \hat{\pi}_{H,t-1} \quad \text{((A7) Terbukti)}$$

BUKTI (A8)

**MODEL LOG LINEAR:
PENAWARAN AGREGAT DAN INFLASI**

Diketahui:

$$\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) \frac{O_{H,t}(z_H)}{L_{H,t}(z_H)} = \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^\omega \dots\dots\dots (A8.1)$$

$$C_{H,t} = \left(\int (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\epsilon_H}} dz_H\right)^{\frac{\epsilon_H}{\epsilon_H-1}} \dots\dots\dots (A8.2)$$

$$L_{H,t} = \left(\int (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\epsilon_H}} dz_H\right)^{\frac{\epsilon_H}{\epsilon_H-1}} \dots\dots\dots (A8.3)$$

Akan dibuktikan (A8)

Bukti

Dengan memangkatkan (A8.1) dengan $\left(1 - \frac{1}{\epsilon_H}\right)$, diperoleh:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{L_{H,t}(z_H)}\right)^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} &= \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^{\omega\left(1-\frac{1}{\epsilon_H}\right)} \\ \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} (O_{H,t}(z_H))^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} &= \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^{\omega\left(1-\frac{1}{\epsilon_H}\right)} (L_{H,t}(z_H))^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} \dots\dots\dots (A8.4) \end{aligned}$$

Dengan mengintegrasikan terhadap z_H , diperoleh:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} (O_{H,t})^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} &= \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^{\omega\left(1-\frac{1}{\epsilon_H}\right)} (L_{H,t})^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} \\ \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{O_{H,t}}{L_{H,t}}\right)^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} &= \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^{\omega\left(1-\frac{1}{\epsilon_H}\right)} \\ \left(\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\left(\frac{O_{H,t}}{L_{H,t}}\right)\right)^{1-\frac{1}{\epsilon_H}} &= \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^{\omega\left(1-\frac{1}{\epsilon_H}\right)} \\ \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\left(\frac{O_{H,t}}{L_{H,t}}\right) &= \left(\frac{W_t}{P_{O,t}}\right)^\omega \dots\dots\dots (A8.5) \end{aligned}$$

Diketahui $\ell_t = L_{H,t}$. Pembilang dan penyebut ruas kanan (A8.5) dibagi dengan P_t , maka

$$\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)\left(\frac{O_{H,t}}{\ell_t}\right) = \left(\frac{\left(\frac{W_t}{P_t}\right)}{\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right)}\right)^\omega \dots\dots\dots (A8.6)$$

Dengan me-log-kan (A8.6), diperoleh:

$$\log\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) + \log(O_{H,t}) - \log \ell_t = \omega \left(\log \frac{W_t}{P_t} - \log \frac{P_{O,t}}{P_t} \right) \dots\dots\dots (A8.7)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\log\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) + \log(O_{H,t})_{ss} - \log \ell_t|_{ss} = \omega \left(\log \frac{W_t}{P_t} \Big|_{ss} - \log \frac{P_{O,t}}{P_t} \Big|_{ss} \right) \dots\dots\dots (A8.8)$$

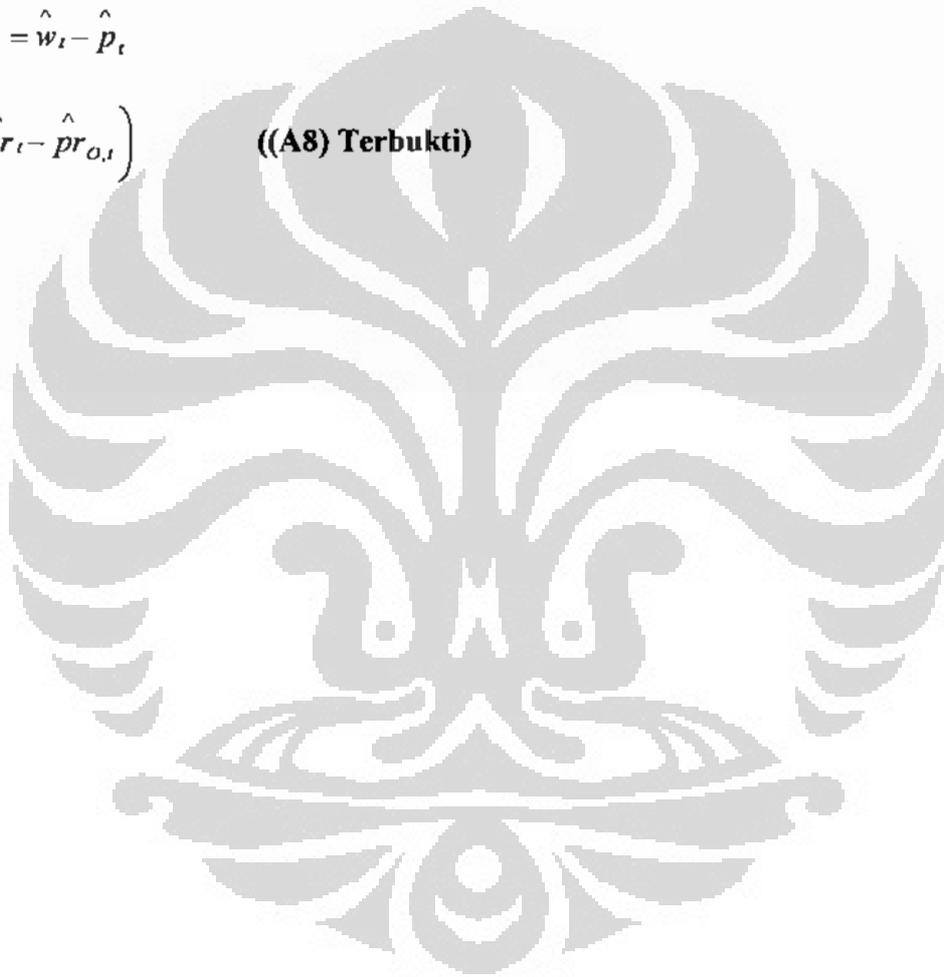
Selisihkan (A8.7) dengan (A8.8), diperoleh:

$$\left(\log(O_{H,t}) - \log(O_{H,t})_{ss} \right) - \left(\log \ell_t - \log \ell_t|_{ss} \right) = \omega \left(\left(\log \frac{W_t}{P_t} - \log \frac{W_t}{P_t} \Big|_{ss} \right) - \left(\log \frac{P_{O,t}}{P_t} - \log \frac{P_{O,t}}{P_t} \Big|_{ss} \right) \right) \dots\dots (A8.9)$$

Diketahui: $\hat{w}r_t = \hat{w}_t - \hat{p}_t$

Maka

$$\hat{o}_{H,t} - \hat{\ell}_t = \omega \left(\hat{w}r_t - \hat{p}r_{O,t} \right) \quad \mathbf{((A8) Terbukti)}$$



BUKTI (A9)

MODEL LOG LINEAR: PENAWARAN AGREGAT DAN INFLASI

Diketahui:

$$Y_{H,t}(z_H) = A_{H,t} \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (L_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\omega}} \right)^{\omega} \dots\dots\dots (A9.1)$$

Dimana:

- $Y_{H,t}(z_H)$ adalah *quantity of particular variety z_H*
- $L_{H,t}(z_H)$ adalah *the labor input utilized*
- $O_{H,t}(z_H)$ adalah *oil that used in production of that variety*
- $A_{H,t}$ adalah *a productivity shock in the home goods sector that is common to all firms*
- ω adalah *the elasticity of substitution between labor and oil in the production*

$$Y_{H,t} = \left(\int (Y_{H,t}(z_H))^{\frac{1}{\epsilon_H}} dz_H \right)^{\epsilon_H} \dots\dots\dots (A9.2)$$

Akan dibuktikan (A9)

Bukti

Diketahui pula cost

$$MC_{H,t}(z_H) Y_{H,t}(z_H) = W_t L_{H,t}(z_H) + P_{O,t} O_{H,t}(z_H) \dots\dots\dots (A9.3)$$

Cost minimization problem:

Minimalkan (A9.3) dengan kendala (A9.1)

Dari *cost minimization problem*, diperoleh

$$\left(\frac{L_{H,t}(z_H)}{Y_{H,t}(z_H)} \right) \left(\frac{Y_{H,t}(z_H)}{A_{H,t}} \right) = (1-\alpha) \left(\frac{W_t}{MC_{H,t}(z_H) A_{H,t}} \right)^{-\omega} \dots\dots\dots (A9.4)$$

$$\left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{Y_{H,t}(z_H)} \right) \left(\frac{Y_{H,t}(z_H)}{A_{H,t}} \right) = \alpha \left(\frac{P_{O,t}}{MC_{H,t}(z_H) A_{H,t}} \right)^{-\omega} \dots\dots\dots (A9.5)$$

Diketahui marginal cost tidak tergantung pada z_H , jadi z_H dihilangkan. Dengan mengintegrasikan dan sebagainya, terlihat bahwa berlaku pula:

$$\left(\frac{\ell_t}{Y_{H,t}} \right) \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right) = (1-\alpha) \left(\frac{W_t}{MC_{H,t} A_{H,t}} \right)^{-\omega} \dots\dots\dots (A9.6)$$

$$\left(\frac{O_{H,t}}{Y_{H,t}}\right) = \alpha \left(\frac{P_{O,t}}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\omega} \dots\dots\dots (A9.7)$$

Dengan memanipulasi (A9.1) diperoleh

$$1 = (1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{L_{H,t}(z_H)}{Y_{H,t}(z_H)}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}} \left(\frac{L_{H,t}(z_H)}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{Y_{H,t}(z_H)}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}} \left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \dots\dots\dots (A9.8)$$

Substitusi (A9.4) dan (A9.5) ke (A9.8), diperoleh:

$$1 = (1-\alpha)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{W_t}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\alpha\left(\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}\right)} \left(\frac{L_{H,t}(z_H)}{Y_{H,t}(z_H)}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} + \alpha^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{P_{O,t}}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\alpha\left(\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}\right)} \left(\frac{O_{H,t}(z_H)}{Y_{H,t}(z_H)}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \dots\dots\dots (A9.9)$$

Integralkan (A9.9) terhadap z_H , menggunakan (A9.2), (A8.1), (A8.2), maka diperoleh:

$$\frac{(Y_{H,t})^{\frac{1}{\epsilon_H}}}{A_{H,t}^{\frac{1}{\epsilon_H}}} = (1-\alpha)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{W_t}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\alpha\left(\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}\right)} (L_{H,t})^{\frac{1}{\epsilon_H}} + \alpha^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{P_{O,t}}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\alpha\left(\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}\right)} (O_{H,t})^{\frac{1}{\epsilon_H}} \dots\dots\dots (A9.10)$$

Diketahui $L_{H,t} = l_t$. Maka (A9.10) menjadi

$$1 = (1-\alpha)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{W_t}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\alpha\left(\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}\right)} \left(\frac{l_t}{Y_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}} \left(\frac{l_t}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} + \alpha^{\frac{1}{\epsilon_H}} \left(\frac{P_{O,t}}{MC_{H,t}A_{H,t}}\right)^{-\alpha\left(\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}\right)} \left(\frac{O_{H,t}}{Y_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}} \left(\frac{O_{H,t}}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \dots\dots\dots (A9.11)$$

Substitusi (A9.6) dan (A9.7) ke (A9.11), diperoleh:

$$1 = (1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{l_t}{Y_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}} \left(\frac{l_t}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{O_{H,t}}{Y_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H} - \frac{1}{\omega}} \left(\frac{O_{H,t}}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\epsilon_H}} \dots\dots\dots (A9.12)$$

$$\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}}\right)^{\frac{1}{\omega}} = \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (l_t)^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t})^{\frac{1}{\omega}} \right)$$

$$\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} = \left((1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} (l_t)^{\frac{1}{\omega}} + \alpha^{\frac{1}{\omega}} (O_{H,t})^{\frac{1}{\omega}} \right)^{\omega} \dots (A9.13)$$

Ekspansi Taylor

$$\hat{y}_{H,t} - \hat{a}_{H,t} = \frac{\partial \log \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)}{\partial \log l_t} \Bigg|_{\bar{x}} \hat{l}_t + \frac{\partial \log \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)}{\partial \log O_{H,t}} \Bigg|_{\bar{x}} \hat{o}_{H,t} \dots (A9.14)$$

Analog dengan pembuktian (A1) dan (A2), diperoleh

$$\frac{\partial \log \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)}{\partial \log l_t} = (1-\alpha)^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{l_t}{\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)} \right)^{\frac{1}{\omega}} \dots (A9.15)$$

$$\frac{\partial \log \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)}{\partial \log O_{H,t}} = \alpha^{\frac{1}{\omega}} \left(\frac{O_{H,t}}{\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)} \right)^{\frac{1}{\omega}} \dots (A9.16)$$

Dengan menggunakan (A9.6) dan (A9.7) diperoleh:

$$\frac{\partial \log \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)}{\partial \log l_t} = (1-\alpha) \left(\frac{W_t}{MC_{H,t} A_{H,t}} \right)^{1-\omega}$$

$$\frac{\partial \log \left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}} \right)}{\partial \log O_{H,t}} = \alpha \left(\frac{P_{O,t}}{MC_{H,t} A_{H,t}} \right)^{1-\omega}$$

Diketahui bahwa *relative wage is one*. Jadi,

$$\frac{W_t}{P_t} \Bigg|_{\bar{x}} = 1$$

Juga berlaku:

$$\frac{P_{O,t}}{P_t} \Bigg|_{\bar{x}} = 1$$

Diketahui bahwa nominal cost:

$$MC_{H,t} A_{H,t} = \left((1-\alpha) W_t^{1-\omega} + \alpha P_{O,t}^{1-\omega} \right)^{\frac{1}{1-\omega}} \dots (A9.19)$$

Dengan mengalikan (A9.19) $\frac{1}{P_t^{1-\omega}}$, diperoleh:

$$\left(\frac{MC_{H,t}A_{H,t}}{P_t}\right)^{1-\omega} = (1-\alpha)\left(\frac{W_t}{P_t}\right)^{1-\omega} + \alpha\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right)^{1-\omega} \quad \text{..... (A9.20)}$$

$$\left(\frac{MC_{H,t}A_{H,t}}{P_t}\right)^{1-\omega} = (1-\alpha)1 + \alpha 1 = 1$$

$$\text{Jadi } \frac{MC_{H,t}A_{H,t}}{P_t} \Big|_{ss} = 1$$

Bagi pembilang dan penyebut ruas kanan (A9.17) dan (A9.18) dengan $P_t^{1-\omega}$, diperoleh

$$\frac{\partial \log\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}}\right)}{\partial \log I_t} = (1-\alpha) \frac{\left(\frac{W_t}{P_t}\right)^{1-\omega}}{\left(\frac{MC_{H,t}A_{H,t}}{P_t}\right)} \quad \text{..... (A9.21)}$$

$$\frac{\partial \log\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}}\right)}{\partial \log O_{H,t}} = \alpha \frac{\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right)^{1-\omega}}{\left(\frac{MC_{H,t}A_{H,t}}{P_t}\right)} \quad \text{..... (A9.22)}$$

Jadi

$$\frac{\partial \log\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}}\right)}{\partial \log I_t} \Big|_{ss} = (1-\alpha) \quad \text{..... (A9.23)}$$

$$\frac{\partial \log\left(\frac{Y_{H,t}}{A_{H,t}}\right)}{\partial \log O_{H,t}} \Big|_{ss} = \alpha \quad \text{..... (A9.24)}$$

Substitusi (A9.23) dan (A9.24) ke (A9.14) diperoleh:

$$\hat{y}_{H,t} = \hat{a}_{H,t} + (1-\alpha)\hat{I}_t + \alpha\hat{O}_{H,t} \quad \text{((A9) Terbukti)}$$

BUKTI (A11)

**MODEL LOG LINEAR:
PENAWARAN AGREGAT DAN INFLASI**

Diketahui:

Pandang (P4.12), ditulis ulang

$$(W_t^{op}(i))^{1+\sigma_L \varepsilon_L} E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \frac{(\Gamma_{W,t}^i)^{1-\varepsilon_L}}{P_{t+i} (W_{t+i})^{-\varepsilon_L}} I_{t+i} \right) = \frac{(1-\sigma_L)\varepsilon_L}{\varepsilon_L-1} E_t \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \zeta_{t,t+i} (C_{t+i} - h(1+g_y)C_{t+i-1}) \frac{(\Gamma_{W,t}^i)^{-(1-\sigma_L)\varepsilon_L}}{(W_{t+i})^{-(1-\sigma_L)\varepsilon_L}} (I_{t+i})^{1+\sigma_L} \right) \dots\dots (A11.1)$$

$$W_t = \left(\int_0^1 W_t(j)^{1-\varepsilon_L} dj \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon_L}} \dots\dots\dots (A11.2)$$

Akan dibuktikan (A11)

Bukti

(A11.1) pada saat t+1, dan dikalikan $\phi_L \Lambda_{t,t+1} (\Gamma_{W,t}^1)^{-(1+\sigma_L)\varepsilon_L}$, lalu diekspektasikan pada saat t, diperoleh

$$E_t \left((W_t^{op}(i))^{1+\sigma_L \varepsilon_L} \left(\sum_{i=0}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \frac{(\Gamma_{W,t}^i)^{1-\varepsilon_L}}{P_{t+i} (W_{t+i})^{-\varepsilon_L}} I_{t+i} \right) \right) = \frac{(1+\sigma_L)\varepsilon_L}{\varepsilon_L-1} E_t \left[\sum_{i=1}^{\infty} \phi_L^i \Lambda_{t,t+i} \zeta_{t,t+i} (C_{t+i} - h(1+q_y)C_{t+i-1}) \frac{(\Gamma_{W,t}^i)^{(1+\sigma_L)\varepsilon_L}}{(W_{t+i})^{-(1+\sigma_L)\varepsilon_L}} (I_{t+i})^{1+\sigma_L} \right] \dots\dots\dots (A11.3)$$

Dari (A11.1) dan (A11.3), dengan me-log-kan, menyelisihkan lalu menggunakan ekspansi Taylor diperoleh

$$\hat{w}_t^{op} = \frac{1}{1+\sigma_L \varepsilon_L} (1-\nu_L)(m\hat{r}s_t + \log(\frac{\zeta_t}{\zeta}) + \sigma_L \varepsilon_L \hat{w}_t - (-\hat{p}_t)) + \nu_L (E_t \hat{w}_{t+1}^{op} - \xi_L \hat{\pi}_t) \dots\dots\dots (A11.4)$$

Dengan $\nu_L = \beta \phi_L$

$W_t(j)$ ada yang optimal dan ada yang tidak.

Yang optimal ada $(1-\phi_L)$ dan yang tidak optimal ada ϕ_L

Jika tidak optimal $W_t(j) = (1+\pi_{t-1})^{\xi_L} (1+\bar{\pi}_t)^{1-\xi_L} (1+g_y)W_{t-1}(i)$

Dari (A11.2) diperoleh

$$(W_t)^{1-\varepsilon_L} = (1-\phi_L)(W_t^{op})^{1-\varepsilon_L} + \phi_L \left[(1+\pi_{t-1})^{\xi_L} (1+\bar{\pi}_t)^{1-\xi_L} (1+g_y)W_{t-1} \right]^{1-\varepsilon_L} \dots\dots\dots (A11.5)$$

(A11.5) dibagi $P_t^{1-\varepsilon_L}$, maka bentuk log-linearnya diperoleh

$$w\hat{r}_t = (1-\phi_L)(w\hat{r}^{op} - \hat{p}_t) + \phi_L (\xi_L \hat{\pi}_{t-1} + w\hat{r}_{t-1} - \hat{\pi}_t) \dots\dots\dots (A11.6)$$

(A11.4) dikali $1-\phi_L$, diperoleh

$$(1-\phi_L)\hat{w}_t^{op} = \frac{(1-\nu_L)(1-\phi_L)}{1+\sigma_L \varepsilon_L} (m\hat{r}s_t + \log(\frac{\zeta_t}{\zeta}) + \sigma_L \varepsilon_L \hat{w}_t + \hat{p}_t) + \nu_L (1-\phi_L)(E_t \hat{w}_{t+1}^{op} - \xi_L \hat{\pi}_t) \dots\dots (A11.7)$$

dengan $m\hat{r}s_t = \log(I_t^{\sigma_L} (C_t - h(1+g_y)C_{t-1})) - \log(I_t^{\sigma_L} (C_t - h(1+g_y)C_{t-1}))_s$

(A11.6) diselesaikan untuk $(1-\phi_L)\hat{w}_t^{op}$, lalu di substitusi ke (A11.7) diperoleh

$$\hat{w}_t - \phi_L (\xi_L \hat{\pi}_{t-1} + w_{t-1} - \hat{\pi}_t) + (1 - \phi_L) \hat{p}_t = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} (m\hat{r}_t + \log(\frac{\hat{\zeta}_t}{\zeta})) + \sigma_L \varepsilon_L w_t + (1 + \sigma_L \varepsilon_L) \hat{p}_t + \nu_L (1 - \phi_L) (\hat{E}_t \hat{w}_{t+1}^{op} - \xi_L \hat{\pi}_t) \dots (A11.8)$$

$$\hat{w}_t - \phi_L (\xi_L \hat{\pi}_{t-1} + w_{t-1} - \hat{\pi}_t) + \nu_L (1 - \phi_L) \hat{p}_t = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} (m\hat{r}_t + \log(\frac{\hat{\zeta}_t}{\zeta})) + \sigma_L \varepsilon_L w_t + \nu_L (1 - \phi_L) (\hat{E}_t \hat{w}_{t+1}^{op} - \xi_L \hat{\pi}_t) \dots (A11.9)$$

$$\hat{w}_t - \phi_L w_{t-1} + \phi_L \hat{\pi}_t + \nu_L (1 - \phi_L) \hat{p}_t = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} m\hat{r}_t - \nu_L (1 - \phi_L) \xi_L \hat{\pi}_t + \phi_L \xi_L \hat{\pi}_{t-1} + \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \sigma_L \varepsilon_L w_t + \nu_L (1 - \phi_L) \hat{E}_t \hat{w}_{t+1}^{op} + \hat{\zeta}_t \dots (A11.10)$$

$$\text{dengan } \hat{\zeta}_t = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \log(\frac{\hat{\zeta}_t}{\zeta})$$

(A11.6) pada saat t+1, diekspektasikan pada saat t diperoleh

$$E_t w_{t+1} = (1 - \phi_L) E_t (\hat{w}_{t+1}^{op} - \hat{p}_{t+1}) + \phi_L (\xi_L \hat{\pi}_t + w_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) \dots (A11.11)$$

(A11.11) diselesaikan untuk $(1 - \phi_L) E_t \hat{w}_{t+1}^{op}$ lalu substitusi ke (A11.10), diperoleh

$$\hat{w}_t - \phi_L w_{t-1} + \phi_L \hat{\pi}_t + \nu_L (1 - \phi_L) \hat{p}_t = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} m\hat{r}_t - \nu_L (1 - \phi_L) \xi_L \hat{\pi}_t + \phi_L \xi_L \hat{\pi}_{t-1} + \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \sigma_L \varepsilon_L w_t + \nu_L (E_t w_{t+1} - \phi_L (\xi_L \hat{\pi}_t + w_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) + (1 - \phi_L) E_t \hat{p}_{t+1}) + \hat{\zeta}_t \dots (A11.12)$$

$$\hat{w}_t - \phi_L w_{t-1} - \nu_L (E_t w_{t+1}) = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} m\hat{r}_t - \phi_L \hat{\pi}_t - \nu_L \xi_L \hat{\pi}_t + \phi_L \xi_L \hat{\pi}_{t-1} + \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \sigma_L \varepsilon_L w_t - \nu_L \phi_L w_t + \nu_L \phi_L E_t \hat{\pi}_{t+1} + \nu_L (1 - \phi_L) E_t \hat{\pi}_{t+1} + \hat{\zeta}_t \dots (A11.13)$$

$$\frac{(1 + \nu_L \phi_L + \sigma_L \varepsilon_L (\phi_L + \nu_L))}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} w_t - \phi_L w_{t-1} - \nu_L E_t w_{t+1} = \frac{(1 - \nu_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} m\hat{r}_t - (\phi_L + \nu_L \xi_L) \hat{\pi}_t + \phi_L \xi_L \hat{\pi}_{t-1} + \nu_L E_t \hat{\pi}_{t+1} + \hat{\zeta}_t$$

$$\phi_L \xi_L \hat{\pi}_{t-1} + \nu_L E_t \hat{\pi}_{t+1} + \hat{\zeta}_t \quad \text{((A11) Terbukti)}$$

BUKTI (A13)

MODEL LOG LINEAR: PENAWARAN AGREGAT DAN INFLASI

Diketahui:

$$MRS_t = l_t^{\sigma_L} (C_t - h(1+g_y)C_{t-1}) \dots\dots\dots (A13.1)$$

Akan dibuktikan (A13)

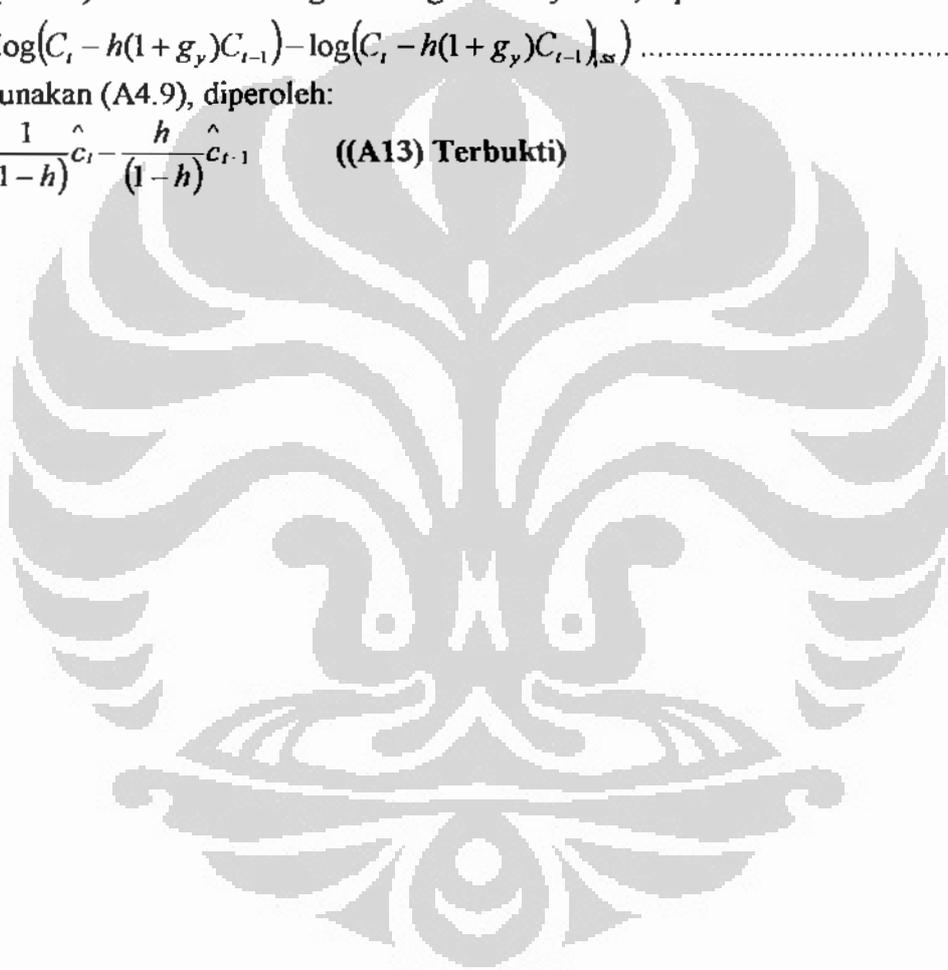
Bukti

Logaritman (A13.1) dan membandingkan dengan steady state, diperoleh:

$$\hat{mrs}_t = \sigma_L \hat{l}_t + (\log(C_t - h(1+g_y)C_{t-1}) - \log(C_t - h(1+g_y)C_{t-1})_s) \dots\dots\dots (A13.2)$$

Dengan menggunakan (A4.9), diperoleh:

$$\hat{mrs}_t = \sigma_L \hat{l}_t + \frac{1}{(1-h)} \hat{c}_t - \frac{h}{(1-h)} \hat{c}_{t-1} \quad \text{((A13) Terbukti)}$$



BUKTI (A14)

MODEL LOG LINEAR: HARGA RELATIF

Diketahui:

$$\hat{pr}_{H,t} = \hat{p}_{H,t} - \hat{p}_t \dots\dots\dots (A14.1)$$

Akan dibuktikan (A14)

Bukti

Pada saat t-1 berlaku

$$\hat{pr}_{H,t-1} = \hat{p}_{H,t-1} - \hat{p}_{t-1} \dots\dots\dots (A14.2)$$

Selisihkan (A14.1) dan (A14.2) diperoleh

$$\hat{pr}_{H,t} - \hat{pr}_{H,t-1} = \left(\hat{p}_{H,t} - \hat{p}_{H,t-1} \right) - \left(\hat{p}_t - \hat{p}_{t-1} \right) \dots\dots\dots (A14.3)$$

$$\hat{pr}_{H,t} - \hat{pr}_{H,t-1} = \hat{\pi}_{H,t} - \hat{\pi}_t$$

$$\hat{pr}_{H,t} = \hat{pr}_{H,t-1} + \hat{\pi}_{H,t} - \hat{\pi}_t \quad \text{((A14) Terbukti)}$$

BUKTI (A15)

MODEL LOG LINEAR: HARGA RELATIF

Diketahui:

$$\frac{P_{O,t}}{P_t} = RER_t \frac{P_{O,t}^*}{P_{F,t}^*} \psi_t \dots\dots\dots (A15.1)$$

Akan dibuktikan (A15)

Bukti

Dengan me-log-kan (A15.1), diperoleh

$$\log\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right) = \log RER_t + \log\left(\frac{P_{O,t}^*}{P_{F,t}^*}\right) + \log \psi_t \dots\dots\dots (A15.2)$$

Pada saat steady state berlaku

$$\log\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right)\Big|_{ss} = \log RER_t \Big|_{ss} + \log\left(\frac{P_{O,t}^*}{P_{F,t}^*}\right)\Big|_{ss} + \log \psi_t \Big|_{ss} \dots\dots\dots (A15.3)$$

Selisihkan (A15.2) dan (A15.3), diperoleh

$$\log\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right) - \log\left(\frac{P_{O,t}}{P_t}\right)\Big|_{ss} = (\log RER_t - \log RER_t \Big|_{ss}) + \left(\log\left(\frac{P_{O,t}^*}{P_{F,t}^*}\right) - \log\left(\frac{P_{O,t}^*}{P_{F,t}^*}\right)\Big|_{ss}\right) + (\log \psi_t - \log \psi_t \Big|_{ss}) \quad (A15.4)$$

Dengan menggunakan (A6), diperoleh

$$\hat{pr}_{O,t} = \hat{rer}_t + \hat{pr}_{O,t}^* + \hat{\psi}_t \quad ((A15) \text{ Terbukti})$$

BUKTI (A18)

MODEL LOG LINEAR: HARGA RELATIF

Diketahui:

$$\hat{\pi}_t = \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_{F,t-1} \dots\dots\dots (A18.1)$$

Akan dibuktikan (A18)

Bukti

Dari (A19) diperoleh

$$\hat{pr}_{F,t} = \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_t = \hat{rer}_t \dots\dots\dots (A18.2)$$

Pada saat t-1 berlaku

$$\hat{pr}_{F,t-1} = \hat{p}_{F,t-1} - \hat{p}_{t-1} = \hat{rer}_{t-1} \dots\dots\dots (A18.3)$$

Dari (A17) diperoleh

$$\hat{p}_{F,t} = \hat{e}_t + \hat{p}_{F,t} \dots\dots\dots (A18.4)$$

Pada saat t-1 berlaku

$$\hat{p}_{F,t-1} = \hat{e}_{t-1} + \hat{p}_{F,t-1} \dots\dots\dots (A18.5)$$

$$\hat{rer}_t = \hat{e}_t + \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_t \dots\dots\dots (A18.6)$$

Pada saat t-1 berlaku

$$\hat{rer}_{t-1} = \hat{e}_{t-1} + \hat{p}_{F,t-1} - \hat{p}_{t-1} \dots\dots\dots (A18.7)$$

Selisihkan (A18.6) dan (A18.7), diperoleh

$$\hat{rer}_t - \hat{rer}_{t-1} = \left(\hat{e}_t - \hat{e}_{t-1} \right) + \left(\hat{p}_{F,t} - \hat{p}_{F,t-1} \right) - \left(\hat{p}_t - \hat{p}_{t-1} \right)$$

$$\hat{rer}_t = \hat{rer}_{t-1} + \Delta \hat{e}_t + \left(\hat{p}_{F,t} - \hat{p}_{F,t-1} \right) - \left(\hat{p}_t - \hat{p}_{t-1} \right) \dots\dots\dots (A18.8)$$

Dari (A18.1) dan (A12), maka (A18.8) menjadi

$$\hat{rer}_t = \hat{rer}_{t-1} + \Delta \hat{e}_t + \hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1} \quad \text{((A.18) Terbukti)}$$

BUKTI (A20)

**MODEL LOG LINEAR:
HARGA RELATIF**

Diketahui:

Dari (A1.18), diperoleh: $\hat{pr}_{z,t} = \gamma \hat{pr}_{H,t} + (1-\gamma) \hat{pr}_{F,t}$ (A20.1)

Diketahui pula:

$$\hat{P}_t = (\delta P_{O,t}^{1-\eta} + (1-\delta)P_{Z,t}^{1-\eta})^{\frac{1}{1-\eta}}$$
 (A20.2)

Akan dibuktikan (A20)

Akan dibuktikan terlebih dahulu

$$0 = \delta \hat{pr}_{O,t} + (1-\delta) \hat{pr}_{Z,t}$$
 (A20.3)

Bukti

Ekspansi Taylor

$$0 = \left[\frac{\partial 0}{\partial \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)} \right]_{\hat{pr}_{O,t}} + \left[\frac{\partial 0}{\partial \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)} \right]_{\hat{pr}_{Z,t}}$$
 (A20.4)

Kalikan (A20.2) dengan $\frac{1}{P_t^{1-\eta}}$, diperoleh

$$\left(\frac{P_t}{P_t} \right)^{1-\eta} = \delta \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} + (1-\delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{1-\eta}$$
 (A20.5)

$$\log 1 = \frac{1}{1-\eta} \log \left(\delta \exp \left(\log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} \right) + (1-\delta) \exp \left(\log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} \right) \right)$$

$$0 = \frac{1}{1-\eta} \log \left(\delta \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) \right) + (1-\delta) \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \right) \right)$$
 (A20.6)

Turunkan secara parsial (A20.6) terhadap $\log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)$, diperoleh:

$$\frac{\partial 0}{\partial \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)} = \frac{1}{1-\eta} \frac{1}{\left(\delta \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) \right) + (1-\delta) \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \right) \right)} \delta \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) \right) (1-\eta)$$
 (A20.7)

Dari (A20.5), diperoleh

$$1 = \delta \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} + (1-\delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} \dots\dots\dots (A20.8)$$

Substitusi (A20.8) ke (A20.7), diperoleh

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)} = \delta \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) \right)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)} = \delta \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} \dots\dots\dots (A20.9)$$

Substitusi (A1.1) ke (A20.9), diperoleh

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)} = \delta$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\left. \frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right)} \right|_{ss} = \delta \dots\dots\dots (A20.10)$$

Turunkan secara parsial (A20.6) terhadap $\frac{P_{Z,t}}{P_t}$, diperoleh

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)} = \frac{1}{1-\eta} \frac{1}{\left(\delta \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{O,t}}{P_t} \right) \right) + (1-\delta) \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \right) \right)} (1-\delta) \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \right) (1-\eta) \dots\dots\dots (A20.11)$$

Substitusi (A20.8) ke (A20.11), diperoleh

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)} = (1-\delta) \exp \left((1-\eta) \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right) \right)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)} = (1-\delta) \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)^{1-\eta} \dots\dots\dots (A20.12)$$

Substitusi (A1.1) ke (A20.12), diperoleh

$$\frac{\partial \omega}{\partial \log \left(\frac{P_{Z,t}}{P_t} \right)} = (1-\delta) \dots\dots\dots (A20.13)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \log \left(\frac{P_{z,t}}{P_t} \right)} = (1-\delta) \dots \dots \dots (A20.14)$$

Substitusi (A20.10) dan (A20.14) ke (A20.4), diperoleh

$$0 = \delta \hat{pr}_{o,t} + (1-\delta) \hat{pr}_{z,t} \quad \text{((A20.3) Terbukti)}$$

Substitusi (A20.1) ke (A20.3), diperoleh:

$$0 = \delta \hat{pr}_{o,t} + (1-\delta) \left(\gamma \hat{pr}_{H,t} + (1-\gamma) \hat{pr}_{F,t} \right)$$

$$0 = \delta \hat{pr}_{o,t} + (1-\delta) \gamma \hat{pr}_{H,t} + (1-\delta)(1-\gamma) \hat{pr}_{F,t} \dots \dots \dots (A20.15)$$

Karena $\hat{pr}_{F,t} = rer_t$, maka (A20,15) menjadi

$$0 = \delta \hat{pr}_{o,t} + (1-\delta) \gamma \hat{pr}_{H,t} + (1-\delta)(1-\gamma) rer_t \quad \text{((A20) Terbukti)}$$

BUKTI (A21)

MODEL LOG LINEAR: KESEIMBANGAN AGREGAT

Diketahui:

$$Y_{H,t} = C_{H,t} + C_{H,t}^* \dots\dots\dots (A21.1)$$

Akan dibuktikan (A21)

Bukti

Dengan me-log-kan (A21.1), diperoleh:

$$\log Y_{H,t} = \log(\exp(\log C_{H,t}) + \exp(\log C_{H,t}^*)) \dots\dots\dots (A21.2)$$

Ekspansi Taylor

$$\hat{y}_{H,t} = \frac{\partial \log Y_{H,t}}{\partial \log C_{H,t}} \Big|_{ss} \hat{c}_{H,t} + \frac{\partial \log Y_{H,t}}{\partial \log C_{H,t}^*} \Big|_{ss} \hat{c}_{H,t}^* \dots\dots\dots (A21.3)$$

$$\frac{\partial \log Y_{H,t}}{\partial \log C_{H,t}} = \frac{1}{(\exp(\log C_{H,t}) + \exp(\log C_{H,t}^*))} \exp(\log C_{H,t}) = \frac{C_{H,t}}{Y_{H,t}} \dots\dots\dots (A21.4)$$

$$\frac{\partial \log Y_{H,t}}{\partial \log C_{H,t}^*} = \frac{1}{(\exp(\log C_{H,t}) + \exp(\log C_{H,t}^*))} \exp(\log C_{H,t}^*) = \frac{C_{H,t}^*}{Y_{H,t}} = \frac{Y_{H,t} - C_{H,t}}{Y_{H,t}} \dots\dots\dots (A21.5)$$

Pada saat steady state berlaku

$$\frac{\partial \log Y_{H,t}}{\partial \log C_{H,t}} \Big|_{ss} = \frac{C_H}{Y_H} \dots\dots\dots (A21.6)$$

$$\frac{\partial \log Y_{H,t}}{\partial \log C_{H,t}^*} \Big|_{ss} = \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \dots\dots\dots (A21.7)$$

Substitusi (A21.6) dan (A21.7) ke (A21.3), diperoleh:

$$\hat{y}_{H,t} = \frac{C_H}{Y_H} \hat{c}_{H,t} + \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \hat{c}_{H,t}^* \dots\dots\dots (A21.8)$$

Diketahui pula

$$C_{H,t}^* = \gamma^* \left(\frac{P_{H,t}^*}{P_{F,t}^*} \right)^{-\eta} C_t^* \dots\dots\dots (A21.9)$$

dan

$$RER_t = \frac{\varepsilon_t P_{F,t}^*}{P_t}$$

Maka

$$\frac{P_{H,t}^*}{P_{F,t}^*} = \frac{\left(\frac{\varepsilon_t P_{H,t}^*}{P_t} \right)}{\left(\frac{\varepsilon_t P_{F,t}^*}{P_t} \right)} = \frac{\left(\frac{P_{H,t}^*}{P_t} \right)}{RER_t} \dots\dots\dots (A21.10)$$

Substitusi (A21.10) ke (A21.9), diperoleh:

$$\hat{c}_{H,t}^* = \gamma^* \left(\frac{\left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right)}{RER_t} \right)^{\eta^*} C_t^* \dots\dots\dots (A21.11)$$

Dengan me-log-kan (A21.11), diperoleh:

$$\log C_{H,t}^* = \log \gamma^* - \eta^* \left(\log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right) - \log RER_t \right) + \log C_t^* \dots\dots\dots (A21.12)$$

Pada saat steady state, berlaku

$$\log C_{H,t}^*|_{ss} = \log \gamma^* - \eta^* \left(\log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right) |_{ss} - \log RER_t |_{ss} \right) + \log C_t^* |_{ss} \dots\dots\dots (A21.13)$$

Selisihkan (A21.12) dan (A21.13), diperoleh:

$$\left(\log C_{H,t}^* - \log C_{H,t}^* |_{ss} \right) = -\eta^* \left(\left(\log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right) - \log \left(\frac{P_{H,t}}{P_t} \right) |_{ss} \right) - \left(\log RER_t - \log RER_t |_{ss} \right) \right) + \left(\log C_t^* - \log C_t^* |_{ss} \right) \dots\dots\dots (A21.14)$$

$$\text{Jadi } \hat{c}_{H,t}^* = -\eta^* \left(\hat{p}_{r_{H,t}} - \hat{r}_{e,t} \right) + \hat{c}_t^* \dots\dots\dots (A21.15)$$

Substitusi (A21.5) ke (A21.8), diperoleh:

$$\hat{y}_{H,t} = \frac{C_H}{Y_H} \hat{c}_{H,t} + \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \hat{c}_t^* - \eta^* \left(\frac{Y_H - C_H}{Y_H} \right) \left(\hat{p}_{r_{H,t}} - \hat{r}_{e,t} \right) \quad \text{((A21) Terbukti)}$$

BUKTI (A22)

MODEL LOG LINEAR: KESEIMBANGAN AGREGAT

Diketahui:

“All relative prices are one”

$$\text{Jadi } \left. \frac{P_{Y,t}}{P_t} \right|_{ss} = \left. \frac{P_{X,t}}{P_t} \right|_{ss} = \left. \frac{P_{M,t}}{P_t} \right|_{ss} = 1 \dots\dots\dots (A22.1)$$

$$\frac{P_{Y,t}}{P_t} Y_t = C_t + \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t \dots\dots\dots (A22.2)$$

Total GDP pada current prices = total GDP pada steady state prices.

Akan dibuktikan (A22)

Bukti

Karena (A22.1), maka (A22.2) menjadi

$$Y_t = C_t + X_t - M_t \dots\dots\dots (A22.3)$$

$$\log Y_t = \log(\exp(\log C_t) + \exp(\log X_t) - \exp(\log M_t)) \dots\dots\dots (A22.4)$$

$$\hat{y}_t = \frac{\partial \log Y_t}{\partial \log C_t} \hat{c}_t + \frac{\partial \log Y_t}{\partial \log X_t} \hat{x}_t - \frac{\partial \log Y_t}{\partial \log M_t} \hat{m}_t \dots\dots\dots (A22.5)$$

$$\frac{\partial \log Y_t}{\partial \log C_t} = \frac{1}{(\exp(\log C_t) + \exp(\log X_t) - \exp(\log M_t))} \exp(\log C_t) = \frac{C_t}{Y_t} \dots\dots\dots (A22.6)$$

$$\frac{\partial \log Y_t}{\partial \log X_t} = \frac{1}{(\exp(\log C_t) + \exp(\log X_t) - \exp(\log M_t))} \exp(\log X_t) = \frac{X_t}{Y_t} \dots\dots\dots (A22.7)$$

$$\frac{\partial \log Y_t}{\partial \log M_t} = \frac{1}{(\exp(\log C_t) + \exp(\log X_t) - \exp(\log M_t))} \exp(\log M_t) = \frac{M_t}{Y_t} \dots\dots\dots (A22.8)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\left. \frac{\partial \log Y_t}{\partial \log C_t} \right|_{ss} = \frac{C}{Y} \dots\dots\dots (A22.9)$$

$$\left. \frac{\partial \log Y_t}{\partial \log X_t} \right|_{ss} = \frac{X}{Y} \dots\dots\dots (A22.10)$$

$$\left. \frac{\partial \log Y_t}{\partial \log M_t} \right|_{ss} = \frac{M}{Y} \dots\dots\dots (A22.11)$$

Substitusi (A22.9), (A22.10), dan (A22.11) ke (A22,5), diperoleh:

$$\hat{y}_t = \frac{C}{Y} \hat{c}_t + \frac{X}{Y} \hat{x}_t - \frac{M}{Y} \hat{m}_t \quad \text{((A22) Terbukti)}$$

BUKTI (23)

MODEL LOG LINEAR: KESEIMBANGAN AGREGAT

Diketahui:

$$X_t = C_{H,t}^* + Y_{S,t} \dots\dots\dots (A23.1)$$

Akan dibuktikan (A23)

Bukti

Dengan me-log-kan (A23.1), diperoleh:

$$\log X_t = \log(\exp(\log C_{H,t}^*) + \exp(\log Y_{S,t})) \dots\dots\dots (A23.2)$$

Ekspansi Taylor

$$\hat{x}_t = \frac{\partial \log X_t}{\partial \log C_{H,t}^*} \Big|_{ss} \hat{c}_{H,t} + \frac{\partial \log X_t}{\partial \log Y_{S,t}} \Big|_{ss} \hat{y}_{S,t} \dots\dots\dots (A23.3)$$

$$\frac{\partial \log X_t}{\partial \log C_{H,t}^*} = \frac{1}{\exp(\log C_{H,t}^*) + \exp(\log Y_{S,t})} \exp(\log C_{H,t}^*) = \frac{C_{H,t}^*}{X_t} \dots\dots\dots (A23.4)$$

$$\frac{\partial \log X_t}{\partial \log Y_{S,t}} = \frac{1}{\exp(\log C_{H,t}^*) + \exp(\log Y_{S,t})} \exp(\log Y_{S,t}) = \frac{Y_{S,t}}{X_t} \dots\dots\dots (A23.5)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\frac{\partial \log X_t}{\partial \log C_{H,t}^*} \Big|_{ss} = \frac{C_H^*}{X} \dots\dots\dots (A23.6)$$

$$\frac{\partial \log X_t}{\partial \log Y_{S,t}} \Big|_{ss} = \frac{Y_S}{X} \dots\dots\dots (A23.7)$$

Substitusi (A23.6) dan (A23.7) ke (A23.3), diperoleh:

$$\hat{x}_t = \frac{C_H^*}{X} \hat{c}_{H,t} + \frac{Y_S}{X} \hat{y}_{S,t} \dots\dots\dots (A23.8)$$

Diketahui pula dari (A21.15), yaitu:

$$\hat{c}_{H,t}^* = -\eta \left(\hat{pr}_{H,t} - \hat{rer}_t \right) + \hat{c}_t \dots\dots\dots (A23.9)$$

Substitusi (A23.9) ke (A23.8), diperoleh:

$$\hat{x}_t = -\eta \frac{C_H^*}{X} \left(\hat{pr}_{H,t} - \hat{rer}_t \right) + \frac{C_H^*}{X} \hat{c}_t + \frac{Y_S}{X} \hat{y}_{S,t} \quad \text{((A23) Terbukti)}$$

BUKTI (A26)

MODEL LOG LINEAR: KESEIMBANGAN AGREGAT

Diketahui:

$$M_t = C_{F,t} + O_t \dots\dots\dots (A26.1)$$

Akan dibuktikan (A26)

Bukti

Dengan me-log-kan (A26.1) di-log-kan, diperoleh:

$$\log M_t = \log(\exp(\log C_{F,t}) + \exp(\log O_t)) \dots\dots\dots (A26.2)$$

Ekspansi Taylor

$$\hat{m}_t = \left. \frac{\partial \log M_t}{\partial \log C_{F,t}} \right|_{ss} \hat{c}_{F,t} + \left. \frac{\partial \log M_t}{\partial \log O_t} \right|_{ss} \hat{o}_t \dots\dots\dots (A26.3)$$

$$\frac{\partial \log M_t}{\partial \log C_{F,t}} = \frac{1}{\exp(\log C_{F,t}) + \exp(\log O_t)} \exp(\log C_{F,t}) = \frac{C_{F,t}}{M_t} \dots\dots\dots (A26.4)$$

$$\frac{\partial \log M_t}{\partial \log O_t} = \frac{1}{\exp(\log C_{F,t}) + \exp(\log O_t)} \exp(\log O_t) = \frac{O_t}{M_t} \dots\dots\dots (A26.5)$$

Pada saat steady state berlaku:

$$\left. \frac{\partial \log M_t}{\partial \log C_{F,t}} \right|_{ss} = \frac{C_F}{M} \dots\dots\dots (A26.6)$$

$$\left. \frac{\partial \log M_t}{\partial \log O_t} \right|_{ss} = \frac{O}{M} \dots\dots\dots (A26.7)$$

Substitusi (A26.6) dan (A26.7) ke (A26.3), diperoleh:

$$\hat{m}_t = \frac{C_F}{M} \hat{c}_{F,t} + \frac{O}{M} \hat{o}_t$$

$$\hat{m}_t = \frac{C_F}{M} \hat{c}_{F,t} + \frac{(M - C_F)}{M} \hat{o}_t \quad \text{((A26) Terbukti)}$$

BUKTI (A27)

MODEL LOG LINEAR: KESEIMBANGAN AGREGAT

Diketahui:

$$O_t = O_{H,t} + O_{C,t} \dots\dots\dots (A27.1)$$

Akan dibuktikan (A27)

Bukti

Dengan me-log-kan (A27.1), diperoleh

$$\log O_t = \log(\exp(\log O_{H,t}) + \exp(\log O_{C,t})) \dots\dots\dots (A27.2)$$

Ekspansi Taylor

$$\hat{O}_t = \frac{\partial(\log O_t)}{\partial(\log O_{H,t})} \Big|_{ss} \hat{O}_{H,t} + \frac{\partial(\log O_t)}{\partial(\log O_{C,t})} \Big|_{ss} \hat{O}_{C,t} \dots\dots\dots (A27.3)$$

$$\frac{\partial(\log O_t)}{\partial(\log O_{H,t})} = \frac{1}{\exp(\log O_{H,t}) + \exp(\log O_{C,t})} \exp(\log O_{H,t}) = \frac{O_{H,t}}{O_t} \dots\dots\dots (A27.4)$$

$$\frac{\partial(\log O_t)}{\partial(\log O_{C,t})} = \frac{1}{\exp(\log O_{H,t}) + \exp(\log O_{C,t})} \exp(\log O_{C,t}) = \frac{O_{C,t}}{O_t} \dots\dots\dots (A27.5)$$

Pada saat steady state berlaku

$$\frac{\partial(\log O_t)}{\partial(\log O_{H,t})} \Big|_{ss} = \frac{O_H}{O} \dots\dots\dots (A27.6)$$

$$\frac{\partial(\log O_t)}{\partial(\log O_{C,t})} \Big|_{ss} = \frac{O_C}{O} \dots\dots\dots (A27.7)$$

Substitusi (A27.6) dan (A27.7) ke (A27.3), diperoleh

$$\hat{O}_t = \frac{O_H}{O} \hat{O}_{H,t} + \frac{O_C}{O} \hat{O}_{C,t} \quad \text{((A27) Terbukti)}$$

BUKTI (A28)

**MODEL LOG LINEAR:
KESEIMBANGAN AGREGAT**

Diketahui:

$$\frac{\varepsilon_t B_t^*}{(1+i_t^*)^{\Theta} \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} Y_{X,t}} \right) P_t} = \frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_t} + \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t \dots\dots\dots (A28.1)$$

Akan dibuktikan (A28)

Bukti

Dengan memanipulasi (A28.1), diperoleh:

$$\frac{\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t}{(1+i_t^*)^{\Theta} \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} Y_{X,t}} \right) P_t} = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_{t-1}} \frac{\varepsilon_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{X,t-1} X_{t-1}} \frac{P_{X,t-1}}{P_{t-1}} X_{t-1} \frac{P_{t-1}}{P_t} + \frac{P_{X,t}}{P_t} X_t - \frac{P_{M,t}}{P_t} M_t \dots\dots\dots (A28.2)$$

Misal:

- $\frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_{t-1}} \frac{\varepsilon_{t-1} B_{t-1}^*}{P_{X,t-1} X_{t-1}} \frac{P_{X,t-1}}{P_{t-1}} X_{t-1} \frac{P_{t-1}}{P_t} = R_t$
- Misal ruas kanan (A28.2) adalah R
- Misal ruas kiri (A28.2) adalah L

Diketahui pula

$$\hat{b}_t^* = \log \frac{\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)}{\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right)} \dots\dots\dots (A28.4)$$

Ruas kiri (A28.2)

$$\log L - \log L|_u = \hat{b}_t^* - \hat{i}_t^* - \left(\frac{d \log \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)}{d \log \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)} \right) \hat{b}_t^* + p \hat{r}_{X,t} + \hat{x}_t \dots\dots\dots (A28.5)$$

Diketahui:

$$\frac{\Theta^1 \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) \varepsilon B^*}{\Theta \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) P_X X} = \varphi \dots\dots\dots (A28.6)$$

$$\frac{d \log \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \Big|_{\omega}}{d \log \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \Big|_{\omega}} = \frac{d \log \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \Big|_{\omega}}{d \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \Big|_{\omega}} \frac{d \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \Big|_{\omega}}{d \log \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \Big|_{\omega}} = \frac{\Theta' \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) \varepsilon B^*}{\Theta \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) P_X X} = \varphi \quad (\text{A28.7})$$

Substitusi (A28.7) ke (A28.5), diperoleh:

$$\log L - \log L|_{\omega} = (1 - \varphi) \hat{b}_t - \hat{i}_t + \hat{p}r_{X,t} + \hat{x}_t \quad (\text{A28.8})$$

Pandang R_t (A28.3)

$$\begin{aligned} \log R_t - \log R_t|_{\omega} &= \Delta \hat{e}_t + \hat{b}_{t-1} + \hat{p}r_{X,t-1} + \hat{x}_{t-1} - \hat{\pi}_t \\ \log R_t - \log R_t|_{\omega} &= \hat{b}_{t-1} + \hat{p}r_{X,t-1} + \hat{x}_{t-1} + \left(\Delta \hat{e}_t - \hat{\pi}_t \right) \end{aligned} \quad (\text{A28.9})$$

Pandang ruas kanan, R pada (A28.2)

$$\begin{aligned} \log R - \log R|_{\omega} &= \frac{\partial \log R}{\partial \log R_t} \Big|_{\omega} (\log R_t - \log R_t|_{\omega}) + \frac{\partial \log R}{\partial \left(\log \left(\frac{P_{X,t}}{P_t} \right) X_t \right) \Big|_{\omega}} \left(\hat{p}r_{X,t} + \hat{x}_t \right) \\ &+ \frac{\partial \log R}{\partial \left(\log \left(\frac{P_{M,t}}{P_t} \right) M_t \right) \Big|_{\omega}} \left(\hat{p}r_{M,t} + \hat{m}_t \right) \end{aligned} \quad (\text{A28.10})$$

Analogi dengan pembuktian (A1) dan (A2), diperoleh:

$$\frac{\partial \log R}{\partial \log R_t} = \frac{R_t}{R} = \frac{R_t}{L} = (1 + i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \frac{B_{t-1}^*}{B_t^*} \quad (\text{A28.11})$$

$$\frac{\partial \log R}{\partial \left(\log \left(\frac{P_{X,t}}{P_t} \right) X_t \right)} = \frac{\left(\frac{P_{X,t}}{P_t} \right) X_t}{L} = (1 + i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \frac{P_{X,t} X_t}{\varepsilon_t B_t^*} \quad (\text{A28.12})$$

$$\frac{\partial \log R}{\partial \left(\log \left(\frac{P_{M,t}}{P_t} \right) M_t \right)} = \frac{\left(\frac{P_{M,t}}{P_t} \right) M_t}{L} = (1 + i_t^*) \Theta \left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right) \frac{P_{M,t} M_t}{\varepsilon_t B_t^*} \quad (\text{A28.13})$$

$$\text{Diketahui pula, } \Theta \left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X X} \right) = \bar{\Theta} \quad (\text{A28.14})$$

Substitusi (A28.14) ke (A28.11), (A28.12), (A28.13), diperoleh:

$$\frac{\partial \log R}{\partial \log R_t} \Big|_{\omega} = (1 + i_t^*) \bar{\Theta} \frac{B_{t-1}^*}{B_t^*} \Big|_{\omega} = \frac{\chi}{\beta} \quad (\text{A28.15})$$

$$\frac{\partial \log R}{\partial \left(\log \left(\frac{P_{X,t}}{P_t} \right) X_t \right)} = (1+i_t^*) \bar{\Theta} \frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \Big|_{\omega} = \frac{\left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right)}{\beta} \dots (A28.16)$$

$$\frac{\partial \log R}{\partial \left(\log \left(\frac{P_{M,t}}{P_t} \right) M_t \right)} = -(1+i_t^*)_{\omega} \bar{\Theta} \frac{P_M M}{\varepsilon B^*} \Big|_{\omega} = \frac{\left(-\frac{P_X X M}{\varepsilon B^* X} \right)}{\beta} \dots (A28.17)$$

Dengan

$$\frac{1}{\beta} = (1+i_t^*)_{\omega} \bar{\Theta} \dots (A28.19)$$

$$\frac{B_{t-1}^*}{B_t^*} \Big|_{\omega} = \frac{1}{(1+\pi^*)(1+g_y)} \Big|_{\omega} \dots (A28.20)$$

Diketahui:

$$\hat{pr}_{X,t} = \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} \dots (A28.21)$$

$$\hat{pr}_{M,t} = \frac{C_F}{H} \hat{rer}_t + \frac{O}{M} \hat{pr}_{O,t} \dots (A28.22)$$

Substitusi (A28.21) ke (A28.8), diperoleh:

$$\log L - \log L \Big|_{\omega} = (1-\varphi) \hat{b}_t - \hat{i}_t + \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} + \hat{x}_t \dots (A28.23)$$

Pandang (A28.10)

Substitusi (A28.15), (A28.16), (A28.17), (A28.9), (A28.21), (A28.22), ke (A28.10), diperoleh:

$$\begin{aligned} \log R - \log R \Big|_{\omega} &= \frac{\chi}{\beta} \left(\hat{b}_{t-1} + \hat{x}_{t-1} + \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t-1} + \left(\Delta \hat{e}_t - \hat{\pi}_t \right) \right) + \frac{\left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right)}{\beta} \left(\hat{x}_t + \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} \right) \\ &+ \frac{\left(-\frac{P_X X M}{\varepsilon B^* X} \right)}{\beta} \left(\hat{m}_t + \frac{C_F}{M} \hat{rer}_t + \frac{O}{M} \hat{pr}_{O,t} \right) \dots (A28.24) \end{aligned}$$

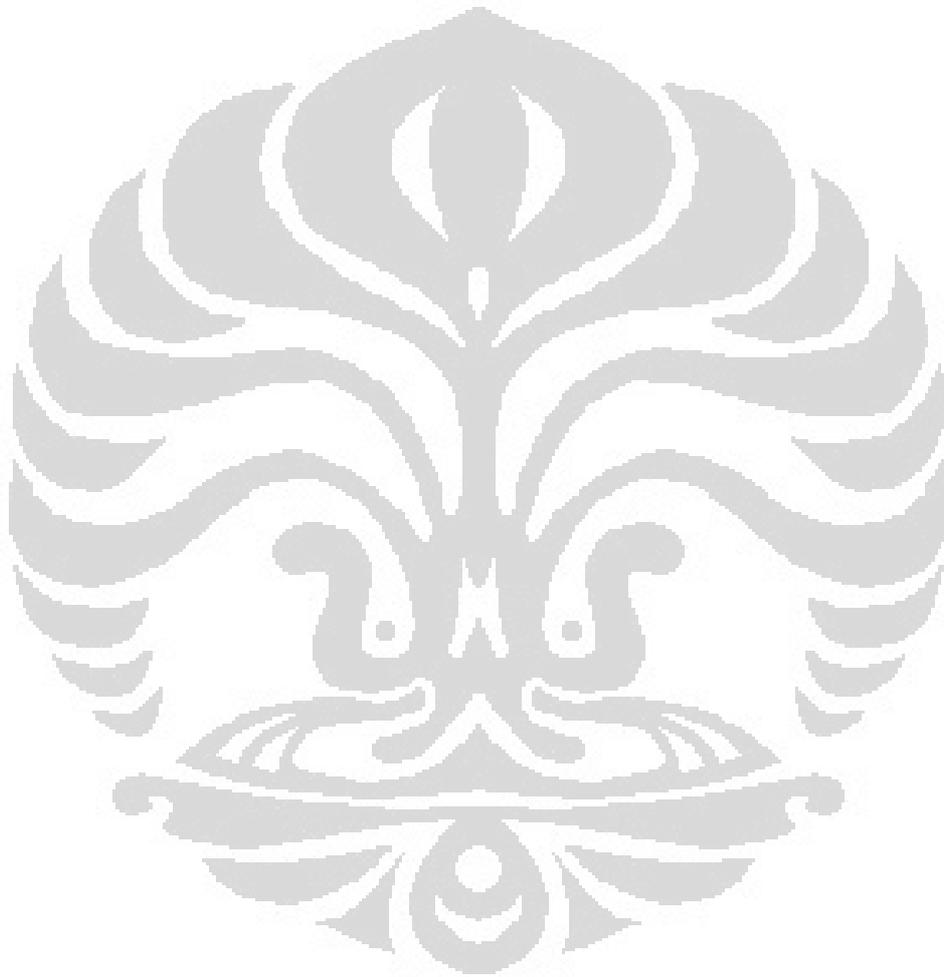
Samakan (A28.23) dan (A28.4), dan mengalikannya dengan β diperoleh:

$$\begin{aligned} (1-\varphi) \beta \hat{b}_t - \beta \hat{i}_t + \beta \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} + \beta \hat{x}_t &= \chi \hat{b}_{t-1} + \chi \hat{x}_{t-1} + \frac{C_H^*}{X} \chi \hat{pr}_{H,t-1} + \chi \left(\Delta \hat{e}_t - \hat{\pi}_t \right) = \\ &+ \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right) \hat{x}_t + \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right) \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} - \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right) \frac{M}{X} \hat{m}_t - \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right) \frac{C_F}{X} \hat{rer}_t - \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} \right) \frac{O}{X} \hat{pr}_{O,t} \dots (A28.25) \end{aligned}$$

$$(1-\varphi) \beta \hat{b}_t = \beta \hat{i}_{t-1} + \chi \hat{b}_{t-1} + \chi \hat{x}_{t-1} + \frac{C_H^*}{X} \chi \hat{pr}_{H,t-1} + \chi \left(\Delta \hat{e}_t - \hat{\pi}_t \right) +$$

$$+ \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} - \beta \right) \hat{x}_t + \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} - \beta \right) \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} - \frac{P_X X M}{\varepsilon B^* X} \hat{m}_t - \frac{P_X X C_F}{\varepsilon B X} \hat{rer}_t - \frac{P_X X O}{\varepsilon B X} \hat{pr}_{O,t}$$

((A28) Terbukti)



BUKTI (A29)

MODEL LOG LINEAR: ATURAN KEBIJAKAN

Diketahui:

$$\left(\frac{1+r_t}{1+r}\right) = \left(\frac{1+r_{t-1}}{1+r}\right)^{\rho_i} \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \frac{1}{1+g_y}\right)^{(1-\rho_i)\omega_y} \left(\frac{1+\pi_t}{1+\bar{\pi}_t}\right)^{(1-\rho_i)\omega_\pi} \exp(v_t) \dots\dots\dots (A29.1)$$

Akan dibuktikan (A29)

Bukti

Dengan me-log-kan (A29.1), diperoleh

$$\log(1+r_t) - \log(1+r) = \rho_i(\log(1+r_{t-1}) - \log(1+r)) + (1-\rho_i)\omega_y(\log Y_t - \log Y_{t-1} - \log(1+g_y)) + (1-\rho_i)\omega_\pi(\log(1+\pi_t) - \log(1+\bar{\pi}_t)) + v_t \dots\dots\dots (A29.2)$$

Pada saat steady state berlaku

$$\log(1+r_t)|_{ss} - \log(1+r) = \rho_i(\log(1+r_{t-1})|_{ss} - \log(1+r)) + (1-\rho_i)\omega_y(\log Y_t|_{ss} - \log Y_{t-1}|_{ss} - \log(1+g_y)) + (1-\rho_i)\omega_\pi(\log(1+\pi_t)|_{ss} - \log(1+\bar{\pi}_t)|_{ss}) + v_t|_{ss} \dots\dots\dots (A29.3)$$

Selisihkan (A29.2) dan (A29.3), diperoleh

$$\log(1+r_t) - \log(1+r_t)|_{ss} = \rho_i(\log(1+r_{t-1}) - \log(1+r_{t-1})|_{ss}) + (1-\rho_i)\omega_y((\log Y_t - \log Y_t|_{ss}) - (\log Y_{t-1} - \log Y_{t-1}|_{ss})) + (1-\rho_i)\omega_\pi((\log(1+\pi_t) - \log(1+\pi_t)|_{ss}) - (\log(1+\bar{\pi}_t) - \log(1+\bar{\pi}_t)|_{ss})) + (v_t - v_t|_{ss}) \dots\dots\dots (A29.4)$$

Keterangan:

1. $\bar{\pi}_t$ adalah target inflasi
 $\bar{\pi}_t|_{ss}$ adalah target inflasi pada saat steady state

Jadi $\pi_t = \bar{\pi}_t|_{ss} \dots\dots\dots (A29.5)$

2. $\log(1+r_{t-1}) - \log(1+r_{t-1})|_{ss} = \hat{r}_t \dots\dots\dots (A29.6)$

3. Dari (A10) dan (A12) diperoleh:

$$\log(1+\pi_t) - \log(1+\pi_t)|_{ss} = \hat{\pi}_t \dots\dots\dots (A29.7)$$

Substitusi (A29.5), (A29.6), dan (A29.7) ke (A29.4)

Maka (A29.4) menjadi

$$\hat{r}_t = \rho_i \hat{r}_{t-1} + (1-\rho_i)\omega_y(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1}) + (1-\rho_i)\omega_\pi(\hat{\pi}_t - 0) + \hat{v}_t$$

$$\hat{r}_t = \rho_i \hat{r}_{t-1} + (1-\rho_i)\omega_\pi \hat{\pi}_t + (1-\rho_i)\omega_y(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1}) + \hat{v}_t \quad \quad \quad \mathbf{((A29) Terbukti)}$$

BUKTI (A31)

MODEL LOG LINEAR: ATURAN KEBIJAKAN

Diketahui:

Diketahui dari (A20.3), diperoleh:

$$0 = \delta \hat{pr}_{o,t} + (1 - \delta) \hat{pr}_{z,t} \dots\dots\dots (A31.1)$$

Akan dibuktikan (A31)

Bukti

(A31.1) ditulis ulang diperoleh:

$$\hat{pr}_{z,t} = -\frac{\delta}{(1-\delta)} \hat{pr}_{o,t} \dots\dots\dots (A31.2)$$

Pada saat t-1 berlaku

$$\hat{pr}_{z,t-1} = -\frac{\delta}{(1-\delta)} \hat{pr}_{o,t-1} \dots\dots\dots (A31.3)$$

Selisihkan (A31.2) dengan (A31.3), diperoleh:

$$\hat{pr}_{z,t} - \hat{pr}_{z,t-1} = -\frac{\delta}{(1-\delta)} \left(\hat{pr}_{o,t} - \hat{pr}_{o,t-1} \right) \dots\dots\dots (A31.4)$$

Keterangan:

1. Dari (A3) diperoleh

$$\hat{pr}_{z,t} = \hat{p}_{z,t} - \hat{p}_t \dots\dots\dots (A31.5)$$

2. Pada saat t-1, berlaku

$$\hat{pr}_{z,t-1} = \hat{p}_{z,t-1} - \hat{p}_{t-1} \dots\dots\dots (A31.6)$$

Selisihkan (A31.5) dan (A31.6), diperoleh:

$$\hat{pr}_{z,t} - \hat{pr}_{z,t-1} = \left(\hat{p}_{z,t} - \hat{p}_{z,t-1} \right) - \left(\hat{p}_t - \hat{p}_{t-1} \right)$$

$$\hat{pr}_{z,t} - \hat{pr}_{z,t-1} = \hat{\pi}_{z,t} - \hat{\pi}_t \dots\dots\dots (A31.7)$$

Substitusi (A31.7) ke (A31.4), diperoleh:

$$\hat{\pi}_{z,t} - \hat{\pi}_t = -\frac{\delta}{(1-\delta)} \Delta \hat{pr}_{o,t}$$

$$\hat{\pi}_{z,t} = \hat{\pi}_t - \frac{\delta}{(1-\delta)} \Delta \hat{pr}_{o,t} \quad \text{((A31) Terbukti)}$$



Lampiran 2
Rangkuman Log Linear Model

A. Model Log Linear

Model ini adalah log linear yang menggunakan Ekspansi Taylor di sekitar *steady state*. Untuk menyederhanakan model, *steady state* dinormalisasikan pada tingkat produktifitas $A_H = \frac{\epsilon_H}{\epsilon_H - 1}$. Juga dinormalisasikan *steady state* parameter disutilitas tenaga kerja dengan parameter ζ sehingga upah riil adalah satu. Menurut dua normalisasi ini dan pemilihan yang tepat mata uang asing tingkat harga barang impor, maka harga relatif semua barang adalah satu.

Huruf kecil dimana tanda topi merepresentasikan deviasi log terkait dengan *steady state*. Mengikuti harga riil, yang diuraikan dengan $\hat{pr}_{J,t}$ adalah harga barang nominal terkait J relatif terhadap harga sekeranjang barang konsumsi $\hat{pr}_{J,t} = \hat{p}_{J,t} - \hat{p}_t$. Hal yang sama, upah riil terkait dengan upah nominal yang relatif dengan CPI, CPI, $\hat{wr}_t = \hat{w}_t - \hat{p}_t$.

A.1 Permintaan Agregat

Dengan dilakukan pemindahan dan ekspresi log linear persamaan (4) dan (5) guna memperoleh persamaan konsumsi domestik barang dalam negeri dan barang luar negeri, serta konsumsi minyak.

$$\hat{c}_{H,t} = (1-\gamma)(\theta-\eta)\hat{rer}_t - (\theta(1-\gamma) + \gamma\eta)\hat{pr}_{H,t} + \hat{c}_t \quad (A1)$$

$$\hat{c}_{F,t} = -(\theta\gamma + \eta(1-\gamma))\hat{rer}_t + \gamma(\theta-\eta)\hat{pr}_{H,t} + \hat{c}_t \quad (A2)$$

$$\hat{o}_{C,t} = -\eta\hat{pr}_{O,t} + \hat{c}_t \quad (A3)$$

Dimana $\hat{rer}_t = \hat{e}_t + \hat{pr}_{F,t}^* + \hat{pr}_t$ adalah deviasi log dari kurs riil dari tingkat *steady state*.

Diasumsikan bahwa *law of one price* berlaku untuk barang impor, artinya $\hat{P}_{F,t} = \hat{e}_t + \hat{P}_{F,t}^*$,

dimana $\hat{P}_{F,t}^*$ adalah harga impor dalam mata uang asing.

Kondisi optimal dapat digabungkan guna memperoleh ekspresi log-linear untuk persamaan Euler dan untuk kondisi paritas suku bunga:

$$\hat{c}_t = \frac{1}{1+h} E_t \hat{c}_{t+1} + \frac{h}{1+h} \hat{c}_{t-1} - \frac{1-h}{1+h} \left(\hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} \right) \quad (\text{A4})$$

$$\hat{i}_t = \hat{i}_t^* + E_t \Delta e_{t+1}^* + \varphi \hat{b}_t \quad (\text{A5})$$

Dimana $\hat{b}_t^* = \log \left(\frac{\left(\frac{\varepsilon_t B_t^*}{P_{X,t} X_t} \right)}{\left(\frac{\varepsilon B^*}{P_X \bar{X}} \right)} \right)$. Tingkat bunga luar negeri i_t^* tidak hanya menjadi tingkat

bunga yang relevan dalam pasar internasional, tetapi juga fluktuasi eksogen dalam premi risiko yang tidak tertangkap oleh $\varphi \hat{b}_t^*$. Proses yang mana variabel ini diberikan oleh:

$$\hat{i}_t^* = \rho_{i^*} \hat{i}_{t-1}^* + \varepsilon_{i^*,t} \quad (\text{A6})$$

A.2 Penawaran Agregat dan Inflasi

Dari penetapan harga optimal dan penetapan ulang persamaan harga pasif (17) diperoleh pernyataan berikut untuk inflasi barang dalam negeri:

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_{H,t} &= \frac{(1-\phi_H)(1-\beta\phi_H)}{\phi_H(1+\beta\xi_H)} \left((1-\alpha)\hat{w}r_t + \alpha\hat{p}r_{O,t} - \hat{a}_{H,t} - \hat{p}r_{H,t} \right) \\ &+ \frac{\beta}{1+\beta\xi_H} E_t \hat{\pi}_{H,t+1} + \frac{\xi_H}{1+\beta\xi_H} \hat{\pi}_{H,t-1} \end{aligned} \quad (\text{A7})$$

Kondisi *first order condition* bagi masalah meminimumkan biaya perusahaan yang menghasilkan barang dalam negeri yang menentukan hubungan antara kuantitas yang diminta baik input, tenaga kerja dan minyak serta harga relatifnya:

$$\hat{o}_{H,t} - \hat{l}_t = \omega \left(\hat{w}r_t - \hat{p}r_{O,t} \right) \quad (\text{A8})$$

Dari fungsi produksi diperoleh output versi log linear dalam sektor barang dalam negeri:

$$\hat{y}_{H,t} = \hat{a}_{H,t} + (1-\alpha)\hat{l}_t + \alpha\hat{o}_{H,t} \quad (\text{A9})$$

Dimana teknologi dalam sektor barang dalam negeri mengikuti:

$$\hat{a}_{H,t} = \rho_a \hat{a}_{H,t-1} + \varepsilon_{a,t} \quad (\text{A10})$$

Dengan memadukan pilihan upah optimal dengan *updating rule* dan definisi upah riil agregat, maka diperoleh ekspresi log-linear berikut ini:

$$\frac{1 + v_L \phi_L + \sigma_L \varepsilon_L (\phi_L + v_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \hat{w}r_t - \phi_L \hat{w}r_{t-1} - v_L E_t \hat{w}r_{t+1} = \frac{(1 - v_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \hat{m}rs_t - (\phi_L + v_L \varepsilon_L) \hat{\pi}_t + \phi_L \varepsilon_L \hat{\pi}_{t-1} + v_L E_t \hat{\pi}_{t+1} + \hat{\zeta}_t \quad (\text{A11})$$

Dan dimana $v_L = \beta \phi_L$. Variabel $\hat{\zeta}_t = \frac{(1 - v_L)(1 - \phi_L)}{1 + \sigma_L \varepsilon_L} \log \left(\frac{\hat{\zeta}_t}{\zeta} \right)$ adalah preferensi kejutan

(suatu kejutan terhadap parameter disutilitas tenaga kerja). Diasumsikan bahwa variabel ini adalah stokastik dan mengikuti:

$$\hat{\zeta}_t = \rho_\zeta \hat{\zeta}_{t-1} + \varepsilon_{\zeta,t} \quad (\text{A12})$$

Dengan $E_{t-1}(\varepsilon_{\zeta,t}) = 0$ dan $E_{t-1}(\varepsilon_{\zeta,t}^2) = \sigma_\zeta^2$

Tingkat marginal substitusi antara tenaga kerja dan konsumsi, $\hat{m}rs_t$, diberikan dengan

$$\hat{m}rs_t = \sigma_L \hat{l}_t + \frac{1 - h}{1 - h} \hat{c}_t - \frac{h}{1 - h} \hat{c}_{t-1} \quad (\text{A13})$$

A.3 Harga Relatif

Harga relatif dari barang dalam negeri dan harga riil mata uang domestik atas minyak menurut persamaan berikut ini:

$$\hat{p}r_{H,t} = \hat{p}r_{H,t-1} + \hat{\pi}_{H,t} - \hat{\pi}_t \quad (\text{A14})$$

$$\hat{p}r_{O,t} = \hat{r}er_t + \hat{p}r_{O,t} + \hat{\psi}_t \quad (\text{A15})$$

Harga minyak riil di luar negeri (harga minyak relatif di luar negeri terkait dengan indeks harga luar negeri) menuruti pernyataan berikut ini:

$$\hat{pr}_{o,t} = \rho_o \hat{pr}_{o,t-1} + \varepsilon_{o,t} \quad (\text{A16})$$

Dengan $E_{t-1}(\varepsilon_{o,t}) = 0$ dan $E_{t-1}(\varepsilon_{o,t}^2) = \sigma_o^2$.

Diasumsikan bahwa variabel yang menangkap deviasi *law of one price* untuk minyak, $\hat{\psi}_t$, mengikuti suatu proses AR (1):

$$\hat{\psi}_t = \rho_\psi \hat{\psi}_{t-1} + \varepsilon_{\psi,t} \quad (\text{A17})$$

Maka $\hat{\pi}_t = \hat{p}_{F,t} - \hat{p}_{F,t-1}$ menjadi inflasi luar negeri yang diungkapkan dalam mata uang asing. Dari definisi kurs riil diperoleh pernyataan berikut untuk evolusi variable ini:

$$\hat{rer}_t = \hat{rer}_{t-1} + \Delta e_t + \hat{\pi}_t - \hat{\pi}_{t-1} \quad (\text{A18})$$

Inflasi luar negeri meliputi proses eksogen berikut ini:

$$\hat{\pi}_t = \rho_\pi \hat{\pi}_{t-1} + \varepsilon_{\pi,t} \quad (\text{A19})$$

Dengan $E_{t-1}(\varepsilon_{\pi,t}) = 0$ dan $E_{t-1}(\varepsilon_{\pi,t}^2) = \sigma_\pi^2$.

Akhirnya, dari definisi CPI dan tingkat harga konsumsi inti dimiliki hubungan berikut di antara harga riil minyak, harga riil barang dalam negeri dan kurs riil:

$$0 = \delta \hat{pr}_{o,t} + (1-\delta)\gamma \hat{pr}_{H,t} + (1-\delta)(1-\gamma) \hat{rer}_t \quad (\text{A20})$$

A.4 Keseimbangan Agregat

Menggunakan ekspresi log linear persamaan (A21) dan (19) dinyatakan kondisi *market clear* bagi sektor barang dalam negeri sebagai:

$$\hat{y}_{H,t} = \frac{C_H}{Y_H} \hat{c}_{H,t} + \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \hat{c}_t - \eta^* \frac{Y_H - C_H}{Y_H} \left(\hat{pr}_{H,t} - \hat{rer}_t \right) \quad (\text{A21})$$

Rasio $\frac{C_H}{Y_H}$ terkait dengan *steady state* fraksi atas barang dalam negeri yang dikonsumsi oleh rumah tangga domestik. Dari definisi total GDP didapatkan ungkapan berikut untuk log linear output total:

$$\hat{y}_t = \frac{C}{Y} \hat{c}_t + \frac{X}{Y} \hat{x}_t - \frac{M}{Y} \hat{m}_t \quad (\text{A22})$$

Dimana $\frac{C}{Y}$ adalah rasio konsumsi terhadap GDP dalam *steady state*, $\frac{X}{Y}$ adalah total ekspor terhadap rasio GDP dan $\frac{M}{Y}$ adalah total impor terhadap rasio GDP.

Ekspresikan pemindahan dan log linier untuk ekspor dapat dinyatakan sebagai:

$$\hat{x}_t = -\eta^* \frac{C_H^*}{X} \left(\hat{pr}_{H,t} - \hat{rer}_t \right) + \frac{C_H^*}{X} \hat{c}_t^* + \frac{Y_S}{X} \hat{y}_{S,t} \quad (\text{A23})$$

Evolusi barang ekspor, $\hat{y}_{S,t}$ dan total konsumsi luar negeri, \hat{c}_t^* diasumsikan untuk ditentukan melalui proses eksogen berikut:

$$\hat{y}_{S,t} = \rho_S \hat{y}_{S,t-1} + \varepsilon_{S,t} \quad (\text{A24})$$

$$\hat{c}_t^* = \rho_{C^*} \hat{c}_{t-1}^* + \varepsilon_{C^*,t} \quad (\text{A25})$$

Indeks harga riil ekspor adalah deflator ekspor relatif terhadap indeks harga konsumen yang diberikan dengan, $\hat{pr}_{X,t} = \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t}$ dimana diasumsikan bahwa harga riil barang ekspor

adalah konstan, yang mengimplikasikan bahwa $\hat{pr}_{S,t} = 0$

Ekspresi pemindahan dan log linear untuk impor dan harga riilnya dinyatakan dengan:

$$\hat{m}_t = \frac{C_F}{M} \hat{c}_{F,t} + \frac{M - C_F}{M} \hat{o}_t \quad (\text{A26})$$

Dimana total impor minyak dinyatakan dengan:

$$\hat{o}_t = \frac{O_C}{O} \hat{o}_{C,t} + \frac{O_H}{O} \hat{o}_{H,t} \quad (\text{A27})$$

Indeks harga riil deflator impor-impor relatif terhadap indeks harga konsumen dinyatakan

$$\text{dengan } \hat{pr}_{M,t} = \frac{C_F}{M} \hat{rer}_t + \frac{O}{M} \hat{pr}_{O,t}$$

Posisi asset luar negeri bersih dari perekonomian domestik menurut pernyataan berikut:

$$\begin{aligned} (1-\varphi)\hat{\beta}b_t^* &= \beta \hat{i}_t^* + \chi \hat{b}_{t-1}^* + \chi \hat{x}_{t-1} + \frac{C_H^*}{X} \chi \hat{pr}_{H,t-1} + \chi \left(\Delta \hat{e}_t - \pi_t \right) + \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} - \beta \right) \hat{x}_t \\ &+ \left(\frac{P_X X}{\varepsilon B^*} - \beta \right) \frac{C_H^*}{X} \hat{pr}_{H,t} - \frac{P_X X M^*}{\varepsilon B^* X} \hat{m}_t - \frac{P_X X C_F}{\varepsilon B^* X} \hat{rer}_t - \frac{P_X X O^*}{\varepsilon B^* X} \hat{pr}_{O,t} \quad (\text{A28}) \end{aligned}$$

Dimana

$$\chi = \frac{1}{(1+\pi^*)(1+g_y)}$$

A.5 Aturan Kebijakan

Versi linear dari aturan kebijakan baseline dapat dinyatakan dengan:

$$\hat{r}_t = \rho_r \hat{r}_{t-1} + (1-\rho_r) \varpi_\pi \hat{\pi}_t + (1-\rho_r) \varpi_y \left(\hat{y}_t - \hat{y}_{t-1} \right) + \hat{v}_t \quad (\text{A29})$$

Dimana \hat{r}_t terkait dengan deviasi dari tingkat suku bunga riil dari nilai *steady state* yang ditentukan sebagai:

$$\hat{r}_t = \hat{i}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1} \quad (\text{A30})$$

Seperti disebutkan, dipertimbangkan aturan alternatif dimana sebagai pengganti inflasi CPI,

bank sentral menargetkan inflasi inti, $\hat{\pi}_{Z,t}$ yang dapat diungkapkan dengan:

$$\hat{\pi}_{Z,t} = \hat{\pi}_t - \frac{\delta}{1-\delta} \Delta \hat{pr}_{O,t} \quad (\text{A31})$$

Akhirnya, kita mengasumsikan bahwa kejutan moneter (*moneter shock*) dinyatakan dengan:

$$\hat{v}_t = \rho_v \hat{v}_{t-1} + \varepsilon_{v,t} \quad (\text{A32})$$



Lampiran 3
Output Program Dynare Pada Matlab

Iteration	Func-count	f(x)	Norm of step	First-order optimality	Trust-region radius
0	1	0		0	

Optimization terminated: first-order optimality is less than options.TolFun.

STEADY-STATE RESULTS:

c_cap	0
c_F_cap	0
c_H_cap	0
i_cap	0
r_cap	0
pi_cap	0
pi_Z_cap	0
delta_e_cap	0
b_star_cap	0
rer_cap	0
pr_H_cap	0
pr_O_cap	0
pi_H_cap	0
wr_cap	0
mrs_cap	0
l_cap	0
o_cap	0
o_C_cap	0
o_H_cap	0
y_cap	0
y_H_cap	0
x_cap	0
m_cap	0
a_H_cap	0
zeta_cap	0
c_star_cap	0
pr_O_star_cap	0
psi_cap	0
i_star_cap	0
pi_star_cap	0
y_S_cap	0
nu_cap	0

EIGENVALUES:

Modulus	Real	Imaginary
8.975e-018	-8.975e-018	0
1.09e-017	1.09e-017	0
3.703e-017	-3.703e-017	0
4.203e-016	-4.203e-016	0
1.053e-012	1.053e-012	0
0.0004237	0.0004237	0
0.026	0.026	0
0.1	0.1	0
0.244	0.244	0
0.273	0.273	0
0.297	0.297	0
0.35	0.35	0
0.433	0.433	0

0.5366	0.5366	0
0.57	0.57	0
0.6781	0.6781	0
0.827	0.827	0
0.9388	0.8706	0.3514
0.9388	0.8706	-0.3514
0.9991	0.9991	0
1.011	1.011	0
1.1	1.068	0.2628
1.1	1.068	-0.2628
2.339	2.339	0
Inf	Inf	0

There are 5 eigenvalue(s) larger than 1 in modulus
for 5 forward-looking variable(s)

The rank condition is verified.

You did not declare endogenous variables after the estimation command.
Loading 32 observations from data_utama.m

No constant.

Initial value of the log posterior (or likelihood): -22195.3929

f at the beginning of new iteration, 22195.3928995798

Predicted improvement: 10384171.741908018

lambda = 1; f = 23400.8100968

lambda = 0.33333; f = 22317.3374002

lambda = 0.11111; f = 22205.8945791

lambda = 0.037037; f = 22196.0044252

lambda = 0.012346; f = 22195.3953814

lambda = 0.0041152; f = 1932.6724105

lambda = 0.0013717; f = 7833.4746405

Norm of dx 45.572

Improvement on iteration 1 = 20262.720489082

f at the beginning of new iteration, 1932.6724104981

Predicted improvement: 6098.115423117

lambda = 1; f = 1932.7852192

lambda = 0.33333; f = 462.6204311

Norm of dx 1.0985

Improvement on iteration 2 = 1470.051979422

f at the beginning of new iteration, 462.6204310764

Predicted improvement: 690.516609150

lambda = 1; f = 462.6880975

lambda = 0.33333; f = 462.6272777

lambda = 0.11111; f = 462.6209888

lambda = 0.037037; f = 462.6204463

lambda = 0.012346; f = 445.9479137

```
lambda = 0.023866; f = 462.6204312
lambda = 0.01607; f = 441.0658414
lambda = 0.020374; f = 435.5096605
lambda = 0.025831; f = 462.6204319
lambda = 0.022403; f = 462.6204311
lambda = 0.020569; f = 435.2609688
lambda = 0.02165; f = 433.8798736
lambda = 0.022789; f = 462.6204311
lambda = 0.022099; f = 433.3089985
lambda = 0.02251; f = 462.6204311
lambda = 0.022263; f = 433.1008483
```

Norm of dx 0.39685

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 1681.441372168

```
lambda = 1; f = 462.8827192
lambda = 0.33333; f = 462.6482362
lambda = 0.11111; f = 462.6230955
lambda = 0.037037; f = 462.6206064
lambda = 0.012346; f = 462.6204313
lambda = 0.0041152; f = 449.0858032
lambda = 0.0079555; f = 436.9921321
lambda = 0.015379; f = 462.6204352
lambda = 0.010356; f = 429.6891417
lambda = 0.013129; f = 462.6204318
lambda = 0.011387; f = 426.6108236
lambda = 0.012402; f = 462.6204313
lambda = 0.011783; f = 462.6204311
lambda = 0.011426; f = 426.4951530
lambda = 0.011638; f = 462.6204311
lambda = 0.01151; f = 462.6204311
```

Norm of dx 0.59834

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 1277368.491478080

```
lambda = 1; f = 878741.7464583
lambda = 0.33333; f = 97667.1445725
lambda = 0.11111; f = 11137.4168943
lambda = 0.037037; f = 1608.3677213
lambda = 0.012346; f = 577.9894556
lambda = 0.0041152; f = 472.4194590
lambda = 0.0013717; f = 463.3098098
lambda = 0.00045725; f = 462.6421889
lambda = 0.00015242; f = 254.1693011
```

Norm of dx 1598.4

Improvement on iteration 3 = 208.451129932

f at the beginning of new iteration, 254.1693011449

Predicted improvement: 61.893127764

```
lambda = 1; f = 254.1693218
lambda = 0.33333; f = 218.8802692
lambda = 0.64439; f = 254.1693017
lambda = 0.4339; f = 210.2497035
lambda = 0.55011; f = 201.2383854
lambda = 0.69744; f = 254.1693028
lambda = 0.60488; f = 254.1693012
lambda = 0.55535; f = 200.8541514
```

```
lambda = 0.58456; f = 254.1693012
lambda = 0.56686; f = 200.0181987
lambda = 0.57741; f = 254.1693011
lambda = 0.57106; f = 199.7152603
```

Norm of dx 0.11245

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 164.313166577

```
lambda = 1; f = 254.1755628
lambda = 0.33333; f = 254.1697964
lambda = 0.11111; f = 254.1693120
lambda = 0.037037; f = 242.5100523
lambda = 0.071599; f = 232.5094745
lambda = 0.13841; f = 254.1693328
lambda = 0.0932; f = 254.1693043
lambda = 0.073512; f = 254.1693012
lambda = 0.072168; f = 232.3516259
lambda = 0.072972; f = 254.1693011
```

Norm of dx 0.1968

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 182705.763846294

```
lambda = 1; f = 137997.7092849
lambda = 0.33333; f = 15406.5572844
lambda = 0.11111; f = 1887.7382631
lambda = 0.037037; f = 419.7204870
lambda = 0.012346; f = 267.9205727
lambda = 0.0041152; f = 254.7123241
lambda = 0.0013717; f = 254.1693890
lambda = 0.00045725; f = 170.7768575
```

Norm of dx 604.49

Improvement on iteration 4 = 83.392443602

f at the beginning of new iteration, 170.7768575430

Predicted improvement: 16.521729625

```
lambda = 1; f = 144.4462535
lambda = 1.9332; f = 130.8157493
```

Norm of dx 0.081979

Improvement on iteration 5 = 39.961108239

f at the beginning of new iteration, 130.8157493044

Predicted improvement: 9.444685043

```
lambda = 1; f = 117.1275005
lambda = 1.9332; f = 119.0130617
```

Norm of dx 0.057209

Improvement on iteration 6 = 13.688248842

f at the beginning of new iteration, 117.1275004624

Predicted improvement: 14.984864809

```
lambda = 1; f = 117.1276858
lambda = 0.33333; f = 108.7811455
lambda = 0.64439; f = 117.1275200
lambda = 0.4339; f = 106.8118264
```

```

lambda = 0.55011; f = 117.1275044
lambda = 0.4771; f = 117.1275005
lambda = 0.43804; f = 106.7355231
lambda = 0.46107; f = 106.3173544
lambda = 0.48532; f = 117.1275006
lambda = 0.47062; f = 106.1472560
lambda = 0.47939; f = 117.1275005
lambda = 0.47411; f = 117.1275005

```

Norm of dx 0.10577

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 19.614972305

```

lambda = 1; f = 117.1279552
lambda = 0.33333; f = 107.2569035
lambda = 0.64439; f = 117.1275885
lambda = 0.4339; f = 117.1275058
lambda = 0.34224; f = 107.0592754
lambda = 0.39461; f = 117.1275015
lambda = 0.3623; f = 106.6240749
lambda = 0.38135; f = 117.1275008
lambda = 0.3698; f = 117.1275005
lambda = 0.36304; f = 106.6082004
lambda = 0.36708; f = 117.1275005

```

Norm of dx 0.12447

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 1559.128057181

```

lambda = 1; f = 2015.6355392
lambda = 0.33333; f = 318.7075397
lambda = 0.11111; f = 137.0428306
lambda = 0.037037; f = 118.7907930
lambda = 0.012346; f = 117.2306875
lambda = 0.0041152; f = 117.1354985
lambda = 0.0013717; f = 117.1279147
lambda = 0.00045725; f = 126.2834604
lambda = 0.00015242; f = 117.7852432
lambda = 5.0805e-005; f = 117.2241470
lambda = 1.6935e-005; f = 117.1485073
lambda = 5.645e-006; f = 117.1333301
lambda = 1.8817e-006; f = 117.1293159
lambda = 6.2723e-007; f = 117.1280915
lambda = 2.0908e-007; f = 117.1276959
lambda = 6.9692e-008; f = 117.1275654
lambda = 2.3231e-008; f = 117.1275221
lambda = 7.7435e-009; f = 117.1275077
lambda = 2.5812e-009; f = 117.1275029

```

lambda =

-6.2723e-007

lambda = -6.2723e-007; f = 117.1269235

Norm of dx 55.841

Improvement on iteration 7 = 0.000576981

f at the beginning of new iteration, 117.1269234815

Predicted improvement: 14.627631076

```

lambda =      1; f =      117.1271144
lambda =    0.33333; f =      108.7493124
lambda =    0.64439; f =      117.1269441
lambda =    0.4339; f =      106.7278599
lambda =    0.55011; f =      117.1269278
lambda =    0.4771; f =      117.1269235
lambda =    0.43804; f =      106.6494177
lambda =    0.46107; f =      106.2194709
lambda =    0.48532; f =      117.1269236
lambda =    0.47062; f =      117.1269235
lambda =    0.46202; f =      106.2020544
lambda =    0.46716; f =      106.1077217
lambda =    0.47237; f =      117.1269235

```

Norm of dx 0.11787

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 18.069905568

```

lambda =      1; f =      117.1271870
lambda =    0.33333; f =      107.1425250
lambda =    0.64439; f =      117.1269607
lambda =    0.4339; f =      117.1269235
lambda =    0.34224; f =      106.9278454
lambda =    0.39461; f =      105.7158314
lambda =    0.45499; f =      117.1269240
lambda =    0.41773; f =      105.2075775
lambda =    0.4397; f =      117.1269236
lambda =    0.42639; f =      105.0215926
lambda =    0.43433; f =      117.1269235
lambda =    0.42954; f =      104.9542642

```

Norm of dx 0.13979

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 5666.568434664

```

lambda =      1; f =      1398.8008911
lambda =    0.33333; f =      243.2362717
lambda =    0.11111; f =      126.9968295
lambda =    0.037037; f =      117.6123694
lambda =    0.012346; f =      117.1493702
lambda =    0.0041152; f =      117.1764341
lambda =    0.0013717; f =      109.4110776

```

Norm of dx 106.46

Improvement on iteration 8 = 7.715845861

f at the beginning of new iteration, 109.4110776206

Predicted improvement: 8.460520030

```

lambda =      1; f =      109.4111430
lambda =    0.33333; f =      104.2053199
lambda =    0.64439; f =      109.4110789
lambda =    0.4339; f =      102.8295828
lambda =    0.55011; f =      101.3745538
lambda =    0.69744; f =      109.4110823
lambda =    0.60488; f =      109.4110777
lambda =    0.55535; f =      101.3125543
lambda =    0.58456; f =      100.9735639
lambda =    0.6153; f =      109.4110779
lambda =    0.59667; f =      109.4110777
lambda =    0.58576; f =      100.9598663

```

lambda = 0.59228; f = 109.4110776

Norm of dx 0.074399

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 11.681873853

lambda = 1; f = 109.4111610

lambda = 0.33333; f = 102.4719687

lambda = 0.64439; f = 109.4110809

lambda = 0.4339; f = 100.8173321

lambda = 0.55011; f = 99.2699722

lambda = 0.69744; f = 109.4110860

lambda = 0.60488; f = 109.4110786

lambda = 0.55535; f = 99.2109600

lambda = 0.58456; f = 109.4110779

lambda = 0.56686; f = 109.4110777

lambda = 0.55649; f = 99.1982754

lambda = 0.56269; f = 109.4110776

Norm of dx 0.089032

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 10381.916945481

lambda = 1; f = 16078.2767974

lambda = 0.33333; f = 1841.8076718

lambda = 0.11111; f = 289.2102671

lambda = 0.037037; f = 125.9214085

lambda = 0.012346; f = 110.6263468

lambda = 0.0041152; f = 109.5058328

lambda = 0.0013717; f = 109.4147032

lambda = 0.00045725; f = 103.9350050

Norm of dx 144.1

Improvement on iteration 9 = 5.476072594

f at the beginning of new iteration, 103.9350050269

Predicted improvement: 10.459869603

lambda = 1; f = 103.9350207

lambda = 0.33333; f = 98.7602032

lambda = 0.64439; f = 96.2847211

Norm of dx 0.046065

Improvement on iteration 10 = 7.650283911

f at the beginning of new iteration, 96.2847211163

Predicted improvement: 5.462068689

lambda = 1; f = 96.2848753

lambda = 0.33333; f = 96.2847309

lambda = 0.11111; f = 96.2847211

lambda = 0.037037; f = 95.8822255

lambda = 0.071599; f = 95.5104328

lambda = 0.13841; f = 96.2847213

lambda = 0.0932; f = 95.2799452

lambda = 0.11816; f = 96.2847211

lambda = 0.10248; f = 95.1813715

lambda = 0.11162; f = 96.2847211

lambda = 0.10604; f = 95.1436028

lambda = 0.10935; f = 96.2847211

lambda = 0.10736; f = 95.1296970

```
lambda = 0.10855; f = 95.1170393
lambda = 0.10976; f = 96.2847211
Norm of dx 0.067012
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 8.164017964
lambda = 1; f = 96.2848613
lambda = 0.33333; f = 96.2847297
lambda = 0.11111; f = 94.4852439
lambda = 0.2148; f = 96.2847230
lambda = 0.14463; f = 96.2847213
lambda = 0.11408; f = 96.2847211
lambda = 0.11199; f = 94.4710675
lambda = 0.11324; f = 94.4510498
lambda = 0.1145; f = 96.2847211
Norm of dx 0.091828
```

```
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 16488.096660856
lambda = 1; f = 32558.2160701
lambda = 0.33333; f = 3645.9313197
lambda = 0.11111; f = 472.9910346
lambda = 0.037037; f = 133.3944082
lambda = 0.012346; f = 99.6595259
lambda = 0.0041152; f = 96.5051153
lambda = 0.0013717; f = 96.2851102
lambda = 0.00045725; f = 81.9368551
lambda = 0.00088394; f = 78.0199799
Norm of dx 181.59
```

```
-----
Improvement on iteration 11 = 18.264741182
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, 78.0199799346
Predicted improvement: 10.415408585
lambda = 1; f = 78.0199826
lambda = 0.33333; f = 73.8749207
Norm of dx 0.085576
```

```
-----
Improvement on iteration 12 = 4.145059192
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, 73.8749207425
Predicted improvement: 4.082817781
lambda = 1; f = 73.8749330
lambda = 0.33333; f = 73.8750116
lambda = 0.11111; f = 73.0631898
lambda = 0.2148; f = 73.8749226
lambda = 0.14463; f = 72.8593973
lambda = 0.18337; f = 72.6506659
lambda = 0.23248; f = 73.8749274
lambda = 0.20163; f = 73.8749209
lambda = 0.18512; f = 72.6419549
lambda = 0.19485; f = 72.5946265
lambda = 0.2051; f = 73.8749212
lambda = 0.19889; f = 73.8749208
lambda = 0.19525; f = 73.8749207
```

```
Norm of dx 0.10018
Cliff. Perturbing search direction.
```

```

Predicted improvement:      5.648878287
lambda =      1; f =      73.8750259
lambda =    0.33333; f =      73.8752292
lambda =    0.11111; f =      72.7623725
lambda =    0.2148; f =      73.8749634
lambda =    0.14463; f =      73.8749207
lambda =    0.11408; f =      72.7368841
lambda =    0.13154; f =      72.5919057
lambda =    0.15166; f =      73.8749212
lambda =    0.13924; f =      72.5306051
lambda =    0.14657; f =      73.8749208
lambda =    0.14213; f =      72.5081064
lambda =    0.14478; f =      73.8749207
lambda =    0.14318; f =      72.4999533
Norm of dx    0.13094

```

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement:      540.782811558
lambda =      1; f =      297.6428077
lambda =    0.33333; f =      91.8953303
lambda =    0.11111; f =      74.4596971
lambda =    0.037037; f =      73.8884780
lambda =    0.012346; f =      73.8754147
lambda =    0.0041152; f =      73.8749209
lambda =    0.0013717; f =      75.9191244
lambda = 0.00045725; f =      74.0677019
lambda = 0.00015242; f =      73.8683427
lambda = 5.0805e-005; f =      73.8640356
lambda = 1.6935e-005; f =      73.8702928
lambda = 5.645e-006; f =      73.8732657
lambda = 1.8817e-006; f =      73.8743565
lambda = 6.2723e-007; f =      73.8747313
lambda = 2.0908e-007; f =      73.8748574
lambda = 6.9692e-008; f =      73.8748996
lambda = 2.3231e-008; f =      73.8749137
lambda = 7.7435e-009; f =      73.8749184
lambda = 2.5812e-009; f =      73.8749200
Norm of dx    32.887

```

```

-----
Improvement on iteration 13 =      0.010885136
smallest step still improving too slow
-----
-----

```

f at the beginning of new iteration, 73.8640356061

```

Predicted improvement:      4.444311390
lambda =      1; f =      73.8672256
lambda =    0.33333; f =      73.8641320
lambda =    0.11111; f =      72.9446690
lambda =    0.2148; f =      73.8640379
lambda =    0.14463; f =      72.6951474
lambda =    0.18337; f =      72.4237270
lambda =    0.23248; f =      73.8640432
lambda =    0.20163; f =      73.8640360
lambda =    0.18512; f =      72.4119103
lambda =    0.19485; f =      73.8640356
lambda =    0.18895; f =      72.3861341
lambda =    0.19247; f =      72.3626417
lambda =    0.19606; f =      73.8640356

```

lambda = 0.1939; f = 73.8640356

Norm of dx 0.098778

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 6.553596595

lambda = 1; f = 73.8680239

lambda = 0.33333; f = 73.8641806

lambda = 0.11111; f = 72.5019482

lambda = 0.2148; f = 73.8640443

lambda = 0.14463; f = 72.1296236

lambda = 0.18337; f = 73.8640359

lambda = 0.15903; f = 71.9754403

lambda = 0.17322; f = 71.8270521

lambda = 0.18867; f = 73.8640365

lambda = 0.17924; f = 73.8640357

lambda = 0.17381; f = 71.8209243

lambda = 0.17705; f = 73.8640356

lambda = 0.1751; f = 71.8076377

Norm of dx 0.13554

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 3536.487912947

lambda = 1; f = 6979.1957510

lambda = 0.33333; f = 806.4708760

lambda = 0.11111; f = 144.7602385

lambda = 0.037037; f = 78.8562281

lambda = 0.012346; f = 73.9098702

lambda = 0.0041152; f = 49.5278786

lambda = 0.0079555; f = 73.8640381

lambda = 0.0053568; f = 46.4693334

lambda = 0.0067914; f = 49.4612436

Norm of dx 84.101

Improvement on iteration 14 = 27.394702204

f at the beginning of new iteration, 46.4693334021

Predicted improvement: 42.591925506

lambda = 1; f = 46.8838178

lambda = 0.33333; f = 46.4693497

lambda = 0.11111; f = 37.5196108

lambda = 0.2148; f = 30.3427045

lambda = 0.41524; f = 46.4738578

lambda = 0.2796; f = 46.4693339

lambda = 0.22054; f = 29.9924914

lambda = 0.25428; f = 28.0807833

lambda = 0.29319; f = 46.4693358

lambda = 0.26918; f = 46.4693334

lambda = 0.25573; f = 28.0052164

lambda = 0.26372; f = 27.6017882

lambda = 0.27196; f = 46.4693334

lambda = 0.26699; f = 27.4432834

lambda = 0.26996; f = 46.4693334

Norm of dx 1.0628

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 67.083328373

lambda = 1; f = 47.4654255

lambda = 0.33333; f = 46.4802147

lambda = 0.11111; f = 33.4664068

```
lambda = 0.2148; f = 25.1728093
lambda = 0.41524; f = 46.5149467
lambda = 0.2796; f = 46.4703988
lambda = 0.22054; f = 24.9275435
lambda = 0.25428; f = 27.3100380
Norm of dx 1.4069
```

```
badq2 =
```

```
0
```

```
-----
Improvement on iteration 15 = 21.541789898
warning: possible inaccuracy in H matrix
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, 24.9275435046
Predicted improvement: 8.724907339
lambda = 1; f = 24.9537961
lambda = 0.33333; f = 24.9280839
lambda = 0.11111; f = 23.3597696
lambda = 0.2148; f = 24.6915689
lambda = 0.14463; f = 23.1527033
lambda = 0.18337; f = 23.3442960
Norm of dx 0.23688
-----
```

```
Improvement on iteration 16 = 1.774840234
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, 23.1527032710
Predicted improvement: 20.844089741
lambda = 1; f = 7.0881010
Norm of dx 0.16461
-----
```

```
Improvement on iteration 17 = 16.064602306
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, 7.0881009650
Predicted improvement: 9.649244975
lambda = 1; f = 7.0883227
lambda = 0.33333; f = 1.8236314
lambda = 0.64439; f = -1.2527843
Norm of dx 0.09932
-----
```

```
Improvement on iteration 18 = 8.340885218
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -1.2527842529
Predicted improvement: 3.292877947
lambda = 1; f = -1.2524577
lambda = 0.33333; f = -1.2527661
lambda = 0.11111; f = -1.9416375
lambda = 0.2148; f = -1.2527810
lambda = 0.14463; f = -1.2527841
lambda = 0.11408; f = -1.9588128
lambda = 0.13154; f = -1.2527842
lambda = 0.12077; f = -1.9972481
```

```

lambda = 0.12712; f = -2.0334451
lambda = 0.1338; f = -1.2527842
lambda = 0.12975; f = -1.2527843
lambda = 0.12738; f = -2.0349253
lambda = 0.1288; f = -1.2527843
Norm of dx 0.085098

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement: 5.325960896
lambda = 1; f = -1.2516391
lambda = 0.33333; f = -1.2526936
lambda = 0.11111; f = -1.2527823
lambda = 0.037037; f = -1.6373826
lambda = 0.071599; f = -1.9778382
lambda = 0.13841; f = -1.2527785
lambda = 0.0932; f = -1.2527837
lambda = 0.073512; f = -1.2527843
lambda = 0.072168; f = -1.9832884
lambda = 0.072972; f = -1.2527843
Norm of dx 0.11138

```

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement: 96.411340019
lambda = 1; f = 115.5260287
lambda = 0.33333; f = 9.5596220
lambda = 0.11111; f = -0.5432566
lambda = 0.037037; f = -1.2351990
lambda = 0.012346; f = -1.2524966
lambda = 0.0041152; f = 0.3508240
lambda = 0.0013717; f = -1.3595177
Norm of dx 13.886

```

```

-----
Improvement on iteration 19 = 0.106733487
-----

```

```

f at the beginning of new iteration, -1.3595177399

```

```

Predicted improvement: 2.722506927
lambda = 1; f = -1.3592355
lambda = 0.33333; f = -1.3595029
lambda = 0.11111; f = -1.9376938
lambda = 0.2148; f = -1.3595153
lambda = 0.14463; f = -1.3595177
lambda = 0.11408; f = -1.9524018
lambda = 0.13154; f = -2.0381046
lambda = 0.15166; f = -1.3595176
lambda = 0.13924; f = -1.3595177
lambda = 0.13229; f = -2.0417630
lambda = 0.13642; f = -1.3595177
lambda = 0.13392; f = -2.0497279
lambda = 0.13542; f = -1.3595177
Norm of dx 0.045698

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement: 3.738053563
lambda = 1; f = -1.3589845
lambda = 0.33333; f = -1.3594823
lambda = 0.11111; f = -1.3595177
lambda = 0.037037; f = -1.6305078
lambda = 0.071599; f = -1.8728282
lambda = 0.13841; f = -1.3595168

```

```
lambda = 0.0932; f = -2.0191527
lambda = 0.11816; f = -1.3595176
lambda = 0.10248; f = -1.3595177
lambda = 0.094089; f = -2.0250899
lambda = 0.099038; f = -2.0580224
lambda = 0.10425; f = -1.3595177
lambda = 0.10109; f = -2.0716153
lambda = 0.10297; f = -1.3595177
lambda = 0.10184; f = -1.3595177
```

Norm of dx 0.053242

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 110.698260534

```
lambda = 1; f = 41.2114994
lambda = 0.33333; f = 2.3371042
lambda = 0.11111; f = -1.1771331
lambda = 0.037037; f = -1.3590636
lambda = 0.012346; f = 13.3675838
lambda = 0.0041152; f = 0.5068178
lambda = 0.0013717; f = -1.3268331
lambda = 0.00045725; f = -1.4340978
lambda = 0.00088394; f = -1.4234325
```

Norm of dx 14.879

Improvement on iteration 20 = 0.074580021

f at the beginning of new iteration, -1.4340977607

Predicted improvement: 2.676889279

```
lambda = 1; f = -1.4338736
lambda = 0.33333; f = -1.4340872
lambda = 0.11111; f = -2.0046437
lambda = 0.2148; f = -1.4340964
lambda = 0.14463; f = -2.1671108
lambda = 0.18337; f = -1.4340974
lambda = 0.15903; f = -1.4340977
lambda = 0.14601; f = -2.1736990
lambda = 0.15369; f = -1.4340978
lambda = 0.14904; f = -1.4340978
lambda = 0.14631; f = -2.1751293
lambda = 0.14794; f = -2.1828973
lambda = 0.14959; f = -1.4340978
```

Norm of dx 0.04713

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 3.887570239

```
lambda = 1; f = -1.4328911
lambda = 0.33333; f = -1.4340011
lambda = 0.11111; f = -1.4340954
lambda = 0.037037; f = -1.7161839
lambda = 0.071599; f = -1.4340978
lambda = 0.048211; f = -1.7989773
lambda = 0.061123; f = -1.8933149
lambda = 0.077493; f = -1.4340977
lambda = 0.067209; f = -1.9372849
lambda = 0.073203; f = -1.4340977
lambda = 0.069545; f = -1.9540796
lambda = 0.071717; f = -1.4340978
lambda = 0.070406; f = -1.4340978
```

```
lambda = 0.069631; f = -1.9546941
Norm of dx 0.064149
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 2872.594178398
lambda = 1; f = 5113.4762518
lambda = 0.33333; f = 555.1122834
lambda = 0.11111; f = 57.0010448
lambda = 0.037037; f = 4.2456289
lambda = 0.012346; f = -0.9681137
lambda = 0.0041152; f = -1.4089211
lambda = 0.0013717; f = 0.6733043
lambda = 0.00045725; f = -3.4712452
lambda = 0.00088394; f = -2.8711680
lambda = 0.0005952; f = -3.6382973
Norm of dx 75.797
----
Improvement on iteration 21 = 2.204199518
-----
-----
f at the beginning of new iteration, -3.6382972791
Predicted improvement: 1.711354648
lambda = 1; f = -5.6193412
Norm of dx 0.032002
----
Improvement on iteration 22 = 1.981043883
-----
-----
f at the beginning of new iteration, -5.6193411625
Predicted improvement: 1.989865455
lambda = 1; f = -8.0162545
Norm of dx 0.041615
----
Improvement on iteration 23 = 2.396913298
-----
-----
f at the beginning of new iteration, -8.0162544605
Predicted improvement: 1.287034378
lambda = 1; f = -9.8813775
lambda = 1.9332; f = -5.9445315
lambda = 1.3017; f = -5.9964405
lambda = 1.0267; f = -9.9085046
lambda = 1.1838; f = -6.0058712
lambda = 1.0869; f = -6.0135672
lambda = 1.0326; f = -9.9142694
lambda = 1.0648; f = -6.0153111
lambda = 1.0454; f = -9.9265958
lambda = 1.057; f = -6.0159295
Norm of dx 0.045535
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 1.867024448
lambda = 1; f = -6.0142141
lambda = 0.33333; f = -9.1430392
lambda = 0.64439; f = -9.9713096
lambda = 1.2457; f = -5.9931480
lambda = 0.8388; f = -10.3702671
lambda = 1.0635; f = -6.0088081
lambda = 0.92232; f = -10.5115129
```

```

lambda = 1.0046; f = -6.0138246
lambda = 0.95439; f = -10.5607023
lambda = 0.98419; f = -6.0155570
lambda = 0.9662; f = -10.5781083
lambda = 0.97696; f = -6.0161715

```

Norm of dx 0.059395

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 886.692217355

```

lambda = 1; f = 1595.0051023
lambda = 0.33333; f = 158.1292431
lambda = 0.11111; f = 6.9077822
lambda = 0.037037; f = -7.1930284
lambda = 0.012346; f = -8.0076754
lambda = 0.0041152; f = 8.2507972
lambda = 0.0013717; f = -9.0556366

```

Norm of dx 42.112

Improvement on iteration 24 = 1.039382165

f at the beginning of new iteration, -9.0556366251

Predicted improvement: 1.991201402

```

lambda = 1; f = -6.9865518
lambda = 0.33333; f = -10.2001268
lambda = 0.64439; f = -7.0421146
lambda = 0.4339; f = -10.4630211
lambda = 0.55011; f = -10.7095298
lambda = 0.69744; f = -7.0339941
lambda = 0.60488; f = -7.0481269
lambda = 0.55535; f = -7.0556188

```

Norm of dx 0.056759

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 2.812688327

```

lambda = 1; f = -6.9291436
lambda = 0.33333; f = -10.5477172
lambda = 0.64439; f = -7.0071971
lambda = 0.4339; f = -7.0510525
lambda = 0.34224; f = -10.5751657
lambda = 0.39461; f = -10.7206625
lambda = 0.45499; f = -7.0467338
lambda = 0.41773; f = -7.0543517
lambda = 0.39686; f = -10.7262928
lambda = 0.40926; f = -10.7562909
lambda = 0.42204; f = -7.0534742
lambda = 0.41432; f = -7.0550468
lambda = 0.40976; f = -10.7574752

```

Norm of dx 0.066578

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 18.282782388

```

lambda = 1; f = -5.0561567
lambda = 0.33333; f = -8.7987120
lambda = 0.11111; f = -9.0502485
lambda = 0.037037; f = -9.0504913
lambda = 0.012346; f = -5.9818634
lambda = 0.0041152; f = -8.9342622
lambda = 0.0013717; f = -9.1209410
lambda = 0.0026518; f = -9.0856473

```

Norm of dx 6.0469

Improvement on iteration 25 = 0.065304357

f at the beginning of new iteration, -9.1209409816

Predicted improvement: 2.083300056

lambda = 1; f = -7.0555400

lambda = 0.33333; f = -10.3204196

lambda = 0.64439; f = -7.1095869

lambda = 0.4339; f = -10.5972371

lambda = 0.55011; f = -10.8582076

lambda = 0.69744; f = -7.1016873

lambda = 0.60488; f = -7.1154360

lambda = 0.55535; f = -10.8683752

lambda = 0.58456; f = -7.1184321

lambda = 0.56686; f = -10.8901563

lambda = 0.57741; f = -7.1194839

lambda = 0.57106; f = -7.1204188

Norm of dx 0.055516

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 3.048069029

lambda = 1; f = -6.9496117

lambda = 0.33333; f = -10.5294961

Norm of dx 0.073946

badg2 =

0

Improvement on iteration 26 = 1.408555159

f at the beginning of new iteration, -10.5294961402

Predicted improvement: 1.396728756

lambda = 1; f = -11.9353507

Norm of dx 0.043843

Improvement on iteration 27 = 1.405854524

f at the beginning of new iteration, -11.9353506646

Predicted improvement: 1.012905831

lambda = 1; f = -9.9030206

lambda = 0.33333; f = -9.9303734

lambda = 0.11111; f = -12.1507764

lambda = 0.2148; f = -9.9351692

lambda = 0.14463; f = -12.2119335

lambda = 0.18337; f = -12.2803540

lambda = 0.23248; f = -9.9344552

lambda = 0.20163; f = -12.3117604

lambda = 0.21961; f = -9.9349750

lambda = 0.20864; f = -12.3236719

lambda = 0.21515; f = -9.9351550

lambda = 0.21122; f = -9.9353138

lambda = 0.20889; f = -12.3241069

```
Norm of dx    0.038506
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement:      1.807679605
lambda =      1; f =      -9.9295629
lambda =    0.33333; f =    -12.9476202
lambda =    0.64439; f =    -9.9346101
lambda =    0.4339; f =    -13.1656738
lambda =    0.55011; f =    -13.3489515
lambda =    0.69744; f =    -9.9338560
lambda =    0.60488; f =    -9.9351723
lambda =    0.55535; f =    -13.3551335
lambda =    0.58456; f =    -13.3857236
Norm of dx    0.0458
```

```
badg2 =
```

```
0
```

```
-----
Improvement on iteration 28 =      1.450372908
warning: possible inaccuracy in H matrix
-----
```

```
-----
f at the beginning of new iteration,      -13.3857235730
Predicted improvement:      0.502915319
lambda =      1; f =      -13.9903978
Norm of dx    0.017006
-----
```

```
Improvement on iteration 29 =      0.604674242
-----
```

```
-----
f at the beginning of new iteration,      -13.9903978152
Predicted improvement:      0.685117179
lambda =      1; f =      -13.8671550
lambda =    0.33333; f =      -14.2332570
Norm of dx    0.030396
-----
```

```
Improvement on iteration 30 =      0.242859208
-----
```

```
-----
f at the beginning of new iteration,      -14.2332570229
Predicted improvement:      0.681151347
lambda =      1; f =      -15.2867886
lambda =    1.9332; f =      -15.6998025
Norm of dx    0.041573
-----
```

```
Improvement on iteration 31 =      1.466545517
-----
```

```
-----
f at the beginning of new iteration,      -15.6998025398
Predicted improvement:      1.024903178
lambda =      1; f =      -17.3682933
lambda =    1.9332; f =      -18.2235087
Norm of dx    0.056001
-----
```

```
Improvement on iteration 32 =      2.523706175
-----
```

```
-----  
f at the beginning of new iteration,      -18.2235087152  
Predicted improvement:      0.938996971  
lambda =      1; f =      -18.2235021  
lambda =      0.33333; f =      -18.7879276  
lambda =      0.64439; f =      -19.2008513  
lambda =      1.2457; f =      -18.2234657  
lambda =      0.8388; f =      -19.4012864  
lambda =      1.0635; f =      -18.2234958  
lambda =      0.92232; f =      -18.2235070  
lambda =      0.8468; f =      -18.2235087  
Norm of dx      0.062655  
Cliff. Perturbing search direction.  
Predicted improvement:      1.664149183  
lambda =      1; f =      -20.2168707  
Norm of dx      0.076422
```

badg2 =

0

```
-----  
Improvement on iteration 33 =      1.993361952  
-----  
-----
```

```
f at the beginning of new iteration,      -20.2168706670  
Predicted improvement:      0.681187103  
lambda =      1; f =      -20.2167827  
lambda =      0.33333; f =      -20.2168649  
lambda =      0.11111; f =      -20.2168707  
lambda =      0.037037; f =      -20.2668769  
lambda =      0.071599; f =      -20.3127242  
lambda =      0.13841; f =      -20.2168705  
lambda =      0.0932; f =      -20.3409755  
lambda =      0.11816; f =      -20.2168706  
lambda =      0.10248; f =      -20.3530170  
lambda =      0.11162; f =      -20.2168707  
lambda =      0.10604; f =      -20.2168707  
lambda =      0.10283; f =      -20.3534711  
lambda =      0.10475; f =      -20.2168707  
lambda =      0.10359; f =      -20.3544568  
Norm of dx      0.05822  
Cliff. Perturbing search direction.  
Predicted improvement:      1.540620022  
lambda =      1; f =      -21.9314778  
Norm of dx      0.090966
```

badg2 =

0

```
-----  
Improvement on iteration 34 =      1.714607087  
-----  
-----
```

```
f at the beginning of new iteration,      -21.9314777539  
Predicted improvement:      0.658660883
```

```

lambda =      1; f =      -21.9314396
lambda = 0.33333; f =      -21.9314763
lambda = 0.11111; f =      -22.0717238
lambda = 0.2148; f =      -21.9314776
lambda = 0.14463; f =      -22.1116429
lambda = 0.18337; f =      -21.9314777
lambda = 0.15903; f =      -22.1284539
lambda = 0.17322; f =      -21.9314778
lambda = 0.16456; f =      -22.1348533
lambda = 0.1697; f =      -22.1407758
lambda = 0.175; f =      -21.9314778
lambda = 0.1718; f =      -21.9314778
lambda = 0.16991; f =      -22.1410160
Norm of dx 0.030494

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement:      1.109111685
lambda =      1; f =      -21.9313464
lambda = 0.33333; f =      -21.9314689
lambda = 0.11111; f =      -21.9314777
lambda = 0.037037; f =      -22.0119279
lambda = 0.071599; f =      -22.0839352
lambda = 0.13841; f =      -21.9314775
lambda = 0.0932; f =      -22.1274422
lambda = 0.11816; f =      -21.9314777
lambda = 0.10248; f =      -21.9314778
lambda = 0.094089; f =      -22.1292079
lambda = 0.099038; f =      -22.1390022
lambda = 0.10425; f =      -21.9314778
lambda = 0.10109; f =      -21.9314778
lambda = 0.099241; f =      -22.1394032
lambda = 0.10035; f =      -21.9314778
Norm of dx 0.041991

```

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement:      0.132508765
lambda =      1; f =      -21.8754201
lambda = 0.33333; f =      -3.1465638
lambda = 0.11111; f =      -20.7028090
lambda = 0.037037; f =      -21.8257269
lambda = 0.012346; f =      -21.9252052
lambda = 0.0041152; f =      -21.9324607
lambda = 0.0079555; f =      -21.9306221
lambda = 0.0053568; f =      -21.9321594
Norm of dx 0.5148

```

```

----
Improvement on iteration 35 =      0.000982916
-----
-----

```

f at the beginning of new iteration, -21.9324606699

```

Predicted improvement:      0.642269245
lambda =      1; f =      -21.9324226
lambda = 0.33333; f =      -21.9324592
lambda = 0.11111; f =      -22.0699661
lambda = 0.2148; f =      -21.9324606
lambda = 0.14463; f =      -22.1094089
lambda = 0.18337; f =      -21.9324607
lambda = 0.15903; f =      -22.1260646
lambda = 0.17322; f =      -21.9324607

```

```
lambda = 0.16456; f = -22.1324122
lambda = 0.1697; f = -22.1382905
lambda = 0.175; f = -21.9324607
lambda = 0.1718; f = -21.9324607
lambda = 0.16991; f = -22.1385290
Norm of dx 0.024659
```

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement: 1.273050116
lambda = 1; f = -21.9321655
lambda = 0.33333; f = -21.9324369
lambda = 0.11111; f = -21.9324601
lambda = 0.037037; f = -22.0240338
lambda = 0.071599; f = -21.9324607
lambda = 0.048211; f = -22.0505932
lambda = 0.061123; f = -22.0806695
lambda = 0.077493; f = -21.9324606
lambda = 0.067209; f = -22.0946180
lambda = 0.073203; f = -21.9324607
lambda = 0.069545; f = -21.9324607
lambda = 0.067439; f = -22.0951424
lambda = 0.068695; f = -22.0980016
lambda = 0.069974; f = -21.9324607
lambda = 0.069204; f = -21.9324607
Norm of dx 0.041947
```

Cliff again. Try traversing

```
Predicted improvement: 209.959252970
lambda = 1; f = 129.8552975
lambda = 0.33333; f = -9.0278886
lambda = 0.11111; f = -21.1856994
lambda = 0.037037; f = -21.9313095
lambda = 0.012346; f = -1.3930156
lambda = 0.0041152; f = -21.0398385
lambda = 0.0013717; f = -22.2388095
Norm of dx 20.492
```

```
-----
Improvement on iteration 36 = 0.306348825
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -22.2388094945
```

```
Predicted improvement: 0.624960291
lambda = 1; f = -22.2387552
lambda = 0.33333; f = -22.2388070
lambda = 0.11111; f = -22.3735783
lambda = 0.2148; f = -22.2388092
lambda = 0.14463; f = -22.4126209
lambda = 0.18337; f = -22.2388094
lambda = 0.15903; f = -22.2388095
lambda = 0.14601; f = -22.4142114
lambda = 0.15369; f = -22.2388095
lambda = 0.14904; f = -22.4176944
lambda = 0.15181; f = -22.4208853
lambda = 0.15464; f = -22.2388095
lambda = 0.15294; f = -22.2388095
Norm of dx 0.032911
```

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement: 1.625106175
lambda = 1; f = -22.2372671
```

```

lambda = 0.33333; f = -22.2386604
lambda = 0.11111; f = -22.2387993
lambda = 0.037037; f = -22.2388095
lambda = 0.012346; f = -22.2785602
lambda = 0.023866; f = -22.3149779
lambda = 0.046138; f = -22.2388092
lambda = 0.031067; f = -22.3374067
lambda = 0.039387; f = -22.2388094
lambda = 0.03416; f = -22.2388095
lambda = 0.031363; f = -22.3383242
lambda = 0.033013; f = -22.2388095
lambda = 0.032013; f = -22.3403343
lambda = 0.032609; f = -22.2388095
lambda = 0.03225; f = -22.3410676

```

Norm of dx 0.070498

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 298.060281263

```

lambda = 1; f = 292.1183473
lambda = 0.33333; f = 9.1743397
lambda = 0.11111; f = -19.6588834
lambda = 0.037037; f = -22.1160306
lambda = 0.012346; f = -22.2388039
lambda = 0.0041152; f = -20.2063090
lambda = 0.0013717; f = -22.8345677
lambda = 0.0026518; f = -20.2332491
lambda = 0.0017856; f = -22.9018943

```

Norm of dx 24.416

Improvement on iteration 37 = 0.663084818

f at the beginning of new iteration, -22.9018943120

Predicted improvement: 0.382240953

```

lambda = 1; f = -22.9018456
lambda = 0.33333; f = -22.9018919
lambda = 0.11111; f = -22.9844927
lambda = 0.2148; f = -22.9018940
lambda = 0.14463; f = -22.9018943
lambda = 0.11408; f = -22.9866353
lambda = 0.13154; f = -22.9991665
lambda = 0.15166; f = -22.9018943
lambda = 0.13924; f = -23.0046637
lambda = 0.14657; f = -22.9018943
lambda = 0.14213; f = -23.0067148
lambda = 0.14478; f = -22.9018943
lambda = 0.14318; f = -23.0074628

```

Norm of dx 0.028612

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.825745579

```

lambda = 1; f = -22.9016339
lambda = 0.33333; f = -22.9018732
lambda = 0.11111; f = -22.9018938
lambda = 0.037037; f = -22.9623327
lambda = 0.071599; f = -22.9018943
lambda = 0.048211; f = -22.9802802
lambda = 0.061123; f = -23.0008539
lambda = 0.077493; f = -22.9018943

```

```
lambda = 0.067209; f = -23.0104897
lambda = 0.073203; f = -22.9018943
lambda = 0.069545; f = -22.9018943
lambda = 0.067439; f = -23.0108532
lambda = 0.068695; f = -22.9018943
lambda = 0.067939; f = -23.0116423
```

Norm of dx 0.050274

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 3.130732686

```
lambda = 1; f = -21.7025194
lambda = 0.33333; f = -22.9007555
lambda = 0.11111; f = -22.9018943
lambda = 0.037037; f = -20.2348283
lambda = 0.012346; f = -22.6526891
lambda = 0.0041152; f = -22.8858852
lambda = 0.0013717; f = -22.9038835
lambda = 0.00045725; f = -22.9033669
```

Norm of dx 2.5023

Improvement on iteration 38 = 0.001989156

f at the beginning of new iteration, -22.9038834685

Predicted improvement: 0.409872629

```
lambda = 1; f = -22.9038349
lambda = 0.33333; f = -22.9038811
lambda = 0.11111; f = -22.9934937
lambda = 0.2148; f = -22.9038831
lambda = 0.14463; f = -22.9038835
lambda = 0.11408; f = -22.9958474
lambda = 0.13154; f = -23.0096446
lambda = 0.15166; f = -22.9038835
lambda = 0.13924; f = -23.0157143
lambda = 0.14657; f = -22.9038835
lambda = 0.14213; f = -23.0179818
lambda = 0.14478; f = -22.9038835
lambda = 0.14318; f = -22.9038835
```

Norm of dx 0.02479

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 1.172951884

```
lambda = 1; f = -22.9025419
lambda = 0.33333; f = -22.9037528
lambda = 0.11111; f = -22.9038743
lambda = 0.037037; f = -22.9038834
lambda = 0.012346; f = -22.9326266
lambda = 0.023866; f = -22.9590540
lambda = 0.046138; f = -22.9038831
lambda = 0.031067; f = -22.9038835
lambda = 0.024504; f = -22.9605055
lambda = 0.028254; f = -22.9690172
lambda = 0.032577; f = -22.9038835
lambda = 0.029909; f = -22.9727632
lambda = 0.031482; f = -22.9038835
lambda = 0.030529; f = -22.9741628
lambda = 0.031098; f = -22.9038835
lambda = 0.030755; f = -22.9746735
```

Norm of dx 0.068749

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 307.558008387
lambda = 1; f = 523.2181431
lambda = 0.33333; f = 33.4913655
lambda = 0.11111; f = -17.7587975
lambda = 0.037037; f = -22.5534940
lambda = 0.012346; f = -22.9000171
lambda = 0.0041152; f = -23.7527063
Norm of dx 24.802

Improvement on iteration 39 = 0.848822832

f at the beginning of new iteration, -23.7527063006

Predicted improvement: 0.599548799
lambda = 1; f = -23.7525904
lambda = 0.33333; f = -23.7526996
lambda = 0.11111; f = -23.8780766
lambda = 0.2148; f = -23.7527050
lambda = 0.14463; f = -23.7527062
lambda = 0.11408; f = -23.8812125
lambda = 0.13154; f = -23.7527063
lambda = 0.12077; f = -23.8882348
lambda = 0.12712; f = -23.7527063
lambda = 0.12327; f = -23.7527063
lambda = 0.12101; f = -23.8884941
lambda = 0.12236; f = -23.8899020
lambda = 0.12372; f = -23.7527063
Norm of dx 0.042625

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 1.365933765
lambda = 1; f = -23.7513773
lambda = 0.33333; f = -23.7525821
lambda = 0.11111; f = -23.7526990
lambda = 0.037037; f = -23.8493164
lambda = 0.071599; f = -23.7527048
lambda = 0.048211; f = -23.7527062
lambda = 0.038027; f = -23.8517728
lambda = 0.043845; f = -23.7527063
lambda = 0.040255; f = -23.7527063
lambda = 0.038244; f = -23.8523111
lambda = 0.039438; f = -23.8552659
lambda = 0.04067; f = -23.7527063
lambda = 0.039926; f = -23.7527063
lambda = 0.039487; f = -23.8553858
Norm of dx 0.07896

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 92.425243867
lambda = 1; f = 19.0510086
lambda = 0.33333; f = -22.0731571
lambda = 0.11111; f = -23.7526861
lambda = 0.037037; f = 8.6247151
lambda = 0.012346; f = -20.3804612
lambda = 0.0041152; f = -23.8339880
lambda = 0.0013717; f = -23.9462642
lambda = 0.0026518; f = -23.9716490
Norm of dx 13.596

Improvement on iteration 40 = 0.218942713

f at the beginning of new iteration, -23.9716490139

Predicted improvement: 0.323733343

lambda = 1; f = -23.9715300
lambda = 0.33333; f = -23.9716420
lambda = 0.11111; f = -24.0402271
lambda = 0.2148; f = -23.9716476
lambda = 0.14463; f = -23.9716489
lambda = 0.11408; f = -24.0419669
lambda = 0.13154; f = -23.9716490
lambda = 0.12077; f = -23.9716490
lambda = 0.11473; f = -24.0423481
lambda = 0.11831; f = -24.0444405
lambda = 0.12201; f = -23.9716490
lambda = 0.11978; f = -23.9716490
lambda = 0.11846; f = -24.0445254

Norm of dx 0.017347

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.905439287

lambda = 1; f = -23.9709647
lambda = 0.33333; f = -23.9715891
lambda = 0.11111; f = -23.9716465
lambda = 0.037037; f = -24.0359028
lambda = 0.071599; f = -23.9716488
lambda = 0.048211; f = -24.0541817
lambda = 0.061123; f = -23.9716490
lambda = 0.053011; f = -24.0618768
lambda = 0.057739; f = -23.9716490
lambda = 0.054854; f = -23.9716490
lambda = 0.053193; f = -24.0621658
lambda = 0.054183; f = -23.9716490
lambda = 0.053587; f = -23.9716490

Norm of dx 0.039865

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 334.556364486

lambda = 1; f = 157.9967716
lambda = 0.33333; f = -7.0443508
lambda = 0.11111; f = -22.7914845
lambda = 0.037037; f = -23.9323946
lambda = 0.012346; f = -23.9713107
lambda = 0.0041152; f = -21.9301011
lambda = 0.0013717; f = -23.9107429
lambda = 0.00045725; f = -24.1923099
lambda = 0.00088394; f = -24.1818433

Norm of dx 25.867

Improvement on iteration 41 = 0.220660885

f at the beginning of new iteration, -24.1923098987

Predicted improvement: 0.216872775

lambda = 1; f = -24.1921636
lambda = 0.33333; f = -24.1923004
lambda = 0.11111; f = -24.1923099

```
lambda = 0.037037; f = -24.2081271
lambda = 0.071599; f = -24.2224411
lambda = 0.13841; f = -24.1923097
lambda = 0.0932; f = -24.2311677
lambda = 0.11816; f = -24.1923099
lambda = 0.10248; f = -24.2348647
lambda = 0.11162; f = -24.1923099
lambda = 0.10604; f = -24.1923099
lambda = 0.10283; f = -24.2350038
lambda = 0.10475; f = -24.2357626
lambda = 0.1067; f = -24.1923099
lambda = 0.10552; f = -24.1923099
```

Norm of dx 0.023589

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.497110998

```
lambda = 1; f = -24.1913654
lambda = 0.33333; f = -24.1922234
lambda = 0.11111; f = -24.1923053
lambda = 0.037037; f = -24.2277406
lambda = 0.071599; f = -24.1923091
lambda = 0.048211; f = -24.1923099
lambda = 0.038027; f = -24.2286490
lambda = 0.043845; f = -24.2339502
lambda = 0.050554; f = -24.1923099
lambda = 0.046415; f = -24.1923099
lambda = 0.044096; f = -24.2341769
lambda = 0.045473; f = -24.1923099
lambda = 0.044641; f = -24.1923099
lambda = 0.04415; f = -24.1923099
```

Norm of dx 0.044545

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 1.349052506

```
lambda = 1; f = -23.1028223
lambda = 0.33333; f = -24.1328697
lambda = 0.11111; f = -6.1471450
lambda = 0.037037; f = -23.3231176
lambda = 0.012346; f = -24.1304415
lambda = 0.0041152; f = -24.1932295
lambda = 0.0013717; f = -24.1949013
lambda = 0.0026518; f = -24.1952709
```

Norm of dx 1.6426

Improvement on iteration 42 = 0.002960972

f at the beginning of new iteration, -24.1952708708

Predicted improvement: 0.211961356

```
lambda = 1; f = -24.1951331
lambda = 0.33333; f = -24.1952621
lambda = 0.11111; f = -24.1952709
lambda = 0.037037; f = -24.2107262
lambda = 0.071599; f = -24.2247063
lambda = 0.13841; f = -24.1952707
lambda = 0.0932; f = -24.2332263
lambda = 0.11816; f = -24.1952709
lambda = 0.10248; f = -24.2368352
lambda = 0.11162; f = -24.1952709
```

```
lambda = 0.10604; f = -24.2382123
lambda = 0.10935; f = -24.1952709
lambda = 0.10736; f = -24.2387186
lambda = 0.10855; f = -24.1952709
```

Norm of dx 0.02059

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.303844041

```
lambda = 1; f = -24.1950388
lambda = 0.33333; f = -24.1952538
lambda = 0.11111; f = -24.1952707
lambda = 0.037037; f = -24.2173241
lambda = 0.071599; f = -24.2370863
lambda = 0.13841; f = -24.1952701
lambda = 0.0932; f = -24.1952709
lambda = 0.073512; f = -24.2381570
lambda = 0.084761; f = -24.2444042
lambda = 0.09773; f = -24.1952708
lambda = 0.089728; f = -24.1952709
lambda = 0.085245; f = -24.2446712
lambda = 0.087907; f = -24.1952709
lambda = 0.0863; f = -24.1952709
lambda = 0.08535; f = -24.2447290
```

Norm of dx 0.027033

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 46.643860599

```
lambda = 1; f = -6.5606582
lambda = 0.33333; f = -23.1313475
lambda = 0.11111; f = -24.1789754
lambda = 0.037037; f = -24.1952587
lambda = 0.012346; f = -24.1952708
lambda = 0.0041152; f = -24.0440324
lambda = 0.0013717; f = -24.2678032
```

Norm of dx 9.6586

Improvement on iteration 43 = 0.072532349

f at the beginning of new iteration, -24.2678032195

Predicted improvement: 0.232423608

```
lambda = 1; f = -24.2676656
lambda = 0.33333; f = -24.2677937
lambda = 0.11111; f = -24.2678032
lambda = 0.037037; f = -24.2847681
lambda = 0.071599; f = -24.3001451
lambda = 0.13841; f = -24.2678029
lambda = 0.0932; f = -24.3095322
lambda = 0.11816; f = -24.2678031
lambda = 0.10248; f = -24.2678032
lambda = 0.094089; f = -24.3099148
lambda = 0.099038; f = -24.2678032
lambda = 0.096038; f = -24.2678032
lambda = 0.094282; f = -24.3099979
lambda = 0.095332; f = -24.3104492
lambda = 0.096393; f = -24.2678032
```

Norm of dx 0.023511

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.411036660

```

lambda =      1; f =      -24.2673122
lambda =    0.33333; f =      -24.2677602
lambda =    0.11111; f =      -24.2678014
lambda =   0.037037; f =      -24.2975016
lambda =   0.071599; f =      -24.2678030
lambda =   0.048211; f =      -24.3061671
lambda =   0.061123; f =      -24.2678032
lambda =   0.053011; f =      -24.3098478
lambda =   0.057739; f =      -24.2678032
lambda =   0.054854; f =      -24.2678032
lambda =   0.053193; f =      -24.3099865
lambda =   0.054183; f =      -24.2678032
lambda =   0.053587; f =      -24.2678032

```

Norm of dx 0.036072

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.300627310

```

lambda =      1; f =      -24.2252867
lambda =    0.33333; f =      -22.1840847
lambda =    0.11111; f =      -22.2641587
lambda =   0.037037; f =      -24.0538814
lambda =   0.012346; f =      -24.2504554
lambda =   0.0041152; f =      -24.2679705
lambda =   0.0013717; f =      -24.2685187
lambda =   0.0026518; f =      -24.2685914

```

Norm of dx 0.77541

Improvement on iteration 44 = 0.000788213

f at the beginning of new iteration, -24.2685914325

Predicted improvement: 0.226372638

```

lambda =      1; f =      -24.2684550
lambda =    0.33333; f =      -24.2685822
lambda =    0.11111; f =      -24.2685914
lambda =   0.037037; f =      -24.2851280
lambda =   0.071599; f =      -24.3001417
lambda =   0.13841; f =      -24.2685912
lambda =    0.0932; f =      -24.3093196
lambda =   0.11816; f =      -24.2685914
lambda =   0.10248; f =      -24.2685914
lambda =   0.094089; f =      -24.3096939
lambda =   0.099038; f =      -24.2685914
lambda =   0.096038; f =      -24.3105136
lambda =   0.097827; f =      -24.3112648
lambda =   0.099649; f =      -24.2685914
lambda =   0.098552; f =      -24.2685914

```

Norm of dx 0.019416

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.492824646

```

lambda =      1; f =      -24.2678519
lambda =    0.33333; f =      -24.2685239
lambda =    0.11111; f =      -24.2685879
lambda =   0.037037; f =      -24.3039039
lambda =   0.071599; f =      -24.2685908
lambda =   0.048211; f =      -24.2685914
lambda =   0.038027; f =      -24.3048146
lambda =   0.043845; f =      -24.3101352

```

```
lambda = 0.050554; f = -24.2685914
lambda = 0.046415; f = -24.2685914
lambda = 0.044096; f = -24.3103628
lambda = 0.045473; f = -24.2685914
lambda = 0.044641; f = -24.3108586
lambda = 0.045138; f = -24.2685914
```

Norm of dx 0.038899

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.250068605

```
lambda = 1; f = -24.2092469
lambda = 0.33333; f = -22.1929229
lambda = 0.11111; f = -22.2667460
lambda = 0.037037; f = -24.0908890
lambda = 0.012346; f = -24.2520771
lambda = 0.0041152; f = -24.2677447
lambda = 0.0013717; f = -24.2688238
```

Norm of dx 0.7072

Improvement on iteration 45 = 0.000232369

f at the beginning of new iteration, -24.2688238014

Predicted improvement: 0.227034669

```
lambda = 1; f = -24.2686865
lambda = 0.33333; f = -24.2688145
lambda = 0.11111; f = -24.2688238
lambda = 0.037037; f = -24.2854092
lambda = 0.071599; f = -24.3004679
lambda = 0.13841; f = -24.2688235
lambda = 0.0932; f = -24.3096738
lambda = 0.11816; f = -24.2688237
lambda = 0.10248; f = -24.2688238
lambda = 0.094089; f = -24.3100493
lambda = 0.099038; f = -24.2688238
lambda = 0.096038; f = -24.3108715
lambda = 0.097827; f = -24.3116249
lambda = 0.099649; f = -24.2688238
lambda = 0.098552; f = -24.2688238
```

Norm of dx 0.019795

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.355472164

```
lambda = 1; f = -24.2684856
lambda = 0.33333; f = -24.2687960
lambda = 0.11111; f = -24.2688230
lambda = 0.037037; f = -24.2944823
lambda = 0.071599; f = -24.2688238
lambda = 0.048211; f = -24.3019588
lambda = 0.061123; f = -24.3104452
lambda = 0.077493; f = -24.2688237
lambda = 0.067209; f = -24.2688238
lambda = 0.061706; f = -24.3108245
lambda = 0.064951; f = -24.3129298
lambda = 0.068367; f = -24.2688238
lambda = 0.066297; f = -24.2688238
lambda = 0.065084; f = -24.2688238
```

Norm of dx 0.02887

Cliff again. Try traversing

```
Predicted improvement:          4.488721796
lambda =          1; f =          -23.3734470
lambda =    0.33333; f =          -24.1950076
lambda =    0.11111; f =          -24.2651084
lambda =    0.037037; f =          -24.2688237
lambda =    0.012346; f =          -22.2492279
lambda =    0.0041152; f =          -24.2154985
lambda =    0.0013717; f =          -24.2740551
Norm of dx      2.9962
```

```
-----
Improvement on iteration 46 =          0.005231303
-----
```

```
f at the beginning of new iteration,          -24.2740551042
```

```
Predicted improvement:          0.210069965
lambda =          1; f =          -24.2739278
lambda =    0.33333; f =          -24.2740464
lambda =    0.11111; f =          -24.2740551
lambda =    0.037037; f =          -24.2894207
lambda =    0.071599; f =          -24.3034077
lambda =    0.13841; f =          -24.2740548
lambda =    0.0932; f =          -24.3119765
lambda =    0.11816; f =          -24.2740550
lambda =    0.10248; f =          -24.2740551
lambda =    0.094089; f =          -24.3123263
lambda =    0.099038; f =          -24.2740551
lambda =    0.096038; f =          -24.3130923
lambda =    0.097827; f =          -24.2740551
lambda =    0.09675; f =          -24.3133717
Norm of dx      0.021547
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement:          0.339649096
lambda =          1; f =          -24.2736662
lambda =    0.33333; f =          -24.2740219
lambda =    0.11111; f =          -24.2740539
lambda =    0.037037; f =          -24.2986689
lambda =    0.071599; f =          -24.2740550
lambda =    0.048211; f =          -24.3058804
lambda =    0.061123; f =          -24.2740551
lambda =    0.053011; f =          -24.3089480
lambda =    0.057739; f =          -24.3119512
lambda =    0.062888; f =          -24.2740551
lambda =    0.059746; f =          -24.2740551
lambda =    0.057937; f =          -24.3120764
lambda =    0.059016; f =          -24.2740551
lambda =    0.058366; f =          -24.2740551
Norm of dx      0.030251
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement:          2.432132923
lambda =          1; f =          -21.9370934
lambda =    0.33333; f =          -24.1198772
lambda =    0.11111; f =          -24.2723522
lambda =    0.037037; f =          -22.6133156
lambda =    0.012346; f =          -24.1590692
lambda =    0.0041152; f =          -24.2752848
lambda =    0.0013717; f =          -24.2786511
Norm of dx      2.2055
```

Improvement on iteration 47 = 0.004596034

f at the beginning of new iteration, -24.2786511378

Predicted improvement: 0.209520398
lambda = 1; f = -24.2785331
lambda = 0.33333; f = -24.2786433
lambda = 0.11111; f = -24.2786511
lambda = 0.037037; f = -24.2939763
lambda = 0.071599; f = -24.3079261
lambda = 0.13841; f = -24.2786509
lambda = 0.0932; f = -24.3164721
lambda = 0.11816; f = -24.2786511
lambda = 0.10248; f = -24.2786511
lambda = 0.094089; f = -24.3168209
lambda = 0.099038; f = -24.3187586
lambda = 0.10425; f = -24.2786511
lambda = 0.10109; f = -24.3195599
lambda = 0.10297; f = -24.2786511
lambda = 0.10184; f = -24.3198521
Norm of dx 0.020698

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.547697518
lambda = 1; f = -24.2780989
lambda = 0.33333; f = -24.2786020
lambda = 0.11111; f = -24.2786489
lambda = 0.037037; f = -24.3179566
lambda = 0.071599; f = -24.2786509
lambda = 0.048211; f = -24.3293175
lambda = 0.061123; f = -24.2786511
lambda = 0.053011; f = -24.2786511
lambda = 0.048671; f = -24.3297800
lambda = 0.05123; f = -24.2786511
lambda = 0.049679; f = -24.3307929
lambda = 0.050604; f = -24.2786511
lambda = 0.050047; f = -24.3311621
Norm of dx 0.042934

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 118.102912699
lambda = 1; f = 99.8286586
lambda = 0.33333; f = -13.6372270
lambda = 0.11111; f = -23.6845220
lambda = 0.037037; f = -24.2786426
lambda = 0.012346; f = -24.2786511
lambda = 0.0041152; f = -22.9762255
lambda = 0.0013717; f = -24.3754678
lambda = 0.00045725; f = -24.3670088
lambda = 0.00088394; f = -24.3991515
Norm of dx 15.369

Improvement on iteration 48 = 0.120500325

f at the beginning of new iteration, -24.3991514624

Predicted improvement: 0.211549844
lambda = 1; f = -24.3990641

```

lambda = 0.33333; f = -24.3991459
lambda = 0.11111; f = -24.3991515
lambda = 0.037037; f = -24.4146441
lambda = 0.071599; f = -24.4287815
lambda = 0.13841; f = -24.3991514
lambda = 0.0932; f = -24.4374599
lambda = 0.11816; f = -24.3991515
lambda = 0.10248; f = -24.4411509
lambda = 0.11162; f = -24.3991515
lambda = 0.10604; f = -24.4425619
lambda = 0.10935; f = -24.3991515
lambda = 0.10736; f = -24.4430809
lambda = 0.10855; f = -24.4435531
lambda = 0.10976; f = -24.3991515

```

Norm of dx 0.027952

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.320134139

```

lambda = 1; f = -24.3989162
lambda = 0.33333; f = -24.3991325
lambda = 0.11111; f = -24.3991510
lambda = 0.037037; f = -24.4223974
lambda = 0.071599; f = -24.3991515
lambda = 0.048211; f = -24.4292271
lambda = 0.061123; f = -24.4370131
lambda = 0.077493; f = -24.3991514
lambda = 0.067209; f = -24.4406436
lambda = 0.073203; f = -24.3991515
lambda = 0.069545; f = -24.3991515
lambda = 0.067439; f = -24.4407804
lambda = 0.068695; f = -24.4415262
lambda = 0.069974; f = -24.3991515
lambda = 0.069204; f = -24.3991515

```

Norm of dx 0.03754

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 3.304665779

```

lambda = 1; f = -20.9501090
lambda = 0.33333; f = -24.2076786
lambda = 0.11111; f = -24.3972259
lambda = 0.037037; f = -22.0172574
lambda = 0.012346; f = -24.2198739
lambda = 0.0041152; f = -24.3974043
lambda = 0.0013717; f = -24.4047822

```

Norm of dx 2.5709

Improvement on iteration 49 = 0.005630719

f at the beginning of new iteration, -24.4047821816

Predicted improvement: 0.212530336

```

lambda = 1; f = -24.4047036
lambda = 0.33333; f = -24.4047773
lambda = 0.11111; f = -24.4503760
lambda = 0.2148; f = -24.4047811
lambda = 0.14463; f = -24.4047821
lambda = 0.11408; f = -24.4047822
lambda = 0.11199; f = -24.4047822

```

Norm of dx 0.027419

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.379674934
 lambda = 1; f = -24.4045471
 lambda = 0.33333; f = -24.4047631
 lambda = 0.11111; f = -24.4047817
 lambda = 0.037037; f = -24.4323315
 lambda = 0.071599; f = -24.4047822
 lambda = 0.048211; f = -24.4404174
 lambda = 0.061123; f = -24.4496305
 lambda = 0.077493; f = -24.4047822
 lambda = 0.067209; f = -24.4539246
 lambda = 0.073203; f = -24.4047822
 lambda = 0.069545; f = -24.4047822
 lambda = 0.067439; f = -24.4540863
 lambda = 0.068695; f = -24.4047822
 lambda = 0.067939; f = -24.4047822

Norm of dx 0.044699

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 10.398498671
 lambda = 1; f = -22.9184526
 lambda = 0.33333; f = -24.3022404
 lambda = 0.11111; f = -24.3986219
 lambda = 0.037037; f = -22.2244493
 lambda = 0.012346; f = -22.3666745
 lambda = 0.0041152; f = -24.3667199
 lambda = 0.0013717; f = -24.4211177

Norm of dx 4.5604

Improvement on iteration 50 = 0.016335561

f at the beginning of new iteration, -24.4211177427

Predicted improvement: 0.224535105
 lambda = 1; f = -24.4210513
 lambda = 0.33333; f = -24.4211138
 lambda = 0.11111; f = -24.4693508
 lambda = 0.2148; f = -24.4211170
 lambda = 0.14463; f = -24.4211177
 lambda = 0.11408; f = -24.4705937
 lambda = 0.13154; f = -24.4211177
 lambda = 0.12077; f = -24.4211177
 lambda = 0.11473; f = -24.4708662
 lambda = 0.11831; f = -24.4723627
 lambda = 0.12201; f = -24.4211177
 lambda = 0.11978; f = -24.4211177
 lambda = 0.11846; f = -24.4724234

Norm of dx 0.029672

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.323042962
 lambda = 1; f = -24.4209093
 lambda = 0.33333; f = -24.4211011
 lambda = 0.11111; f = -24.4211174
 lambda = 0.037037; f = -24.4445881
 lambda = 0.071599; f = -24.4211177
 lambda = 0.048211; f = -24.4514886
 lambda = 0.061123; f = -24.4593581
 lambda = 0.077493; f = -24.4211177

```
lambda = 0.067209; f = -24.4630285
lambda = 0.073203; f = -24.4211177
lambda = 0.069545; f = -24.4644309
lambda = 0.071717; f = -24.4211177
lambda = 0.070406; f = -24.4649466
lambda = 0.07119; f = -24.4211177
```

Norm of dx 0.040936

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 29.772145119

```
lambda = 1; f = -14.5001413
lambda = 0.33333; f = -23.8709108
lambda = 0.11111; f = -24.4188722
lambda = 0.037037; f = -22.3413277
lambda = 0.012346; f = -22.4087404
lambda = 0.0041152; f = -24.5602691
```

Norm of dx 7.7165

Improvement on iteration 51 = 0.139151329

f at the beginning of new iteration, -24.5602690713

Predicted improvement: 0.223589397

```
lambda = 1; f = -24.5602375
lambda = 0.33333; f = -24.5602677
lambda = 0.11111; f = -24.6082259
lambda = 0.2148; f = -24.5602689
lambda = 0.14463; f = -24.6220128
lambda = 0.18337; f = -24.5602690
lambda = 0.15903; f = -24.5602691
lambda = 0.14601; f = -24.6225733
lambda = 0.15369; f = -24.6256841
lambda = 0.16177; f = -24.5602691
lambda = 0.15687; f = -24.5602691
lambda = 0.15401; f = -24.6258115
lambda = 0.15572; f = -24.5602691
```

Norm of dx 0.032947

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.425793460

```
lambda = 1; f = -24.5602347
lambda = 0.33333; f = -24.5602675
lambda = 0.11111; f = -24.6483391
lambda = 0.2148; f = -24.5602689
lambda = 0.14463; f = -24.6723191
lambda = 0.18337; f = -24.5602690
lambda = 0.15903; f = -24.5602691
lambda = 0.14601; f = -24.6732800
lambda = 0.15369; f = -24.5602691
lambda = 0.14904; f = -24.5602691
lambda = 0.14631; f = -24.6734884
lambda = 0.14794; f = -24.6746199
lambda = 0.14959; f = -24.5602691
```

Norm of dx 0.058986

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 77.322700701

```
lambda = 1; f = 14.0371231
lambda = 0.33333; f = -21.5383731
lambda = 0.11111; f = -24.4940140
```

```

lambda = 0.037037; f = 58.5985142
lambda = 0.012346; f = -20.5100698
lambda = 0.0041152; f = -24.6779568
lambda = 0.0013717; f = -24.7410080
lambda = 0.0026518; f = -24.7842139
Norm of dx 12.436

```

```

-----
Improvement on iteration 52 = 0.223944786
-----

```

```

f at the beginning of new iteration, -24.7842138571

```

```

Predicted improvement: 0.157620774
lambda = 1; f = -24.7841929
lambda = 0.33333; f = -24.7842132
lambda = 0.11111; f = -24.8177638
lambda = 0.2148; f = -24.7842138
lambda = 0.14463; f = -24.8273061
lambda = 0.18337; f = -24.8379985
lambda = 0.23248; f = -24.7842138
lambda = 0.20163; f = -24.7842139
lambda = 0.18512; f = -24.8384727
lambda = 0.19485; f = -24.7842139
lambda = 0.18895; f = -24.7842139
lambda = 0.1855; f = -24.8385757
lambda = 0.18756; f = -24.8391346
lambda = 0.18965; f = -24.7842139
Norm of dx 0.030652

```

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

```

Predicted improvement: 0.362145938
lambda = 1; f = -24.7839561
lambda = 0.33333; f = -24.7841923
lambda = 0.11111; f = -24.7842132
lambda = 0.037037; f = -24.8101926
lambda = 0.071599; f = -24.7842138
lambda = 0.048211; f = -24.8176980
lambda = 0.061123; f = -24.8261793
lambda = 0.077493; f = -24.7842138
lambda = 0.067209; f = -24.7842138
lambda = 0.061706; f = -24.8265574
lambda = 0.064951; f = -24.7842139
lambda = 0.062984; f = -24.7842139
lambda = 0.061832; f = -24.8266395
lambda = 0.062521; f = -24.7842139
Norm of dx 0.066134

```

```

Cliff again. Try traversing

```

```

Predicted improvement: 16.669660974
lambda = 1; f = -9.3725001
lambda = 0.33333; f = -23.7396572
lambda = 0.11111; f = -24.7656772
lambda = 0.037037; f = -17.3258119
lambda = 0.012346; f = -24.4441514
lambda = 0.0041152; f = -24.8549276
Norm of dx 5.774

```

```

-----
Improvement on iteration 53 = 0.070713754
-----

```

f at the beginning of new iteration, -24.8549276109

Predicted improvement: 0.088132670

lambda = 1; f = -24.8549164
lambda = 0.33333; f = -24.8549274
lambda = 0.11111; f = -24.8737767
lambda = 0.2148; f = -24.8900429
lambda = 0.41524; f = -24.8549270
lambda = 0.2796; f = -24.8549276
lambda = 0.22054; f = -24.8909059
lambda = 0.25428; f = -24.8549276
lambda = 0.23346; f = -24.8928354
lambda = 0.24574; f = -24.8549276
lambda = 0.2383; f = -24.8935523
lambda = 0.24274; f = -24.8549276
lambda = 0.24006; f = -24.8938133

Norm of dx 0.015091

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.254840921

lambda = 1; f = -24.8549082
lambda = 0.33333; f = -24.8549270
lambda = 0.11111; f = -24.9053009
lambda = 0.2148; f = -24.8549276
lambda = 0.14463; f = -24.9180525
lambda = 0.18337; f = -24.9313840
lambda = 0.23248; f = -24.8549276
lambda = 0.20163; f = -24.8549276
lambda = 0.18512; f = -24.9319504
lambda = 0.19485; f = -24.9350481
lambda = 0.2051; f = -24.8549276
lambda = 0.19889; f = -24.8549276
lambda = 0.19525; f = -24.9351733
lambda = 0.19743; f = -24.8549276

Norm of dx 0.044725

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 28.424478226

lambda = 1; f = -24.5088420
lambda = 0.33333; f = -24.8276905
lambda = 0.11111; f = -24.8541817
lambda = 0.037037; f = -22.7465484
lambda = 0.012346; f = -22.8325247
lambda = 0.0041152; f = -24.9337371

Norm of dx 7.5398

Improvement on iteration 54 = 0.078809464

f at the beginning of new iteration, -24.9337370745

Predicted improvement: 0.080055420

lambda = 1; f = -24.9337275
lambda = 0.33333; f = -24.9337369
lambda = 0.11111; f = -24.9508287
lambda = 0.2148; f = -24.9655160
lambda = 0.41524; f = -24.9337366
lambda = 0.2796; f = -24.9337371
lambda = 0.22054; f = -24.9662933
lambda = 0.25428; f = -24.9337371
lambda = 0.23346; f = -24.9680301

```
lambda = 0.24574; f = -24.9696624
lambda = 0.25866; f = -24.9337371
lambda = 0.25083; f = -24.9337371
lambda = 0.24624; f = -24.9697291
lambda = 0.24899; f = -24.9337371
Norm of dx 0.010418
```

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement: 0.152514771
lambda = 1; f = -24.9337005
lambda = 0.33333; f = -24.9337353
lambda = 0.11111; f = -24.9652422
lambda = 0.2148; f = -24.9337368
lambda = 0.14463; f = -24.9337371
lambda = 0.11408; f = -24.9660183
lambda = 0.13154; f = -24.9705129
lambda = 0.15166; f = -24.9337371
lambda = 0.13924; f = -24.9724601
lambda = 0.14657; f = -24.9337371
lambda = 0.14213; f = -24.9731827
lambda = 0.14478; f = -24.9337371
lambda = 0.14318; f = -24.9734457
Norm of dx 0.018285
```

Cliff again. Try traversing

```
Predicted improvement: 7.561343082
lambda = 1; f = -20.8065636
lambda = 0.33333; f = -24.7530540
lambda = 0.11111; f = -24.9334579
lambda = 0.037037; f = -12.3967208
lambda = 0.012346; f = -23.8503112
lambda = 0.0041152; f = -24.8629446
lambda = 0.0013717; f = -24.9417223
Norm of dx 3.8888
```

```
-----
Improvement on iteration 55 = 0.007985253
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -24.9417223276
```

```
Predicted improvement: 0.088480004
lambda = 1; f = -24.9417060
lambda = 0.33333; f = -24.9417219
lambda = 0.11111; f = -24.9605936
lambda = 0.2148; f = -24.9417223
lambda = 0.14463; f = -24.9659760
lambda = 0.18337; f = -24.9720157
lambda = 0.23248; f = -24.9417223
lambda = 0.20163; f = -24.9747957
lambda = 0.21961; f = -24.9417223
lambda = 0.20864; f = -24.9417223
lambda = 0.20232; f = -24.9417223
Norm of dx 0.01252
```

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement: 0.147294663
lambda = 1; f = -24.9416958
lambda = 0.33333; f = -24.9417213
lambda = 0.11111; f = -24.9720756
lambda = 0.2148; f = -24.9417222
lambda = 0.14463; f = -24.9802960
```

```
lambda = 0.18337; f = -24.9417223
lambda = 0.15903; f = -24.9836938
lambda = 0.17322; f = -24.9417223
lambda = 0.16456; f = -24.9849768
lambda = 0.1697; f = -24.9417223
lambda = 0.1666; f = -24.9417223
lambda = 0.16476; f = -24.9850235
```

Norm of dx 0.019263

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 51.581847904

```
lambda = 1; f = -6.6090132
lambda = 0.33333; f = -24.1477539
lambda = 0.11111; f = -24.9216044
lambda = 0.037037; f = -24.9417133
lambda = 0.012346; f = -9.3277764
lambda = 0.0041152; f = -23.6127173
lambda = 0.0013717; f = -24.9112692
lambda = 0.00045725; f = -24.9777866
lambda = 0.00088394; f = -24.9696755
```

Norm of dx 10.157

Improvement on iteration 56 = 0.036064315

f at the beginning of new iteration, -24.9777866426

Predicted improvement: 0.076185936

```
lambda = 1; f = -24.9777614
lambda = 0.33333; f = -24.9777857
lambda = 0.11111; f = -24.9940185
lambda = 0.2148; f = -24.9777866
lambda = 0.14463; f = -24.9986413
lambda = 0.18337; f = -24.9777866
lambda = 0.15903; f = -25.0005882
lambda = 0.17322; f = -24.9777866
lambda = 0.16456; f = -25.0013293
lambda = 0.1697; f = -25.0020153
lambda = 0.175; f = -24.9777866
lambda = 0.1718; f = -24.9777866
lambda = 0.16991; f = -25.0020431
```

Norm of dx 0.016149

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.120334190

```
lambda = 1; f = -24.9777225
lambda = 0.33333; f = -24.9777827
lambda = 0.11111; f = -25.0029464
lambda = 0.2148; f = -24.9777858
lambda = 0.14463; f = -24.9777866
lambda = 0.11408; f = -25.0035752
lambda = 0.13154; f = -24.9777866
lambda = 0.12077; f = -24.9777866
lambda = 0.11473; f = -25.0037129
lambda = 0.11831; f = -24.9777866
lambda = 0.11615; f = -24.9777866
lambda = 0.11487; f = -25.0037428
```

Norm of dx 0.025781

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 9.946288551

```
lambda =      1; f =      -17.8041170
lambda =    0.33333; f =     -24.8312806
lambda =    0.11111; f =     -24.9758134
lambda =    0.037037; f =     -24.9777794
lambda =    0.012346; f =     -24.9777866
lambda =   0.0041152; f =     -22.9748286
lambda =   0.0013717; f =     -24.9966779
Norm of dx      4.4601
```

```
-----
Improvement on iteration 57 =      0.018891286
-----
```

```
f at the beginning of new iteration,      -24.9966779286
```

```
Predicted improvement:      0.093180005
lambda =      1; f =     -24.9966115
lambda =    0.33333; f =     -24.9966735
lambda =    0.11111; f =     -24.9966779
lambda =    0.037037; f =     -25.0034864
lambda =    0.071599; f =     -25.0096710
lambda =    0.13841; f =     -24.9966778
lambda =    0.0932; f =     -25.0134534
lambda =    0.11816; f =     -24.9966779
lambda =    0.10248; f =     -24.9966779
lambda =    0.094089; f =     -25.0136076
lambda =    0.099038; f =     -25.0144645
lambda =    0.10425; f =     -24.9966779
lambda =    0.10109; f =     -24.9966779
lambda =    0.099241; f =     -25.0144997
lambda =    0.10035; f =     -24.9966779
Norm of dx      0.02186
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement:      0.178962027
lambda =      1; f =     -24.9964849
lambda =    0.33333; f =     -24.9966617
lambda =    0.11111; f =     -24.9966774
lambda =    0.037037; f =     -25.0094745
lambda =    0.071599; f =     -24.9966779
lambda =    0.048211; f =     -25.0131543
lambda =    0.061123; f =     -24.9966779
lambda =    0.053011; f =     -25.0147095
lambda =    0.057739; f =     -25.0162259
lambda =    0.062888; f =     -24.9966779
lambda =    0.059746; f =     -25.0168652
lambda =    0.061612; f =     -24.9966779
lambda =    0.060486; f =     -25.0171000
lambda =    0.061159; f =     -24.9966779
Norm of dx      0.032086
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement:      8.626182767
lambda =      1; f =     -20.6299142
lambda =    0.33333; f =     -24.8582184
lambda =    0.11111; f =     -22.9220778
lambda =    0.037037; f =     -22.9769077
lambda =    0.012346; f =     -22.9944602
lambda =   0.0041152; f =     -24.9422236
lambda =   0.0013717; f =     -25.0100291
Norm of dx      4.1536
```

```
-----  
Improvement on iteration 58 =          0.013351206  
-----  
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.0100291350  
Predicted improvement:          0.074091515  
lambda =          1; f =          -25.0099653  
lambda =    0.33333; f =          -25.0100250  
lambda =    0.11111; f =          -25.0100291  
lambda =    0.037037; f =          -25.0154513  
lambda =    0.071599; f =          -25.0203922  
lambda =    0.13841; f =          -25.0100290  
lambda =     0.0932; f =          -25.0234218  
lambda =    0.11816; f =          -25.0100291  
lambda =    0.10248; f =          -25.0247095  
lambda =    0.11162; f =          -25.0100291  
lambda =    0.10604; f =          -25.0100291  
lambda =    0.10283; f =          -25.0247581  
lambda =    0.10475; f =          -25.0100291  
lambda =    0.10359; f =          -25.0248634  
Norm of dx      0.02366  
Cliff. Perturbing search direction.  
Predicted improvement:          0.117992545  
lambda =          1; f =          -25.0098576  
lambda =    0.33333; f =          -25.0100151  
lambda =    0.11111; f =          -25.0100287  
lambda =    0.037037; f =          -25.0185783  
lambda =    0.071599; f =          -25.0100291  
lambda =    0.048211; f =          -25.0210826  
lambda =    0.061123; f =          -25.0239332  
lambda =    0.077493; f =          -25.0100291  
lambda =    0.067209; f =          -25.0100291  
lambda =    0.061706; f =          -25.0240608  
lambda =    0.064951; f =          -25.0247694  
lambda =    0.068367; f =          -25.0100291  
lambda =    0.066297; f =          -25.0250624  
lambda =    0.067531; f =          -25.0100291  
lambda =    0.066788; f =          -25.0100291  
Norm of dx      0.034709  
Cliff again. Try traversing  
Predicted improvement:          0.144877755  
lambda =          1; f =          -25.0094815  
lambda =    0.33333; f =          -25.0100254  
lambda =    0.11111; f =          -25.0100291  
lambda =    0.037037; f =          -23.0095332  
lambda =    0.012346; f =          -25.0032938  
lambda =    0.0041152; f =          -25.0104514  
Norm of dx      0.53829  
-----  
Improvement on iteration 59 =          0.000422265  
-----  
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.0104513999  
Predicted improvement:          0.072581420  
lambda =          1; f =          -25.0103879  
lambda =    0.33333; f =          -25.0104472  
lambda =    0.11111; f =          -25.0104514
```

```
lambda = 0.037037; f = -25.0157647
lambda = 0.071599; f = -25.0206092
lambda = 0.13841; f = -25.0104513
lambda = 0.0932; f = -25.0235810
lambda = 0.11816; f = -25.0104514
lambda = 0.10248; f = -25.0104514
lambda = 0.094089; f = -25.0237024
lambda = 0.099038; f = -25.0243768
lambda = 0.10425; f = -25.0104514
lambda = 0.10109; f = -25.0246557
lambda = 0.10297; f = -25.0104514
lambda = 0.10184; f = -25.0104514
```

Norm of dx 0.025261

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.106315142

```
lambda = 1; f = -25.0102311
lambda = 0.33333; f = -25.0104325
lambda = 0.11111; f = -25.0104507
lambda = 0.037037; f = -25.0181805
lambda = 0.071599; f = -25.0104513
lambda = 0.048211; f = -25.0204549
lambda = 0.061123; f = -25.0104514
lambda = 0.053011; f = -25.0214238
lambda = 0.057739; f = -25.0104514
lambda = 0.054854; f = -25.0217945
lambda = 0.056567; f = -25.0221384
lambda = 0.058334; f = -25.0104514
lambda = 0.057267; f = -25.0104514
lambda = 0.056637; f = -25.0221523
```

Norm of dx 0.035637

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 5.983262913

```
lambda = 1; f = -19.4625008
lambda = 0.33333; f = -24.9461535
lambda = 0.11111; f = -25.0104482
lambda = 0.037037; f = -22.4968753
lambda = 0.012346; f = -24.8791801
lambda = 0.0041152; f = -25.0317257
```

Norm of dx 3.4593

Improvement on iteration 60 = 0.021274278

f at the beginning of new iteration, -25.0317256779

Predicted improvement: 0.060118243

```
lambda = 1; f = -25.0316558
lambda = 0.33333; f = -25.0317206
lambda = 0.11111; f = -25.0317256
lambda = 0.037037; f = -25.0361311
lambda = 0.071599; f = -25.0401559
lambda = 0.13841; f = -25.0317255
lambda = 0.0932; f = -25.0317257
lambda = 0.073512; f = -25.0403762
lambda = 0.084761; f = -25.0416665
lambda = 0.09773; f = -25.0317257
lambda = 0.089728; f = -25.0317257
lambda = 0.085245; f = -25.0417219
```

```
lambda = 0.087907; f = -25.0317257
lambda = 0.0863; f = -25.0418424
lambda = 0.087261; f = -25.0317257
Norm of dx 0.019494
```

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement: 0.092558527
lambda = 1; f = -25.0316203
lambda = 0.33333; f = -25.0317173
lambda = 0.11111; f = -25.0317255
lambda = 0.037037; f = -25.0384404
lambda = 0.071599; f = -25.0444511
lambda = 0.13841; f = -25.0317251
lambda = 0.0932; f = -25.0317256
lambda = 0.073512; f = -25.0317257
lambda = 0.072168; f = -25.0445480
lambda = 0.072972; f = -25.0317257
```

Norm of dx 0.03009

Cliff again. Try traversing

```
Predicted improvement: 8.908942488
lambda = 1; f = -21.8307286
lambda = 0.33333; f = -24.7867671
lambda = 0.11111; f = -25.0262503
lambda = 0.037037; f = -25.0317242
lambda = 0.012346; f = -24.5915623
lambda = 0.0041152; f = -25.0350491
lambda = 0.0013717; f = -25.0499918
lambda = 0.0026518; f = -25.0514970
Norm of dx 4.2211
```

Improvement on iteration 61 = 0.019771339

f at the beginning of new iteration, -25.0514970168

```
Predicted improvement: 0.052975503
lambda = 1; f = -25.0514052
lambda = 0.33333; f = -25.0514894
lambda = 0.11111; f = -25.0514968
lambda = 0.037037; f = -25.0553797
lambda = 0.071599; f = -25.0514970
lambda = 0.048211; f = -25.0565346
lambda = 0.061123; f = -25.0578598
lambda = 0.077493; f = -25.0514970
lambda = 0.067209; f = -25.0514970
lambda = 0.061706; f = -25.0579194
lambda = 0.064951; f = -25.0514970
lambda = 0.062984; f = -25.0580500
lambda = 0.064157; f = -25.0514970
lambda = 0.063451; f = -25.0580976
```

Norm of dx 0.018017

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement: 0.084441584
lambda = 1; f = -25.0513592
lambda = 0.33333; f = -25.0514849
lambda = 0.11111; f = -25.0514965
lambda = 0.037037; f = -25.0576127
lambda = 0.071599; f = -25.0514970
lambda = 0.048211; f = -25.0594030
```

```
lambda = 0.061123; f = -25.0514970
lambda = 0.053011; f = -25.0514970
lambda = 0.048671; f = -25.0594761
lambda = 0.05123; f = -25.0598824
lambda = 0.053925; f = -25.0514970
lambda = 0.052292; f = -25.0600505
lambda = 0.053266; f = -25.0514970
lambda = 0.052679; f = -25.0601118
```

Norm of dx 0.023448

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 22.138133043

```
lambda = 1; f = 9.2531655
lambda = 0.33333; f = -22.5267940
lambda = 0.11111; f = -24.9866106
lambda = 0.037037; f = -25.0514928
lambda = 0.012346; f = -25.0514970
lambda = 0.0041152; f = -24.5653373
lambda = 0.0013717; f = -25.0434412
lambda = 0.00045725; f = -25.0652469
```

Norm of dx 6.654

Improvement on iteration 62 = 0.013749887

f at the beginning of new iteration, -25.0652469041

Predicted improvement: 0.049798590

```
lambda = 1; f = -25.0651468
lambda = 0.33333; f = -25.0652384
lambda = 0.11111; f = -25.0652466
lambda = 0.037037; f = -25.0688961
lambda = 0.071599; f = -25.0652469
lambda = 0.048211; f = -25.0699814
lambda = 0.061123; f = -25.0652469
lambda = 0.053011; f = -25.0704454
lambda = 0.057739; f = -25.0709011
lambda = 0.062888; f = -25.0652469
lambda = 0.059746; f = -25.0652469
lambda = 0.057937; f = -25.0709201
lambda = 0.059016; f = -25.0652469
lambda = 0.058366; f = -25.0709614
```

Norm of dx 0.020769

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.088974893

```
lambda = 1; f = -25.0648291
lambda = 0.33333; f = -25.0652059
lambda = 0.11111; f = -25.0652439
lambda = 0.037037; f = -25.0652469
lambda = 0.012346; f = -25.0674280
lambda = 0.023866; f = -25.0694345
lambda = 0.046138; f = -25.0652468
lambda = 0.031067; f = -25.0652469
lambda = 0.024504; f = -25.0695447
lambda = 0.028254; f = -25.0701912
lambda = 0.032577; f = -25.0652469
lambda = 0.029909; f = -25.0652469
lambda = 0.028415; f = -25.0702189
lambda = 0.029302; f = -25.0703715
```

```
lambda = 0.030218; f = -25.0652469
lambda = 0.029665; f = -25.0652469
lambda = 0.029338; f = -25.0703777
Norm of dx 0.030915
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 1.156693751
lambda = 1; f = -24.9152707
lambda = 0.33333; f = -25.0652417
lambda = 0.11111; f = -25.0652468
lambda = 0.037037; f = -24.6953274
lambda = 0.012346; f = -25.0446047
lambda = 0.0041152; f = -25.0694317
Norm of dx 1.521
```

```
-----
Improvement on iteration 63 = 0.004184762
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.0694316660
Predicted improvement: 0.046509165
lambda = 1; f = -25.0693296
lambda = 0.33333; f = -25.0694228
lambda = 0.11111; f = -25.0694313
lambda = 0.037037; f = -25.0728407
lambda = 0.071599; f = -25.0694316
lambda = 0.048211; f = -25.0738549
lambda = 0.061123; f = -25.0694317
lambda = 0.053011; f = -25.0742886
lambda = 0.057739; f = -25.0694317
lambda = 0.054854; f = -25.0694317
lambda = 0.053193; f = -25.0743049
lambda = 0.054183; f = -25.0743943
lambda = 0.055193; f = -25.0694317
lambda = 0.054585; f = -25.0744304
Norm of dx 0.016733
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 0.086350750
lambda = 1; f = -25.0690909
lambda = 0.33333; f = -25.0693985
lambda = 0.11111; f = -25.0694293
lambda = 0.037037; f = -25.0694317
lambda = 0.012346; f = -25.0715472
lambda = 0.023866; f = -25.0734913
lambda = 0.046138; f = -25.0694316
lambda = 0.031067; f = -25.0694317
lambda = 0.024504; f = -25.0735981
lambda = 0.028254; f = -25.0742240
lambda = 0.032577; f = -25.0694317
lambda = 0.029909; f = -25.0744995
lambda = 0.031482; f = -25.0694317
lambda = 0.030529; f = -25.0746024
lambda = 0.031098; f = -25.0694317
lambda = 0.030755; f = -25.0694317
Norm of dx 0.023566
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.170188703
lambda = 1; f = -25.0687242
lambda = 0.33333; f = -22.9764421
```

```
lambda = 0.11111; f = -23.0449123
lambda = 0.037037; f = -23.0667950
lambda = 0.012346; f = -25.0639520
lambda = 0.0041152; f = -25.0698783
Norm of dx 0.58342
```

```
-----
Improvement on iteration 64 = 0.000446682
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.0698783478
```

```
Predicted improvement: 0.046575916
lambda = 1; f = -25.0697758
lambda = 0.33333; f = -25.0698695
lambda = 0.11111; f = -25.0698780
lambda = 0.037037; f = -25.0732920
lambda = 0.071599; f = -25.0698783
lambda = 0.048211; f = -25.0743074
lambda = 0.061123; f = -25.0698783
lambda = 0.053011; f = -25.0747416
lambda = 0.057739; f = -25.0698783
lambda = 0.054854; f = -25.0749079
lambda = 0.056567; f = -25.0698783
lambda = 0.055533; f = -25.0749692
lambda = 0.056151; f = -25.0698783
Norm of dx 0.018003
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.092509919
lambda = 1; f = -25.0694039
lambda = 0.33333; f = -25.0698313
lambda = 0.11111; f = -25.0698748
lambda = 0.037037; f = -25.0698783
lambda = 0.012346; f = -25.0721409
lambda = 0.023866; f = -25.0742128
lambda = 0.046138; f = -25.0698782
lambda = 0.031067; f = -25.0698783
lambda = 0.024504; f = -25.0743263
lambda = 0.028254; f = -25.0698783
lambda = 0.02594; f = -25.0745817
lambda = 0.027304; f = -25.0698783
lambda = 0.026477; f = -25.0746770
lambda = 0.026971; f = -25.0698783
lambda = 0.026674; f = -25.0747118
Norm of dx 0.027347
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement: 0.218316912
lambda = 1; f = -25.0698771
lambda = 0.33333; f = -14.8735444
lambda = 0.11111; f = -24.1152239
lambda = 0.037037; f = -24.9777014
lambda = 0.012346; f = -25.0630893
lambda = 0.0041152; f = -25.0702363
lambda = 0.0013717; f = -25.0702875
Norm of dx 0.66078
```

```
-----
Improvement on iteration 65 = 0.000409170
-----
```

```

f at the beginning of new iteration,      -25.0702875182
Predicted improvement:      0.046622319
lambda =      1; f =      -25.0701846
lambda =      0.33333; f =      -25.0702786
lambda =      0.11111; f =      -25.0702872
lambda =      0.037037; f =      -25.0737044
lambda =      0.071599; f =      -25.0702875
lambda =      0.048211; f =      -25.0747208
lambda =      0.061123; f =      -25.0702875
lambda =      0.053011; f =      -25.0751553
lambda =      0.057739; f =      -25.0702875
lambda =      0.054854; f =      -25.0753218
lambda =      0.056567; f =      -25.0702875
lambda =      0.055533; f =      -25.0753831
lambda =      0.056151; f =      -25.0754389
lambda =      0.056776; f =      -25.0702875
Norm of dx      0.017906
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement:      0.059917404
lambda =      1; f =      -25.0701447
lambda =      0.33333; f =      -25.0702747
lambda =      0.11111; f =      -25.0702869
lambda =      0.037037; f =      -25.0746598
lambda =      0.071599; f =      -25.0702874
lambda =      0.048211; f =      -25.0702875
lambda =      0.038027; f =      -25.0747747
lambda =      0.043845; f =      -25.0754490
lambda =      0.050554; f =      -25.0702875
lambda =      0.046415; f =      -25.0757457
lambda =      0.048856; f =      -25.0702875
lambda =      0.047376; f =      -25.0758565
lambda =      0.048259; f =      -25.0702875
lambda =      0.047727; f =      -25.0758970
Norm of dx      0.020792
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement:      9.861388318
lambda =      1; f =      -23.0213015
lambda =      0.33333; f =      -24.9765560
lambda =      0.11111; f =      -25.0644874
lambda =      0.037037; f =      -25.0701223
lambda =      0.012346; f =      -23.0475801
lambda =      0.0041152; f =      -23.0676444
lambda =      0.0013717; f =      -25.0725315
lambda =      0.00045725; f =      -25.0768603
lambda =      0.00088394; f =      -25.0777172
Norm of dx      4.441
-----
Improvement on iteration 66 =      0.007429680
-----

```

```

f at the beginning of new iteration,      -25.0777171980
Predicted improvement:      0.043279832
lambda =      1; f =      -25.0776206
lambda =      0.33333; f =      -25.0777095
lambda =      0.11111; f =      -25.0777170
lambda =      0.037037; f =      -25.0808892
lambda =      0.071599; f =      -25.0837876

```

```
lambda = 0.13841; f = -25.0777167
lambda = 0.0932; f = -25.0777171
lambda = 0.073512; f = -25.0777172
lambda = 0.072168; f = -25.0838348
lambda = 0.072972; f = -25.0777172
```

Norm of dx 0.018838

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.072566988

```
lambda = 1; f = -25.0773863
lambda = 0.33333; f = -25.0776864
lambda = 0.11111; f = -25.0777154
lambda = 0.037037; f = -25.0830013
lambda = 0.071599; f = -25.0777168
lambda = 0.048211; f = -25.0777172
lambda = 0.038027; f = -25.0831400
lambda = 0.043845; f = -25.0777172
lambda = 0.040255; f = -25.0834518
lambda = 0.042372; f = -25.0777172
lambda = 0.041089; f = -25.0777172
lambda = 0.040338; f = -25.0834633
lambda = 0.040787; f = -25.0777172
```

Norm of dx 0.027567

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.586948796

```
lambda = 1; f = -25.0428073
lambda = 0.33333; f = 7.4189498
lambda = 0.11111; f = -22.4408805
lambda = 0.037037; f = -24.8294894
lambda = 0.012346; f = -25.0607307
lambda = 0.0041152; f = -25.0792461
```

Norm of dx 1.0835

Improvement on iteration 67 = 0.001528883

f at the beginning of new iteration, -25.0792460811

Predicted improvement: 0.039817861

```
lambda = 1; f = -25.0791560
lambda = 0.33333; f = -25.0792390
lambda = 0.11111; f = -25.0792459
lambda = 0.037037; f = -25.0821677
lambda = 0.071599; f = -25.0848433
lambda = 0.13841; f = -25.0792457
lambda = 0.0932; f = -25.0792460
lambda = 0.073512; f = -25.0849899
lambda = 0.084761; f = -25.0792461
lambda = 0.07782; f = -25.0792461
lambda = 0.073932; f = -25.0850221
lambda = 0.076241; f = -25.0792461
lambda = 0.074847; f = -25.0792461
lambda = 0.074023; f = -25.0850291
```

Norm of dx 0.014188

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.062576448

```
lambda = 1; f = -25.0790395
lambda = 0.33333; f = -25.0792278
lambda = 0.11111; f = -25.0792452
```

```

lambda = 0.037037; f = -25.0838081
lambda = 0.071599; f = -25.0792460
lambda = 0.048211; f = -25.0851555
lambda = 0.061123; f = -25.0792461
lambda = 0.053011; f = -25.0792461
lambda = 0.048671; f = -25.0852106
lambda = 0.05123; f = -25.0792461
lambda = 0.049679; f = -25.0853315
lambda = 0.050604; f = -25.0792461
lambda = 0.050047; f = -25.0853756

```

Norm of dx 0.020162

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 2.326415207

```

lambda = 1; f = -24.3931605
lambda = 0.33333; f = -25.0703151
lambda = 0.11111; f = -22.9161606
lambda = 0.037037; f = -23.0327994
lambda = 0.012346; f = -23.0689916
lambda = 0.0041152; f = -25.0697961
lambda = 0.0013717; f = -25.0827150

```

Norm of dx 2.157

Improvement on iteration 68 = 0.003468895

f at the beginning of new iteration, -25.0827149765

Predicted improvement: 0.040111275

```

lambda = 1; f = -25.0826201
lambda = 0.33333; f = -25.0827076
lambda = 0.11111; f = -25.0827148
lambda = 0.037037; f = -25.0856580
lambda = 0.071599; f = -25.0883530
lambda = 0.13841; f = -25.0827145
lambda = 0.0932; f = -25.0827149
lambda = 0.073512; f = -25.0885007
lambda = 0.084761; f = -25.0827150
lambda = 0.07782; f = -25.0827150
lambda = 0.073932; f = -25.0885331
lambda = 0.076241; f = -25.0827150
lambda = 0.074847; f = -25.0886037
lambda = 0.075681; f = -25.0886679
lambda = 0.076523; f = -25.0827150

```

Norm of dx 0.015465

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.065862277

```

lambda = 1; f = -25.0824147
lambda = 0.33333; f = -25.0826875
lambda = 0.11111; f = -25.0827135
lambda = 0.037037; f = -25.0875111
lambda = 0.071599; f = -25.0827147
lambda = 0.048211; f = -25.0827150
lambda = 0.038027; f = -25.0876369
lambda = 0.043845; f = -25.0883746
lambda = 0.050554; f = -25.0827150
lambda = 0.046415; f = -25.0827150
lambda = 0.044096; f = -25.0827150

```

Norm of dx 0.024405

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 1.146857153
lambda = 1; f = -24.9917174
lambda = 0.333333; f = -25.0826031
lambda = 0.111111; f = -25.0827125
lambda = 0.037037; f = -24.5165098
lambda = 0.012346; f = -25.0376447
lambda = 0.0041152; f = -25.0839953
lambda = 0.0013717; f = -25.0849702
lambda = 0.0026518; f = -25.0854233
Norm of dx 1.5145

Improvement on iteration 69 = 0.002708305

f at the beginning of new iteration, -25.0854232817

Predicted improvement: 0.040189162
lambda = 1; f = -25.0853264
lambda = 0.333333; f = -25.0854155
lambda = 0.111111; f = -25.0854231
lambda = 0.037037; f = -25.0883718
lambda = 0.071599; f = -25.0854233
lambda = 0.048211; f = -25.0892500
lambda = 0.061123; f = -25.0902584
lambda = 0.077493; f = -25.0854233
lambda = 0.067209; f = -25.0907312
lambda = 0.073203; f = -25.0854233
lambda = 0.069545; f = -25.0909123
lambda = 0.071717; f = -25.0854233
lambda = 0.070406; f = -25.0854233
lambda = 0.069631; f = -25.0909190
Norm of dx 0.014404

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.064171122
lambda = 1; f = -25.0851669
lambda = 0.333333; f = -25.0853998
lambda = 0.111111; f = -25.0854220
lambda = 0.037037; f = -25.0900939
lambda = 0.071599; f = -25.0854231
lambda = 0.048211; f = -25.0854233
lambda = 0.038027; f = -25.0902164
lambda = 0.043845; f = -25.0909344
lambda = 0.050554; f = -25.0854233
lambda = 0.046415; f = -25.0854233
lambda = 0.044096; f = -25.0909652
lambda = 0.045473; f = -25.0854233
lambda = 0.044641; f = -25.0854233
lambda = 0.04415; f = -25.0909719
Norm of dx 0.021328

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.050268767
lambda = 1; f = -25.0854106
lambda = 0.333333; f = -25.0854223
lambda = 0.111111; f = -23.0737599
lambda = 0.037037; f = -25.0515414
lambda = 0.012346; f = -25.0827347
lambda = 0.0041152; f = -25.0854862

```
lambda = 0.0013717; f = -25.0855509
lambda = 0.0026518; f = -25.0855738
Norm of dx 0.31708
```

```
-----
Improvement on iteration 70 = 0.000150532
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.0855738140
```

```
Predicted improvement: 0.039792878
lambda = 1; f = -25.0854777
lambda = 0.33333; f = -25.0855661
lambda = 0.11111; f = -25.0855736
lambda = 0.037037; f = -25.0884937
lambda = 0.071599; f = -25.0855738
lambda = 0.048211; f = -25.0893636
lambda = 0.061123; f = -25.0903624
lambda = 0.077493; f = -25.0855738
lambda = 0.067209; f = -25.0908309
lambda = 0.073203; f = -25.0855738
lambda = 0.069545; f = -25.0855738
lambda = 0.067439; f = -25.0908486
lambda = 0.068695; f = -25.0909450
lambda = 0.069974; f = -25.0855738
lambda = 0.069204; f = -25.0855738
```

```
Norm of dx 0.01511
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.068068583
lambda = 1; f = -25.0852554
lambda = 0.33333; f = -25.0855440
lambda = 0.11111; f = -25.0855720
lambda = 0.037037; f = -25.0905223
lambda = 0.071599; f = -25.0855735
lambda = 0.048211; f = -25.0855738
lambda = 0.038027; f = -25.0906519
lambda = 0.043845; f = -25.0855738
lambda = 0.040255; f = -25.0855738
lambda = 0.038244; f = -25.0906803
lambda = 0.039438; f = -25.0855738
lambda = 0.038717; f = -25.0907423
lambda = 0.039148; f = -25.0907987
lambda = 0.039584; f = -25.0855738
```

```
Norm of dx 0.023368
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement: 0.196369163
lambda = 1; f = -25.0855509
lambda = 0.33333; f = -15.3720847
lambda = 0.11111; f = -24.1191030
lambda = 0.037037; f = -24.9892777
lambda = 0.012346; f = -25.0779735
lambda = 0.0041152; f = -25.0857446
lambda = 0.0013717; f = -25.0859306
```

```
Norm of dx 0.62669
```

```
-----
Improvement on iteration 71 = 0.000356806
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.0859306200
```

```
Predicted improvement:      0.040068239
lambda =      1; f =      -25.0858346
lambda =      0.33333; f =      -25.0859229
lambda =      0.11111; f =      -25.0859304
lambda =      0.037037; f =      -25.0888708
lambda =      0.071599; f =      -25.0859306
lambda =      0.048211; f =      -25.0897468
lambda =      0.061123; f =      -25.0907527
lambda =      0.077493; f =      -25.0859306
lambda =      0.067209; f =      -25.0912244
lambda =      0.073203; f =      -25.0859306
lambda =      0.069545; f =      -25.0914051
lambda =      0.071717; f =      -25.0859306
lambda =      0.070406; f =      -25.0859306
lambda =      0.069631; f =      -25.0914118
```

Norm of dx 0.01533

Cliff. Perturbing search direction.

```
Predicted improvement:      0.071014742
lambda =      1; f =      -25.0856181
lambda =      0.33333; f =      -25.0859015
lambda =      0.11111; f =      -25.0859289
lambda =      0.037037; f =      -25.0910919
lambda =      0.071599; f =      -25.0859303
lambda =      0.048211; f =      -25.0859306
lambda =      0.038027; f =      -25.0912270
lambda =      0.043845; f =      -25.0859306
lambda =      0.040255; f =      -25.0859306
lambda =      0.038244; f =      -25.0912567
lambda =      0.039438; f =      -25.0914196
lambda =      0.04067; f =      -25.0859306
lambda =      0.039926; f =      -25.0914861
lambda =      0.040371; f =      -25.0859306
```

Norm of dx 0.02199

Cliff again. Try traversing

```
Predicted improvement:      0.027199005
lambda =      1; f =      -25.0859306
lambda =      0.33333; f =      -23.0632679
lambda =      0.11111; f =      -23.0841335
lambda =      0.037037; f =      -25.0755420
lambda =      0.012346; f =      -25.0853166
lambda =      0.0041152; f =      -25.0860441
```

Norm of dx 0.23323

Improvement on iteration 72 = 0.000113523

f at the beginning of new iteration, -25.0860441431

```
Predicted improvement:      0.040233931
lambda =      1; f =      -25.0859484
lambda =      0.33333; f =      -25.0860365
lambda =      0.11111; f =      -25.0860440
lambda =      0.037037; f =      -25.0889964
lambda =      0.071599; f =      -25.0860441
lambda =      0.048211; f =      -25.0898760
lambda =      0.061123; f =      -25.0908860
lambda =      0.077493; f =      -25.0860441
lambda =      0.067209; f =      -25.0913597
```

```

lambda = 0.073203; f = -25.0860441
lambda = 0.069545; f = -25.0915411
lambda = 0.071717; f = -25.0860441
lambda = 0.070406; f = -25.0860441
lambda = 0.069631; f = -25.0915477
Norm of dx 0.015237

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement: 0.056559641
lambda = 1; f = -25.0858592
lambda = 0.33333; f = -25.0860278
lambda = 0.11111; f = -25.0860434
lambda = 0.037037; f = -25.0901794
lambda = 0.071599; f = -25.0860441
lambda = 0.048211; f = -25.0914055
lambda = 0.061123; f = -25.0860441
lambda = 0.053011; f = -25.0860441
lambda = 0.048671; f = -25.0914558
lambda = 0.05123; f = -25.0917351
lambda = 0.053925; f = -25.0860441
lambda = 0.052292; f = -25.0860441
lambda = 0.051336; f = -25.0917466
lambda = 0.051907; f = -25.0860441

```

Norm of dx 0.019287

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement: 0.872592392
lambda = 1; f = -25.0218555
lambda = 0.33333; f = -25.0859816
lambda = 0.11111; f = -25.0860381
lambda = 0.037037; f = -25.0860440
lambda = 0.012346; f = -25.0375096
lambda = 0.0041152; f = -25.0855010
lambda = 0.0013717; f = -25.0876185

```

Norm of dx 1.3211

Improvement on iteration 73 = 0.001574324

f at the beginning of new iteration, -25.0876184675

```

Predicted improvement: 0.042241377
lambda = 1; f = -25.0875164
lambda = 0.33333; f = -25.0876100
lambda = 0.11111; f = -25.0876182
lambda = 0.037037; f = -25.0907182
lambda = 0.071599; f = -25.0876185
lambda = 0.048211; f = -25.0916417
lambda = 0.061123; f = -25.0927022
lambda = 0.077493; f = -25.0876184
lambda = 0.067209; f = -25.0876185
lambda = 0.061706; f = -25.0927500
lambda = 0.064951; f = -25.0876185
lambda = 0.062984; f = -25.0928545
lambda = 0.064157; f = -25.0929504
lambda = 0.065352; f = -25.0876185
lambda = 0.064632; f = -25.0876185

```

Norm of dx 0.015483

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement: 0.061974492

```

```
lambda =      1; f =      -25.0873961
lambda =    0.33333; f =      -25.0875982
lambda =    0.11111; f =      -25.0876174
lambda =    0.037037; f =      -25.0921446
lambda =    0.071599; f =      -25.0876183
lambda =    0.048211; f =      -25.0876185
lambda =    0.038027; f =      -25.0922638
lambda =    0.043845; f =      -25.0929625
lambda =    0.050554; f =      -25.0876185
lambda =    0.046415; f =      -25.0876185
lambda =    0.044096; f =      -25.0929925
lambda =    0.045473; f =      -25.0876185
lambda =    0.044641; f =      -25.0930579
lambda =    0.045138; f =      -25.0876185
Norm of dx    0.020575
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement:    0.191943523
lambda =      1; f =      -25.0874490
lambda =    0.33333; f =      -25.0876035
lambda =    0.11111; f =      -25.0876178
lambda =    0.037037; f =      -25.0066806
lambda =    0.012346; f =      -25.0819135
lambda =    0.0041152; f =      -25.0880907
lambda =    0.0013717; f =      -25.0880401
lambda =    0.0026518; f =      -25.0881951
Norm of dx    0.61959
-----
Improvement on iteration 74 =    0.000576668
-----
f at the beginning of new iteration,    -25.0881951356
Predicted improvement:    0.042791745
lambda =      1; f =      -25.0880904
lambda =    0.33333; f =      -25.0881863
lambda =    0.11111; f =      -25.0881948
lambda =    0.037037; f =      -25.0913352
lambda =    0.071599; f =      -25.0881951
lambda =    0.048211; f =      -25.0922708
lambda =    0.061123; f =      -25.0881951
lambda =    0.053011; f =      -25.0926711
lambda =    0.057739; f =      -25.0930643
lambda =    0.062888; f =      -25.0881951
lambda =    0.059746; f =      -25.0932309
lambda =    0.061612; f =      -25.0881951
lambda =    0.060486; f =      -25.0932923
lambda =    0.061159; f =      -25.0881951
Norm of dx    0.015464
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement:    0.059524609
lambda =      1; f =      -25.0879934
lambda =    0.33333; f =      -25.0881767
lambda =    0.11111; f =      -25.0881942
lambda =    0.037037; f =      -25.0925467
lambda =    0.071599; f =      -25.0881950
lambda =    0.048211; f =      -25.0881951
lambda =    0.038027; f =      -25.0926614
lambda =    0.043845; f =      -25.0933340
```

```
lambda = 0.050554; f = -25.0881951
lambda = 0.046415; f = -25.0881951
lambda = 0.044096; f = -25.0933629
lambda = 0.045473; f = -25.0881951
lambda = 0.044641; f = -25.0881951
lambda = 0.04415; f = -25.0933691
```

Norm of dx 0.022768

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.102529780

```
lambda = 1; f = -22.9989613
lambda = 0.33333; f = -23.0643403
lambda = 0.11111; f = -23.0850911
lambda = 0.037037; f = -25.0719275
lambda = 0.012346; f = -25.0881459
lambda = 0.0041152; f = -25.0887718
```

Norm of dx 0.45284

Improvement on iteration 75 = 0.000576698

f at the beginning of new iteration, -25.0887718332

Predicted improvement: 0.043333359

```
lambda = 1; f = -25.0886635
lambda = 0.33333; f = -25.0887628
lambda = 0.11111; f = -25.0887715
lambda = 0.037037; f = -25.0919520
lambda = 0.071599; f = -25.0887718
lambda = 0.048211; f = -25.0928997
lambda = 0.061123; f = -25.0939880
lambda = 0.077493; f = -25.0887718
lambda = 0.067209; f = -25.0887718
lambda = 0.061706; f = -25.0940370
lambda = 0.064951; f = -25.0887718
lambda = 0.062984; f = -25.0887718
lambda = 0.061832; f = -25.0940476
lambda = 0.062521; f = -25.0887718
```

Norm of dx 0.016134

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.069898584

```
lambda = 1; f = -25.0884097
lambda = 0.33333; f = -25.0887372
lambda = 0.11111; f = -25.0887696
lambda = 0.037037; f = -25.0887718
lambda = 0.012346; f = -25.0904862
lambda = 0.023866; f = -25.0920650
lambda = 0.046138; f = -25.0887718
lambda = 0.031067; f = -25.0930414
lambda = 0.039387; f = -25.0887718
lambda = 0.03416; f = -25.0934584
lambda = 0.037207; f = -25.0887718
lambda = 0.035348; f = -25.0887718
lambda = 0.034277; f = -25.0934741
lambda = 0.034915; f = -25.0935600
lambda = 0.035566; f = -25.0887718
lambda = 0.035174; f = -25.0887718
```

Norm of dx 0.024819

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement:      2.871838383
lambda =      1; f =      -23.4227668
lambda =    0.33333; f =    -25.0874813
lambda =    0.11111; f =     -6.1877375
lambda =    0.037037; f =   -23.6601838
lambda =    0.012346; f =   -24.9890992
lambda =   0.0041152; f =   -25.0935453
lambda =   0.0013717; f =  -25.0944623
lambda =   0.0026518; f =  -25.0960891
Norm of dx      2.3966

```

```

-----
Improvement on iteration 76 =      0.007317257
-----

```

```

f at the beginning of new iteration,      -25.0960890901

```

```

Predicted improvement:      0.049948478
lambda =      1; f =      -25.0959602
lambda =    0.33333; f =    -25.0960783
lambda =    0.11111; f =    -25.0960887
lambda =    0.037037; f =    -25.0997534
lambda =    0.071599; f =    -25.0960891
lambda =    0.048211; f =    -25.1008448
lambda =    0.061123; f =    -25.1020979
lambda =    0.077493; f =    -25.0960891
lambda =    0.067209; f =    -25.0960891
lambda =    0.061706; f =    -25.1021543
lambda =    0.064951; f =    -25.0960891
lambda =    0.062984; f =    -25.0960891
lambda =    0.061832; f =    -25.1021666
lambda =    0.062521; f =    -25.1022331
lambda =    0.063217; f =    -25.0960891
Norm of dx      0.017854

```

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

```

Predicted improvement:      0.107209026
lambda =      1; f =      -25.0954740
lambda =    0.33333; f =    -25.0960289
lambda =    0.11111; f =    -25.0960848
lambda =    0.037037; f =    -25.0960891
lambda =    0.012346; f =    -25.0987109
lambda =    0.023866; f =    -25.1011117
lambda =    0.046138; f =    -25.0960889
lambda =    0.031067; f =    -25.0960891
lambda =    0.024504; f =    -25.1012433
lambda =    0.028254; f =    -25.1020142
lambda =    0.032577; f =    -25.0960891
lambda =    0.029909; f =    -25.0960891
lambda =    0.028415; f =    -25.1020473
lambda =    0.029302; f =    -25.1022290
lambda =    0.030218; f =    -25.0960891
lambda =    0.029665; f =    -25.1023032
lambda =    0.029995; f =    -25.0960891
Norm of dx      0.029238

```

```

Cliff again. Try traversing

```

```

Predicted improvement:      0.014404434
lambda =      1; f =      -23.0496772
lambda =    0.33333; f =    -23.0867157
lambda =    0.11111; f =    -25.0262214

```

```
lambda = 0.037037; f = -25.0893719
lambda = 0.012346; f = -25.0957273
lambda = 0.0041152; f = -25.0961784
lambda = 0.0079555; f = -25.0960723
lambda = 0.0053568; f = -25.0961641
Norm of dx 0.16973
```

```
----
Improvement on iteration 77 = 0.000089337
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.0961784273
```

```
Predicted improvement: 0.049839539
lambda = 1; f = -25.0960499
lambda = 0.33333; f = -25.0961677
lambda = 0.11111; f = -25.0961781
lambda = 0.037037; f = -25.0998347
lambda = 0.071599; f = -25.0961784
lambda = 0.048211; f = -25.1009238
lambda = 0.061123; f = -25.1021741
lambda = 0.077493; f = -25.0961784
lambda = 0.067209; f = -25.0961784
lambda = 0.061706; f = -25.1022304
lambda = 0.064951; f = -25.0961784
lambda = 0.062984; f = -25.0961784
lambda = 0.061832; f = -25.1022426
lambda = 0.062521; f = -25.1023090
lambda = 0.063217; f = -25.0961784
Norm of dx 0.0184
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.076389918
lambda = 1; f = -25.0958819
lambda = 0.33333; f = -25.0961510
lambda = 0.11111; f = -25.0961769
lambda = 0.037037; f = -25.1017386
lambda = 0.071599; f = -25.0961781
lambda = 0.048211; f = -25.0961784
lambda = 0.038027; f = -25.1018845
lambda = 0.043845; f = -25.0961784
lambda = 0.040255; f = -25.1022124
lambda = 0.042372; f = -25.0961784
lambda = 0.041089; f = -25.1023349
lambda = 0.041854; f = -25.1024473
lambda = 0.042634; f = -25.0961784
lambda = 0.042164; f = -25.1024928
Norm of dx 0.023786
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement: 0.308305593
lambda = 1; f = -25.0921041
lambda = 0.33333; f = -25.0961769
lambda = 0.11111; f = -23.0593387
lambda = 0.037037; f = -23.0897548
lambda = 0.012346; f = -25.0734186
lambda = 0.0041152; f = -25.0955555
lambda = 0.0013717; f = -25.0967520
Norm of dx 0.78525
```

```
----
Improvement on iteration 78 = 0.000573533
```

```
-----  
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.0967519604  
Predicted improvement:      0.049770151  
lambda =      1; f =      -25.0966233  
lambda =      0.333333; f =      -25.0967412  
lambda =      0.111111; f =      -25.0967516  
lambda =      0.037037; f =      -25.1004028  
lambda =      0.071599; f =      -25.0967519  
lambda =      0.048211; f =      -25.1014901  
lambda =      0.061123; f =      -25.1027383  
lambda =      0.077493; f =      -25.0967519  
lambda =      0.067209; f =      -25.0967520  
lambda =      0.061706; f =      -25.1027944  
lambda =      0.064951; f =      -25.0967520  
lambda =      0.062984; f =      -25.0967520  
lambda =      0.061832; f =      -25.1028066  
lambda =      0.062521; f =      -25.0967520  
Norm of dx      0.018866  
Cliff. Perturbing search direction.  
Predicted improvement:      0.068211208  
lambda =      1; f =      -25.0965170  
lambda =      0.333333; f =      -25.0967307  
lambda =      0.111111; f =      -25.0967509  
lambda =      0.037037; f =      -25.1017319  
lambda =      0.071599; f =      -25.0967518  
lambda =      0.048211; f =      -25.0967520  
lambda =      0.038027; f =      -25.1018630  
lambda =      0.043845; f =      -25.1026314  
lambda =      0.050554; f =      -25.0967520  
lambda =      0.046415; f =      -25.1029697  
lambda =      0.048856; f =      -25.0967520  
lambda =      0.047376; f =      -25.0967520  
lambda =      0.04651; f =      -25.1029822  
lambda =      0.047028; f =      -25.0967520  
Norm of dx      0.023517  
Cliff again. Try traversing  
Predicted improvement:      0.789352900  
lambda =      1; f =      -25.0517576  
lambda =      0.333333; f =      -25.0967147  
lambda =      0.111111; f =      -23.0331369  
lambda =      0.037037; f =      -23.0813239  
lambda =      0.012346; f =      -25.0312439  
lambda =      0.0041152; f =      -25.0940245  
lambda =      0.0013717; f =      -25.0980075  
Norm of dx      1.2565  
-----  
Improvement on iteration 79 =      0.001255516  
-----  
-----
```

```
f at the beginning of new iteration,      -25.0980074759  
Predicted improvement:      0.049375387  
lambda =      1; f =      -25.0978794  
lambda =      0.333333; f =      -25.0979968  
lambda =      0.111111; f =      -25.0980071  
lambda =      0.037037; f =      -25.1016287  
lambda =      0.071599; f =      -25.0980075
```

```

lambda = 0.048211; f = -25.1027069
lambda = 0.061123; f = -25.1039446
lambda = 0.077493; f = -25.0980074
lambda = 0.067209; f = -25.0980075
lambda = 0.061706; f = -25.1040003
lambda = 0.064951; f = -25.0980075
lambda = 0.062984; f = -25.0980075
lambda = 0.061832; f = -25.1040124
lambda = 0.062521; f = -25.0980075
Norm of dx 0.019403

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement: 0.056751744
lambda = 1; f = -25.0978783
lambda = 0.33333; f = -25.0979967
lambda = 0.11111; f = -25.0980071
lambda = 0.037037; f = -25.1021550
lambda = 0.071599; f = -25.0980075
lambda = 0.048211; f = -25.1033841
lambda = 0.061123; f = -25.1047916
lambda = 0.077493; f = -25.0980074
lambda = 0.067209; f = -25.0980075
lambda = 0.061706; f = -25.1048548
lambda = 0.064951; f = -25.0980075
lambda = 0.062984; f = -25.0980075
lambda = 0.061832; f = -25.1048686
lambda = 0.062521; f = -25.0980075
Norm of dx 0.023905

```

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement: 2.772905286
lambda = 1; f = -23.3347962
lambda = 0.33333; f = -25.0979679
lambda = 0.11111; f = -25.0980049
lambda = 0.037037; f = -25.0980075
lambda = 0.012346; f = -25.0292796
lambda = 0.0041152; f = -25.1063502
Norm of dx 2.355

```

```

-----
Improvement on iteration 80 = 0.008342709
-----

```

```

f at the beginning of new iteration, -25.1063501847
Predicted improvement: 0.045981635
lambda = 1; f = -25.1062192
lambda = 0.33333; f = -25.1063388
lambda = 0.11111; f = -25.1063497
lambda = 0.037037; f = -25.1097204
lambda = 0.071599; f = -25.1063501
lambda = 0.048211; f = -25.1107230
lambda = 0.061123; f = -25.1063502
lambda = 0.053011; f = -25.1111517
lambda = 0.057739; f = -25.1063502
lambda = 0.054854; f = -25.1063502
lambda = 0.053193; f = -25.1111679
lambda = 0.054183; f = -25.1112562
lambda = 0.055193; f = -25.1063502
lambda = 0.054585; f = -25.1112920
Norm of dx 0.015142

```

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.068418222
 lambda = 1; f = -25.1061270
 lambda = 0.33333; f = -25.1063296
 lambda = 0.11111; f = -25.1063490
 lambda = 0.037037; f = -25.1113048
 lambda = 0.071599; f = -25.1063500
 lambda = 0.048211; f = -25.1063502
 lambda = 0.038027; f = -25.1114340
 lambda = 0.043845; f = -25.1063502
 lambda = 0.040255; f = -25.1117245
 lambda = 0.042372; f = -25.1119997
 lambda = 0.044601; f = -25.1063502
 lambda = 0.04325; f = -25.1063502
 lambda = 0.042459; f = -25.1120110
 lambda = 0.042932; f = -25.1063502

Norm of dx 0.017783

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 5.778053565
 lambda = 1; f = -22.2809746
 lambda = 0.33333; f = -24.9049243
 lambda = 0.11111; f = -25.1030108
 lambda = 0.037037; f = -25.1063501
 lambda = 0.012346; f = -23.0961160
 lambda = 0.0041152; f = -25.0000306
 lambda = 0.0013717; f = -25.1058763
 lambda = 0.00045725; f = -25.1101577
 lambda = 0.00088394; f = -25.1101241

Norm of dx 3.3994

 Improvement on iteration 81 = 0.003807554

f at the beginning of new iteration, -25.1101577388

Predicted improvement: 0.043869794
 lambda = 1; f = -25.1100226
 lambda = 0.33333; f = -25.1101459
 lambda = 0.11111; f = -25.1101572
 lambda = 0.037037; f = -25.1133730
 lambda = 0.071599; f = -25.1101577
 lambda = 0.048211; f = -25.1143295
 lambda = 0.061123; f = -25.1101577
 lambda = 0.053011; f = -25.1101577
 lambda = 0.048671; f = -25.1143687
 lambda = 0.05123; f = -25.1145868
 lambda = 0.053925; f = -25.1101577
 lambda = 0.052292; f = -25.1146772
 lambda = 0.053266; f = -25.1101577
 lambda = 0.052679; f = -25.1147101

Norm of dx 0.016153

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.048391532
 lambda = 1; f = -25.1100010
 lambda = 0.33333; f = -25.1101438
 lambda = 0.11111; f = -25.1101571
 lambda = 0.037037; f = -25.1136985
 lambda = 0.071599; f = -25.1101577

```

lambda = 0.048211; f = -25.1147494
lambda = 0.061123; f = -25.1101577
lambda = 0.053011; f = -25.1101577
lambda = 0.048671; f = -25.1147924
lambda = 0.05123; f = -25.1101577
lambda = 0.049679; f = -25.1101577
lambda = 0.048771; f = -25.1148018
lambda = 0.049314; f = -25.1148526
lambda = 0.049863; f = -25.1101577

```

Norm of dx 0.016713

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 1.176693635

```

lambda = 1; f = -24.9205370
lambda = 0.33333; f = -25.1069371
lambda = 0.11111; f = -25.1101384
lambda = 0.037037; f = -25.1101567
lambda = 0.012346; f = -24.9492460
lambda = 0.0041152; f = -25.0986600
lambda = 0.0013717; f = -25.1111395

```

Norm of dx 1.5341

Improvement on iteration 82 = 0.000981735

f at the beginning of new iteration, -25.1111394733

Predicted improvement: 0.044207462

```

lambda = 1; f = -25.1110003
lambda = 0.33333; f = -25.1111269
lambda = 0.11111; f = -25.1111389
lambda = 0.037037; f = -25.1143788
lambda = 0.071599; f = -25.1111394
lambda = 0.048211; f = -25.1111395
lambda = 0.038027; f = -25.1144643
lambda = 0.043845; f = -25.1149665
lambda = 0.050554; f = -25.1111395
lambda = 0.046415; f = -25.1151876
lambda = 0.048856; f = -25.1111395
lambda = 0.047376; f = -25.1152703
lambda = 0.048259; f = -25.1111395
lambda = 0.047727; f = -25.1111395

```

Norm of dx 0.017012

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.061573252

```

lambda = 1; f = -25.1108427
lambda = 0.33333; f = -25.1111108
lambda = 0.11111; f = -25.1111375
lambda = 0.037037; f = -25.1111395
lambda = 0.012346; f = -25.1126519
lambda = 0.023866; f = -25.1140488
lambda = 0.046138; f = -25.1111394
lambda = 0.031067; f = -25.1149147
lambda = 0.039387; f = -25.1111395
lambda = 0.03416; f = -25.1111395
lambda = 0.031363; f = -25.1149502
lambda = 0.033013; f = -25.1111395
lambda = 0.032013; f = -25.1150281
lambda = 0.032609; f = -25.1150995

```

```

lambda = 0.033216; f = -25.1111395
lambda = 0.032851; f = -25.1151284
Norm of dx 0.022007
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.565098832
lambda = 1; f = -25.0910596
lambda = 0.33333; f = -25.1111269
lambda = 0.11111; f = -25.1111389
lambda = 0.037037; f = -24.6724485
lambda = 0.012346; f = -25.0736037
lambda = 0.0041152; f = -25.1101629
lambda = 0.0013717; f = -25.1120769
Norm of dx 1.0631

```

```

-----
Improvement on iteration 83 = 0.000937467
-----

```

```

f at the beginning of new iteration, -25.1120769400
Predicted improvement: 0.043264916
lambda = 1; f = -25.1119383
lambda = 0.33333; f = -25.1120644
lambda = 0.11111; f = -25.1120763
lambda = 0.037037; f = -25.1152477
lambda = 0.071599; f = -25.1120768
lambda = 0.048211; f = -25.1120769
lambda = 0.038027; f = -25.1153314
lambda = 0.043845; f = -25.1158230
lambda = 0.050554; f = -25.1120769
lambda = 0.046415; f = -25.1120769
lambda = 0.044096; f = -25.1158441
lambda = 0.045473; f = -25.1159602
lambda = 0.046893; f = -25.1120769
lambda = 0.046036; f = -25.1160076
lambda = 0.046548; f = -25.1120769
Norm of dx 0.016133

```

```

Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 0.067434581
lambda = 1; f = -25.1117236
lambda = 0.33333; f = -25.1120423
lambda = 0.11111; f = -25.1120744
lambda = 0.037037; f = -25.1120769
lambda = 0.012346; f = -25.1137313
lambda = 0.023866; f = -25.1152558
lambda = 0.046138; f = -25.1120768
lambda = 0.031067; f = -25.1120769
lambda = 0.024504; f = -25.1153396
lambda = 0.028254; f = -25.1158313
lambda = 0.032577; f = -25.1120769
lambda = 0.029909; f = -25.1120769
lambda = 0.028415; f = -25.1158525
lambda = 0.029302; f = -25.1159685
lambda = 0.030218; f = -25.1120769
lambda = 0.029665; f = -25.1120769
lambda = 0.029338; f = -25.1159732

```

```

Norm of dx 0.022269
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.023668045

```

```

lambda =      1; f =          -6.9727742
lambda =    0.33333; f =        -23.5489141
lambda =    0.11111; f =        -24.9526019
lambda =    0.037037; f =       -25.0956425
lambda =    0.012346; f =       -25.1105657
lambda =    0.0041152; f =      -25.1120099
lambda =    0.0013717; f =      -25.1121030
Norm of dx    0.21757

```

```

-----
Improvement on iteration 84 =          0.000026032
-----

```

```

f at the beginning of new iteration,          -25.1121029719

```

```

Predicted improvement:          0.043333722
lambda =      1; f =          -25.1119639
lambda =    0.33333; f =        -25.1120904
lambda =    0.11111; f =        -25.1121023
lambda =    0.037037; f =       -25.1152788
lambda =    0.071599; f =       -25.1121029
lambda =    0.048211; f =       -25.1121030
lambda =    0.038027; f =       -25.1153627
lambda =    0.043845; f =       -25.1158551
lambda =    0.050554; f =       -25.1121030
lambda =    0.046415; f =       -25.1121030
lambda =    0.044096; f =       -25.1158763
lambda =    0.045473; f =       -25.1159926
lambda =    0.046893; f =       -25.1121030
lambda =    0.046036; f =       -25.1160400
lambda =    0.046548; f =       -25.1121030
Norm of dx    0.016332

```

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

```

Predicted improvement:          0.046243105
lambda =      1; f =          -25.1119482
lambda =    0.33333; f =        -25.1120888
lambda =    0.11111; f =        -25.1121022
lambda =    0.037037; f =       -25.1154885
lambda =    0.071599; f =       -25.1121028
lambda =    0.048211; f =       -25.1121030
lambda =    0.038027; f =       -25.1155779
lambda =    0.043845; f =       -25.1161021
lambda =    0.050554; f =       -25.1121030
lambda =    0.046415; f =       -25.1121030
lambda =    0.044096; f =       -25.1121030
Norm of dx    0.016861

```

```

Cliff again. Try traversing

```

```

Predicted improvement:          0.665751081
lambda =      1; f =          -25.0205893
lambda =    0.33333; f =        -25.1120178
lambda =    0.11111; f =        -25.1120957
lambda =    0.037037; f =       -25.1121027
lambda =    0.012346; f =       -25.0241174
lambda =    0.0041152; f =      -25.1062483
lambda =    0.0013717; f =      -25.1127357
Norm of dx    1.1539

```

```

-----
Improvement on iteration 85 =          0.000632775
-----

```

```
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.1127357466  
Predicted improvement:      0.043240397  
lambda =      1; f =      -25.1125963  
lambda =      0.333333; f =      -25.1127229  
lambda =      0.111111; f =      -25.1127350  
lambda =      0.037037; f =      -25.1159046  
lambda =      0.071599; f =      -25.1127356  
lambda =      0.048211; f =      -25.1127357  
lambda =      0.038027; f =      -25.1159883  
lambda =      0.043845; f =      -25.1127357  
lambda =      0.040255; f =      -25.1161766  
lambda =      0.042372; f =      -25.1163554  
lambda =      0.044601; f =      -25.1127357  
lambda =      0.04325; f =      -25.1127357  
lambda =      0.042459; f =      -25.1163627  
lambda =      0.042932; f =      -25.1164026  
lambda =      0.04341; f =      -25.1127357  
Norm of dx      0.016957  
Cliff. Perturbing search direction.  
Predicted improvement:      0.051304004  
lambda =      1; f =      -25.1125395  
lambda =      0.333333; f =      -25.1127171  
lambda =      0.111111; f =      -25.1127346  
lambda =      0.037037; f =      -25.1127357  
lambda =      0.012346; f =      -25.1139966  
lambda =      0.023866; f =      -25.1151625  
lambda =      0.046138; f =      -25.1127357  
lambda =      0.031067; f =      -25.1158859  
lambda =      0.039387; f =      -25.1127357  
lambda =      0.03416; f =      -25.1161954  
lambda =      0.037207; f =      -25.1127357  
lambda =      0.035348; f =      -25.1163140  
lambda =      0.036452; f =      -25.1164242  
lambda =      0.03759; f =      -25.1127357  
lambda =      0.036903; f =      -25.1127357  
lambda =      0.036496; f =      -25.1127357  
Norm of dx      0.01932  
Cliff again. Try traversing  
Predicted improvement:      0.074523089  
lambda =      1; f =      -25.1126998  
lambda =      0.333333; f =      -23.0412776  
lambda =      0.111111; f =      -23.0945575  
lambda =      0.037037; f =      -23.1120890  
lambda =      0.012346; f =      -25.0930854  
lambda =      0.0041152; f =      -25.1110564  
lambda =      0.0013717; f =      -25.1127211  
lambda =      0.00045725; f =      -25.1127916  
lambda =      0.00088394; f =      -25.1127889  
Norm of dx      0.38606  
-----  
Improvement on iteration 86 =      0.000055843  
-----  
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.1127915899  
Predicted improvement:      0.043029844  
lambda =      1; f =      -25.1126526
```

```

lambda = 0.33333; f = -25.1127788
lambda = 0.11111; f = -25.1127909
lambda = 0.037037; f = -25.1159453
lambda = 0.071599; f = -25.1127915
lambda = 0.048211; f = -25.1127916
lambda = 0.038027; f = -25.1160286
lambda = 0.043845; f = -25.1127916
lambda = 0.040255; f = -25.1162161
lambda = 0.042372; f = -25.1163939
lambda = 0.044601; f = -25.1127916
lambda = 0.04325; f = -25.1127916
lambda = 0.042459; f = -25.1164012
lambda = 0.042932; f = -25.1164409
lambda = 0.04341; f = -25.1127916

```

Norm of dx 0.017135

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.065096974

```

lambda = 1; f = -25.1124540
lambda = 0.33333; f = -25.1127583
lambda = 0.11111; f = -25.1127891
lambda = 0.037037; f = -25.1127916
lambda = 0.012346; f = -25.1143892
lambda = 0.023866; f = -25.1158622
lambda = 0.046138; f = -25.1127915
lambda = 0.031067; f = -25.1127916
lambda = 0.024504; f = -25.1159433
lambda = 0.028254; f = -25.1127916
lambda = 0.02594; f = -25.1161256
lambda = 0.027304; f = -25.1162985
lambda = 0.02874; f = -25.1127916
lambda = 0.02787; f = -25.1163701
lambda = 0.028389; f = -25.1127916
lambda = 0.028076; f = -25.1127916

```

Norm of dx 0.022955

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.109064597

```

lambda = 1; f = -25.1127888
lambda = 0.33333; f = -25.1127893
lambda = 0.11111; f = -25.1127916
lambda = 0.037037; f = -25.0056810
lambda = 0.012346; f = -25.1027520
lambda = 0.0041152; f = -25.1122423
lambda = 0.0013717; f = -25.1129173

```

Norm of dx 0.46704

Improvement on iteration 87 = 0.000125739

f at the beginning of new iteration, -25.1129173285

Predicted improvement: 0.042794775

```

lambda = 1; f = -25.1127790
lambda = 0.33333; f = -25.1129046
lambda = 0.11111; f = -25.1129166
lambda = 0.037037; f = -25.1160540
lambda = 0.071599; f = -25.1129172
lambda = 0.048211; f = -25.1129173
lambda = 0.038027; f = -25.1161369

```

```
lambda = 0.043845; f = -25.1129173
lambda = 0.040255; f = -25.1163234
lambda = 0.042372; f = -25.1165004
lambda = 0.044601; f = -25.1129173
lambda = 0.04325; f = -25.1129173
lambda = 0.042459; f = -25.1129173
```

Norm of dx 0.016515

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.062201654

```
lambda = 1; f = -25.1126198
lambda = 0.33333; f = -25.1128881
lambda = 0.11111; f = -25.1129152
lambda = 0.037037; f = -25.1129173
lambda = 0.012346; f = -25.1144438
lambda = 0.023866; f = -25.1158514
lambda = 0.046138; f = -25.1129172
lambda = 0.031067; f = -25.1129173
lambda = 0.024504; f = -25.1159288
lambda = 0.028254; f = -25.1163830
lambda = 0.032577; f = -25.1129173
lambda = 0.029909; f = -25.1129173
lambda = 0.028415; f = -25.1164025
lambda = 0.029302; f = -25.1165098
lambda = 0.030218; f = -25.1129173
lambda = 0.029665; f = -25.1129173
lambda = 0.029338; f = -25.1165141
```

Norm of dx 0.021085

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.004822779

```
lambda = 1; f = -25.1129173
lambda = 0.33333; f = -23.1057189
lambda = 0.11111; f = -25.0690784
lambda = 0.037037; f = -25.1084023
lambda = 0.012346; f = -25.1125473
lambda = 0.0041152; f = -25.1129206
lambda = 0.0013717; f = -25.1129325
lambda = 0.0026518; f = -25.1129339
```

Norm of dx 0.098212

Improvement on iteration 88 = 0.000016608

f at the beginning of new iteration, -25.1129339361

Predicted improvement: 0.042753322

```
lambda = 1; f = -25.1127957
lambda = 0.33333; f = -25.1129212
lambda = 0.11111; f = -25.1129332
lambda = 0.037037; f = -25.1160676
lambda = 0.071599; f = -25.1129338
lambda = 0.048211; f = -25.1129339
lambda = 0.038027; f = -25.1161504
lambda = 0.043845; f = -25.1129339
lambda = 0.040255; f = -25.1163367
lambda = 0.042372; f = -25.1129339
lambda = 0.041089; f = -25.1164064
lambda = 0.041854; f = -25.1164703
lambda = 0.042634; f = -25.1129339
```

```
lambda = 0.042164; f = -25.1164962
Norm of dx 0.016777
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 0.047918159
lambda = 1; f = -25.1127630
lambda = 0.33333; f = -25.1129178
lambda = 0.11111; f = -25.1129330
lambda = 0.037037; f = -25.1164408
lambda = 0.071599; f = -25.1129337
lambda = 0.048211; f = -25.1129339
lambda = 0.038027; f = -25.1165333
lambda = 0.043845; f = -25.1129339
lambda = 0.040255; f = -25.1129339
lambda = 0.038244; f = -25.1165536
lambda = 0.039438; f = -25.1129339
lambda = 0.038717; f = -25.1129339
lambda = 0.038291; f = -25.1129339
Norm of dx 0.018219
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.831254809
lambda = 1; f = -24.9923615
lambda = 0.33333; f = -25.1120031
lambda = 0.11111; f = -25.1128916
lambda = 0.037037; f = -25.1129306
lambda = 0.012346; f = -25.1129339
lambda = 0.0041152; f = -25.0890821
lambda = 0.0013717; f = -25.1118462
lambda = 0.00045725; f = -25.1133400
Norm of dx 1.2894
----
Improvement on iteration 89 = 0.000406081
-----
f at the beginning of new iteration, -25.1133400168
Predicted improvement: 0.043099849
lambda = 1; f = -25.1131990
lambda = 0.33333; f = -25.1133268
lambda = 0.11111; f = -25.1133392
lambda = 0.037037; f = -25.1164989
lambda = 0.071599; f = -25.1133399
lambda = 0.048211; f = -25.1133400
lambda = 0.038027; f = -25.1165823
lambda = 0.043845; f = -25.1133400
lambda = 0.040255; f = -25.1133400
lambda = 0.038244; f = -25.1166006
lambda = 0.039438; f = -25.1167013
lambda = 0.04067; f = -25.1133400
lambda = 0.039926; f = -25.1133400
lambda = 0.039487; f = -25.1167054
Norm of dx 0.016969
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 0.079095608
lambda = 1; f = -25.1128067
lambda = 0.33333; f = -25.1132857
lambda = 0.11111; f = -25.1133355
lambda = 0.037037; f = -25.1133399
lambda = 0.012346; f = -25.1152764
```

```
lambda = 0.023866; f = -25.1133400
lambda = 0.01607; f = -25.1158540
lambda = 0.020374; f = -25.1165177
lambda = 0.025831; f = -25.1133400
lambda = 0.022403; f = -25.1133400
lambda = 0.020569; f = -25.1165475
lambda = 0.02165; f = -25.1133400
lambda = 0.020995; f = -25.1133400
lambda = 0.020611; f = -25.1165540
lambda = 0.02084; f = -25.1133400
```

Norm of dx 0.026609

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.271819173

```
lambda = 1; f = -25.1116905
lambda = 0.33333; f = -25.1133357
lambda = 0.11111; f = -25.1133399
lambda = 0.037037; f = -24.9273623
lambda = 0.012346; f = -25.0974276
lambda = 0.0041152; f = -25.1130023
lambda = 0.0013717; f = -25.1137738
```

Norm of dx 0.73732

Improvement on iteration 90 = 0.000433802

f at the beginning of new iteration, -25.1137738184

Predicted improvement: 0.043061842

```
lambda = 1; f = -25.1136319
lambda = 0.33333; f = -25.1137605
lambda = 0.11111; f = -25.1137730
lambda = 0.037037; f = -25.1169299
lambda = 0.071599; f = -25.1137737
lambda = 0.048211; f = -25.1137738
lambda = 0.038027; f = -25.1170133
lambda = 0.043845; f = -25.1137738
lambda = 0.040255; f = -25.1137738
lambda = 0.038244; f = -25.1170316
lambda = 0.039438; f = -25.1137738
lambda = 0.038717; f = -25.1170715
lambda = 0.039148; f = -25.1137738
```

Norm of dx 0.016779

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.066733687

```
lambda = 1; f = -25.1134208
lambda = 0.33333; f = -25.1137385
lambda = 0.11111; f = -25.1137711
lambda = 0.037037; f = -25.1137738
lambda = 0.012346; f = -25.1154110
lambda = 0.023866; f = -25.1169196
lambda = 0.046138; f = -25.1137737
lambda = 0.031067; f = -25.1137738
lambda = 0.024504; f = -25.1170025
lambda = 0.028254; f = -25.1137738
lambda = 0.02594; f = -25.1137738
lambda = 0.024644; f = -25.1170207
lambda = 0.025414; f = -25.1137738
lambda = 0.024949; f = -25.1137738
```

```
lambda = 0.024674; f = -25.1170247
Norm of dx 0.022503
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.047137337
lambda = 1; f = -25.1137019
lambda = 0.33333; f = -25.1137675
lambda = 0.11111; f = -25.1137736
lambda = 0.037037; f = -25.0793201
lambda = 0.012346; f = -25.1106681
lambda = 0.0041152; f = -25.1136581
lambda = 0.0013717; f = -25.1138370
Norm of dx 0.30704
```

```
-----
Improvement on iteration 91 = 0.000063193
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.1138370118
```

```
Predicted improvement: 0.043037082
lambda = 1; f = -25.1136948
lambda = 0.33333; f = -25.1138236
lambda = 0.11111; f = -25.1138362
lambda = 0.037037; f = -25.1169913
lambda = 0.071599; f = -25.1138368
lambda = 0.048211; f = -25.1138370
lambda = 0.038027; f = -25.1138370
lambda = 0.037331; f = -25.1170161
lambda = 0.037747; f = -25.1170511
lambda = 0.038167; f = -25.1138370
Norm of dx 0.016593
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.070698277
lambda = 1; f = -25.1134488
lambda = 0.33333; f = -25.1137979
lambda = 0.11111; f = -25.1138339
lambda = 0.037037; f = -25.1138369
lambda = 0.012346; f = -25.1155702
lambda = 0.023866; f = -25.1138370
lambda = 0.01607; f = -25.1160882
lambda = 0.020374; f = -25.1166839
lambda = 0.025831; f = -25.1138370
lambda = 0.022403; f = -25.1169636
lambda = 0.024401; f = -25.1138370
lambda = 0.023182; f = -25.1170708
lambda = 0.023906; f = -25.1138370
lambda = 0.023469; f = -25.1138370
lambda = 0.02321; f = -25.1138370
Norm of dx 0.022976
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement: 0.007358410
lambda = 1; f = -23.0733131
lambda = 0.33333; f = -23.1060376
lambda = 0.11111; f = -25.0630033
lambda = 0.037037; f = -25.1086576
lambda = 0.012346; f = -25.1134361
lambda = 0.0041152; f = -25.1138514
lambda = 0.0013717; f = -25.1138583
lambda = 0.0026518; f = -25.1138632
```

Norm of dx 0.12131

Improvement on iteration 92 = 0.000026236

f at the beginning of new iteration, -25.1138632477

Predicted improvement: 0.043004391

lambda = 1; f = -25.1137211

lambda = 0.33333; f = -25.1138498

lambda = 0.11111; f = -25.1138624

lambda = 0.037037; f = -25.1170152

lambda = 0.071599; f = -25.1138631

lambda = 0.048211; f = -25.1138632

lambda = 0.038027; f = -25.1138632

lambda = 0.037331; f = -25.1170399

lambda = 0.037747; f = -25.1170749

lambda = 0.038167; f = -25.1138632

Norm of dx 0.01683

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.077769395

lambda = 1; f = -25.1133797

lambda = 0.33333; f = -25.1138140

lambda = 0.11111; f = -25.1138591

lambda = 0.037037; f = -25.1138631

lambda = 0.012346; f = -25.1157680

lambda = 0.023866; f = -25.1138632

lambda = 0.01607; f = -25.1163365

lambda = 0.020374; f = -25.1169900

lambda = 0.025831; f = -25.1138632

lambda = 0.022403; f = -25.1138632

lambda = 0.020569; f = -25.1170194

lambda = 0.02165; f = -25.1138632

lambda = 0.020995; f = -25.1138632

lambda = 0.020611; f = -25.1170258

lambda = 0.02084; f = -25.1170605

lambda = 0.021072; f = -25.1138632

Norm of dx 0.025267

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.002916413

lambda = 1; f = -23.2793690

lambda = 0.33333; f = -24.9243431

lambda = 0.11111; f = -25.0934160

lambda = 0.037037; f = -25.1116587

lambda = 0.012346; f = -25.1136359

lambda = 0.0041152; f = -25.1138437

lambda = 0.0013717; f = -25.1138630

lambda = 0.00045725; f = -25.1138638

lambda = 0.00015242; f = -25.1138635

Norm of dx 0.076373

Improvement on iteration 93 = 0.000000598

f at the beginning of new iteration, -25.1138638461

Predicted improvement: 0.042999464

lambda = 1; f = -25.1137217

lambda = 0.33333; f = -25.1138504

```
lambda = 0.11111; f = -25.1138630
lambda = 0.037037; f = -25.1170154
lambda = 0.071599; f = -25.1138637
lambda = 0.048211; f = -25.1138638
lambda = 0.038027; f = -25.1138638
lambda = 0.037331; f = -25.1170402
lambda = 0.037747; f = -25.1170752
lambda = 0.038167; f = -25.1138638
```

Norm of dx 0.016698

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.057572416

```
lambda = 1; f = -25.1136048
lambda = 0.33333; f = -25.1138383
lambda = 0.11111; f = -25.1138620
lambda = 0.037037; f = -25.1138638
lambda = 0.012346; f = -25.1152781
lambda = 0.023866; f = -25.1165844
lambda = 0.046138; f = -25.1138638
lambda = 0.031067; f = -25.1138638
lambda = 0.024504; f = -25.1166563
lambda = 0.028254; f = -25.1170784
lambda = 0.032577; f = -25.1138638
lambda = 0.029909; f = -25.1138638
lambda = 0.028415; f = -25.1138638
```

Norm of dx 0.020069

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.000497621

```
lambda = 1; f = -23.1098251
lambda = 0.33333; f = -25.0796854
lambda = 0.11111; f = -25.1101894
lambda = 0.037037; f = -25.1135071
lambda = 0.012346; f = -25.1138418
lambda = 0.0041152; f = -25.1138673
lambda = 0.0079555; f = -25.1138607
lambda = 0.0053568; f = -25.1138662
```

Norm of dx 0.031547

Improvement on iteration 94 = 0.000003420

f at the beginning of new iteration, -25.1138672664

Predicted improvement: 0.042995055

```
lambda = 1; f = -25.1137251
lambda = 0.33333; f = -25.1138539
lambda = 0.11111; f = -25.1138664
lambda = 0.037037; f = -25.1170185
lambda = 0.071599; f = -25.1138671
lambda = 0.048211; f = -25.1138672
lambda = 0.038027; f = -25.1138673
lambda = 0.037331; f = -25.1170433
lambda = 0.037747; f = -25.1170782
lambda = 0.038167; f = -25.1138673
```

Norm of dx 0.016799

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.083323707

```
lambda = 1; f = -25.1133069
lambda = 0.33333; f = -25.1138098
```

```

lambda = 0.11111; f = -25.1138624
lambda = 0.037037; f = -25.1138671
lambda = 0.012346; f = -25.1159060
lambda = 0.023866; f = -25.1138673
lambda = 0.01607; f = -25.1165137
lambda = 0.020374; f = -25.1138673
lambda = 0.01767; f = -25.1167737
lambda = 0.019246; f = -25.1170292
lambda = 0.020963; f = -25.1138673
lambda = 0.019915; f = -25.1138673
lambda = 0.019312; f = -25.1170399
lambda = 0.019672; f = -25.1138673
lambda = 0.019455; f = -25.1138673

```

Norm of dx 0.026778

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement: 0.017557960
lambda = 1; f = -25.1138665
lambda = 0.33333; f = -23.9391724
lambda = 0.11111; f = -24.9923524
lambda = 0.037037; f = -25.1012291
lambda = 0.012346; f = -25.1126792
lambda = 0.0041152; f = -25.1138047
lambda = 0.0013717; f = -25.1138834

```

Norm of dx 0.18739

Improvement on iteration 95 = 0.000016116

f at the beginning of new iteration, -25.1138833824

```

Predicted improvement: 0.042982893
lambda = 1; f = -25.1137412
lambda = 0.33333; f = -25.1138700
lambda = 0.11111; f = -25.1138826
lambda = 0.037037; f = -25.1170338
lambda = 0.071599; f = -25.1138832
lambda = 0.048211; f = -25.1138834
lambda = 0.038027; f = -25.1138834
lambda = 0.037331; f = -25.1170585
lambda = 0.037747; f = -25.1138834

```

Norm of dx 0.016656

Cliff. Perturbing search direction.

```

Predicted improvement: 0.057325391
lambda = 1; f = -25.1136272
lambda = 0.33333; f = -25.1138581
lambda = 0.11111; f = -25.1138815
lambda = 0.037037; f = -25.1138834
lambda = 0.012346; f = -25.1152916
lambda = 0.023866; f = -25.1165925
lambda = 0.046138; f = -25.1138833
lambda = 0.031067; f = -25.1138834
lambda = 0.024504; f = -25.1166641
lambda = 0.028254; f = -25.1170845
lambda = 0.032577; f = -25.1138834
lambda = 0.029909; f = -25.1138834
lambda = 0.028415; f = -25.1138834

```

Norm of dx 0.019919

Cliff again. Try traversing

```

Predicted improvement:      0.033574580
lambda =      1; f =      -25.1138323
lambda =      0.33333; f =      -25.1138791
lambda =      0.11111; f =      -25.1138832
lambda =      0.037037; f =      -25.0874972
lambda =      0.012346; f =      -25.1115646
lambda =      0.0041152; f =      -25.1138379
lambda =      0.0013717; f =      -25.1139493
lambda =      0.0026518; f =      -25.1139377
Norm of dx      0.25913

```

```

-----
Improvement on iteration 96 =      0.000065959
-----

```

```

f at the beginning of new iteration,      -25.1139493417
Predicted improvement:      0.042953458
lambda =      1; f =      -25.1138070
lambda =      0.33333; f =      -25.1139359
lambda =      0.11111; f =      -25.1139485
lambda =      0.037037; f =      -25.1139493
lambda =      0.012346; f =      -25.1150062
lambda =      0.023866; f =      -25.1159857
lambda =      0.046138; f =      -25.1139493
lambda =      0.031067; f =      -25.1165946
lambda =      0.039387; f =      -25.1139493
lambda =      0.03416; f =      -25.1168554
lambda =      0.037207; f =      -25.1139493
lambda =      0.035348; f =      -25.1169554
lambda =      0.036452; f =      -25.1170483
lambda =      0.03759; f =      -25.1139493
lambda =      0.036903; f =      -25.1139493
lambda =      0.036496; f =      -25.1170520
Norm of dx      0.016821

```

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

```

Predicted improvement:      0.043260192
lambda =      1; f =      -25.1138061
lambda =      0.33333; f =      -25.1139358
lambda =      0.11111; f =      -25.1139485
lambda =      0.037037; f =      -25.1139493
lambda =      0.012346; f =      -25.1150137
lambda =      0.023866; f =      -25.1159999
lambda =      0.046138; f =      -25.1139493
lambda =      0.031067; f =      -25.1166129
lambda =      0.039387; f =      -25.1139493
lambda =      0.03416; f =      -25.1168754
lambda =      0.037207; f =      -25.1139493
lambda =      0.035348; f =      -25.1169761
lambda =      0.036452; f =      -25.1170696
lambda =      0.03759; f =      -25.1139493
lambda =      0.036903; f =      -25.1139493
lambda =      0.036496; f =      -25.1170734
Norm of dx      0.016985

```

```

Cliff again. Try traversing

```

```

Predicted improvement:      0.455289429
lambda =      1; f =      -25.1084591
lambda =      0.33333; f =      -25.1135678
lambda =      0.11111; f =      -25.1139108

```

```
lambda = 0.037037; f = -25.1139462
lambda = 0.012346; f = -25.1139493
lambda = 0.0041152; f = -25.1152277
Norm of dx 0.95424
```

```
----
Improvement on iteration 97 = 0.001278344
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.1152276860
```

```
Predicted improvement: 0.040855620
lambda = 1; f = -25.1150913
lambda = 0.33333; f = -25.1152136
lambda = 0.11111; f = -25.1152265
lambda = 0.037037; f = -25.1152276
lambda = 0.012346; f = -25.1162331
lambda = 0.023866; f = -25.1152277
lambda = 0.01607; f = -25.1165351
lambda = 0.020374; f = -25.1152277
lambda = 0.01767; f = -25.1152277
lambda = 0.016224; f = -25.1165475
lambda = 0.017077; f = -25.1166166
lambda = 0.017975; f = -25.1152277
lambda = 0.017431; f = -25.1166452
lambda = 0.017755; f = -25.1152277
lambda = 0.01756; f = -25.1166557
Norm of dx 0.016147
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.067288489
lambda = 1; f = -25.1148364
lambda = 0.33333; f = -25.1151860
lambda = 0.11111; f = -25.1152236
lambda = 0.037037; f = -25.1152274
lambda = 0.012346; f = -25.1152277
lambda = 0.0041152; f = -25.1157804
lambda = 0.0079555; f = -25.1162941
lambda = 0.015379; f = -25.1152277
lambda = 0.010356; f = -25.1166141
lambda = 0.013129; f = -25.1152277
lambda = 0.011387; f = -25.1152277
lambda = 0.010454; f = -25.1166272
lambda = 0.011004; f = -25.1152277
lambda = 0.010671; f = -25.1152277
lambda = 0.010476; f = -25.1152277
Norm of dx 0.02348
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement: 0.095828507
lambda = 1; f = -25.1151823
lambda = 0.33333; f = -16.2206167
lambda = 0.11111; f = -24.3048693
lambda = 0.037037; f = -25.0345535
lambda = 0.012346; f = -25.1079720
lambda = 0.0041152; f = -25.1149427
lambda = 0.0013717; f = -25.1153680
Norm of dx 0.43779
```

```
----
Improvement on iteration 98 = 0.000140349
-----
```

```
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.1153680347  
Predicted improvement:      0.040526888  
lambda =      1; f =      -25.1152322  
lambda =      0.333333; f =      -25.1153540  
lambda =      0.111111; f =      -25.1153668  
lambda =      0.037037; f =      -25.1153680  
lambda =      0.012346; f =      -25.1163654  
lambda =      0.023866; f =      -25.1153680  
lambda =      0.01607; f =      -25.1166650  
lambda =      0.020374; f =      -25.1153680  
lambda =      0.01767; f =      -25.1167935  
lambda =      0.019246; f =      -25.1153680  
lambda =      0.018285; f =      -25.1153680  
lambda =      0.017731; f =      -25.1167984  
lambda =      0.018061; f =      -25.1153680  
lambda =      0.017862; f =      -25.1153680  
Norm of dx      0.015455  
Cliff. Perturbing search direction.  
Predicted improvement:      0.066308037  
lambda =      1; f =      -25.1149991  
lambda =      0.333333; f =      -25.1153288  
lambda =      0.111111; f =      -25.1153642  
lambda =      0.037037; f =      -25.1153678  
lambda =      0.012346; f =      -25.1153680  
lambda =      0.0041152; f =      -25.1159126  
lambda =      0.0079555; f =      -25.1164186  
lambda =      0.015379; f =      -25.1153680  
lambda =      0.010356; f =      -25.1167338  
lambda =      0.013129; f =      -25.1153680  
lambda =      0.011387; f =      -25.1153680  
lambda =      0.010454; f =      -25.1167467  
lambda =      0.011004; f =      -25.1153680  
lambda =      0.010671; f =      -25.1167751  
lambda =      0.01087; f =      -25.1168012  
lambda =      0.011072; f =      -25.1153680  
lambda =      0.01095; f =      -25.1153680  
Norm of dx      0.02227  
Cliff again. Try traversing  
Predicted improvement:      0.000785415  
lambda =      1; f =      -25.1153680  
lambda =      0.333333; f =      -25.0686716  
lambda =      0.111111; f =      -25.1103008  
lambda =      0.037037; f =      -25.1148632  
lambda =      0.012346; f =      -25.1153320  
lambda =      0.0041152; f =      -25.1153707  
Norm of dx      0.039634  
-----  
Improvement on iteration 99 =      0.000002711  
-----
```

```
-----  
f at the beginning of new iteration,      -25.1153707453  
Predicted improvement:      0.040513746  
lambda =      1; f =      -25.1152350  
lambda =      0.333333; f =      -25.1153567  
lambda =      0.111111; f =      -25.1153695  
lambda =      0.037037; f =      -25.1153707
```

```

lambda = 0.012346; f = -25.1163678
lambda = 0.023866; f = -25.1153707
lambda = 0.01607; f = -25.1166673
lambda = 0.020374; f = -25.1153707
lambda = 0.01767; f = -25.1167958
lambda = 0.019246; f = -25.1153707
lambda = 0.018285; f = -25.1153707
lambda = 0.017731; f = -25.1153707

```

Norm of dx 0.01564

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.063750762

```

lambda = 1; f = -25.1150271
lambda = 0.33333; f = -25.1153343
lambda = 0.11111; f = -25.1153672
lambda = 0.037037; f = -25.1153705
lambda = 0.012346; f = -25.1153707
lambda = 0.0041152; f = -25.1158944
lambda = 0.0079555; f = -25.1163813
lambda = 0.015379; f = -25.1153707
lambda = 0.010356; f = -25.1166846
lambda = 0.013129; f = -25.1153707
lambda = 0.011387; f = -25.1153707
lambda = 0.010454; f = -25.1166970
lambda = 0.011004; f = -25.1167664
lambda = 0.011583; f = -25.1153707
lambda = 0.011232; f = -25.1153707
lambda = 0.011027; f = -25.1167693
lambda = 0.01115; f = -25.1167848
lambda = 0.011274; f = -25.1153707

```

Norm of dx 0.021824

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.018298431

```

lambda = 1; f = -25.1153681
lambda = 0.33333; f = -25.1153706
lambda = 0.11111; f = -24.9655511
lambda = 0.037037; f = -25.0999533
lambda = 0.012346; f = -25.1139503
lambda = 0.0041152; f = -25.1153063
lambda = 0.0013717; f = -25.1153945

```

Norm of dx 0.1913

Improvement on iteration 100 = 0.000023797

f at the beginning of new iteration, -25.1153945425

Predicted improvement: 0.040468376

```

lambda = 1; f = -25.1152589
lambda = 0.33333; f = -25.1153805
lambda = 0.11111; f = -25.1153933
lambda = 0.037037; f = -25.1153945
lambda = 0.012346; f = -25.1163905
lambda = 0.023866; f = -25.1153945
lambda = 0.01607; f = -25.1166897
lambda = 0.020374; f = -25.1153945
lambda = 0.01767; f = -25.1153945
lambda = 0.016224; f = -25.1167020
lambda = 0.017077; f = -25.1167704

```

```
lambda = 0.017975; f = -25.1153945
lambda = 0.017431; f = -25.1167988
lambda = 0.017755; f = -25.1153945
lambda = 0.01756; f = -25.1153945
```

Norm of dx 0.015382

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.067031867

```
lambda = 1; f = -25.1150190
lambda = 0.33333; f = -25.1153546
lambda = 0.11111; f = -25.1153907
lambda = 0.037037; f = -25.1153943
lambda = 0.012346; f = -25.1153945
lambda = 0.0041152; f = -25.1159451
lambda = 0.0079555; f = -25.1164567
lambda = 0.015379; f = -25.1153945
lambda = 0.010356; f = -25.1167754
lambda = 0.013129; f = -25.1153945
lambda = 0.011387; f = -25.1153945
lambda = 0.010454; f = -25.1167885
lambda = 0.011004; f = -25.1153945
lambda = 0.010671; f = -25.1153945
lambda = 0.010476; f = -25.1167913
lambda = 0.010592; f = -25.1168068
lambda = 0.01071; f = -25.1153945
```

Norm of dx 0.022626

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.009382504

```
lambda = 1; f = -25.1153912
lambda = 0.33333; f = -25.1153943
lambda = 0.11111; f = -25.1153945
lambda = 0.037037; f = -25.1078092
lambda = 0.012346; f = -25.1147260
lambda = 0.0041152; f = -25.1153797
lambda = 0.0013717; f = -25.1154128
lambda = 0.0026518; f = -25.1154089
lambda = 0.0017856; f = -25.1154137
```

Norm of dx 0.13699

Improvement on iteration 101 = 0.000019179

f at the beginning of new iteration, -25.1154137210

Predicted improvement: 0.040453000

```
lambda = 1; f = -25.1152781
lambda = 0.33333; f = -25.1153997
lambda = 0.11111; f = -25.1154125
lambda = 0.037037; f = -25.1154137
lambda = 0.012346; f = -25.1164093
lambda = 0.023866; f = -25.1154137
lambda = 0.01607; f = -25.1167084
lambda = 0.020374; f = -25.1154137
lambda = 0.01767; f = -25.1154137
lambda = 0.016224; f = -25.1167207
lambda = 0.017077; f = -25.1167891
lambda = 0.017975; f = -25.1154137
lambda = 0.017431; f = -25.1154137
lambda = 0.017112; f = -25.1167919
```

lambda = 0.017302; f = -25.1154137

Norm of dx 0.015506

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.048664330

lambda = 1; f = -25.1152263

lambda = 0.33333; f = -25.1153941

lambda = 0.11111; f = -25.1154119

lambda = 0.037037; f = -25.1154136

lambda = 0.012346; f = -25.1166106

lambda = 0.023866; f = -25.1154137

lambda = 0.01607; f = -25.1154137

lambda = 0.012676; f = -25.1166425

lambda = 0.014615; f = -25.1168296

lambda = 0.016851; f = -25.1154137

lambda = 0.015472; f = -25.1154137

lambda = 0.014699; f = -25.1154137

Norm of dx 0.018152

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.454381969

lambda = 1; f = -25.1126898

lambda = 0.33333; f = -25.1154094

lambda = 0.11111; f = -25.1154134

lambda = 0.037037; f = -25.1154137

lambda = 0.012346; f = -25.0945657

lambda = 0.0041152; f = -25.1156130

lambda = 0.0013717; f = -25.1162743

Norm of dx 0.95329

Improvement on iteration 102 = 0.000860627

f at the beginning of new iteration, -25.1162743481

Predicted improvement: 0.041621002

lambda = 1; f = -25.1161331

lambda = 0.33333; f = -25.1162597

lambda = 0.11111; f = -25.1162730

lambda = 0.037037; f = -25.1162743

lambda = 0.012346; f = -25.1172987

lambda = 0.023866; f = -25.1162743

lambda = 0.01607; f = -25.1176064

lambda = 0.020374; f = -25.1162743

lambda = 0.01767; f = -25.1162743

lambda = 0.016224; f = -25.1162743

Norm of dx 0.015993

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.059696975

lambda = 1; f = -25.1159746

lambda = 0.33333; f = -25.1162425

lambda = 0.11111; f = -25.1162713

lambda = 0.037037; f = -25.1162741

lambda = 0.012346; f = -25.1162743

lambda = 0.0041152; f = -25.1167648

lambda = 0.0079555; f = -25.1172210

lambda = 0.015379; f = -25.1162743

lambda = 0.010356; f = -25.1175053

lambda = 0.013129; f = -25.1162743

lambda = 0.011387; f = -25.1162743

```
lambda = 0.010454; f = -25.1175170
lambda = 0.011004; f = -25.1175820
lambda = 0.011583; f = -25.1162743
lambda = 0.011232; f = -25.1162743
lambda = 0.011027; f = -25.1175847
lambda = 0.01115; f = -25.1162743
```

Norm of dx 0.021362

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.159108025

```
lambda = 1; f = -25.1149815
lambda = 0.33333; f = -25.1162487
lambda = 0.11111; f = -25.1162719
lambda = 0.037037; f = -25.1162742
lambda = 0.012346; f = -25.1031191
lambda = 0.0041152; f = -25.1156789
lambda = 0.0013717; f = -25.1164931
```

Norm of dx 0.56411

Improvement on iteration 103 = 0.000218780

f at the beginning of new iteration, -25.1164931282

Predicted improvement: 0.041804760

```
lambda = 1; f = -25.1163503
lambda = 0.33333; f = -25.1164782
lambda = 0.11111; f = -25.1164917
lambda = 0.037037; f = -25.1164931
lambda = 0.012346; f = -25.1175220
lambda = 0.023866; f = -25.1164931
lambda = 0.01607; f = -25.1164931
lambda = 0.012676; f = -25.1175494
lambda = 0.014615; f = -25.1164931
lambda = 0.013418; f = -25.1176111
lambda = 0.014124; f = -25.1176696
lambda = 0.014867; f = -25.1164931
lambda = 0.014417; f = -25.1164931
lambda = 0.014153; f = -25.1176720
lambda = 0.014311; f = -25.1164931
```

Norm of dx 0.01608

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.082227150

```
lambda = 1; f = -25.1159314
lambda = 0.33333; f = -25.1164325
lambda = 0.11111; f = -25.1164870
lambda = 0.037037; f = -25.1164926
lambda = 0.012346; f = -25.1164931
lambda = 0.0041152; f = -25.1171679
lambda = 0.0079555; f = -25.1164931
lambda = 0.0053568; f = -25.1173707
lambda = 0.0067914; f = -25.1176046
lambda = 0.0086103; f = -25.1164931
lambda = 0.0074677; f = -25.1164931
lambda = 0.0068562; f = -25.1176151
lambda = 0.0072168; f = -25.1176738
lambda = 0.0075963; f = -25.1164931
lambda = 0.0073663; f = -25.1164931
lambda = 0.0072316; f = -25.1176762
```

```
lambda = 0.0073121; f = -25.1164931
Norm of dx 0.026271
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.001765337
lambda = 1; f = -25.1164926
lambda = 0.33333; f = -25.1164931
lambda = 0.11111; f = -25.1027855
lambda = 0.037037; f = -25.1150834
lambda = 0.012346; f = -25.1163770
lambda = 0.0041152; f = -25.1164938
lambda = 0.0013717; f = -25.1164977
lambda = 0.0026518; f = -25.1164981
Norm of dx 0.059419
```

```
-----
Improvement on iteration 104 = 0.000004969
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.1164980976
Predicted improvement: 0.041804300
lambda = 1; f = -25.1163552
lambda = 0.33333; f = -25.1164831
lambda = 0.11111; f = -25.1164967
lambda = 0.037037; f = -25.1164980
lambda = 0.012346; f = -25.1175269
lambda = 0.023866; f = -25.1164981
lambda = 0.01607; f = -25.1164981
lambda = 0.012676; f = -25.1175543
lambda = 0.014615; f = -25.1164981
lambda = 0.013418; f = -25.1176160
lambda = 0.014124; f = -25.1164981
lambda = 0.013696; f = -25.1176391
lambda = 0.013951; f = -25.1176602
lambda = 0.014211; f = -25.1164981
lambda = 0.014055; f = -25.1176688
Norm of dx 0.016145
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
Predicted improvement: 0.050181178
lambda = 1; f = -25.1162938
lambda = 0.33333; f = -25.1164765
lambda = 0.11111; f = -25.1164960
lambda = 0.037037; f = -25.1164980
lambda = 0.012346; f = -25.1164981
lambda = 0.0041152; f = -25.1169106
lambda = 0.0079555; f = -25.1172944
lambda = 0.015379; f = -25.1164981
lambda = 0.010356; f = -25.1175338
lambda = 0.013129; f = -25.1164981
lambda = 0.011387; f = -25.1176366
lambda = 0.012402; f = -25.1164981
lambda = 0.011783; f = -25.1176760
lambda = 0.012151; f = -25.1164981
lambda = 0.011928; f = -25.1164981
lambda = 0.011797; f = -25.1176774
Norm of dx 0.018909
```

```
Cliff again. Try traversing
Predicted improvement: 0.139825834
lambda = 1; f = -25.1137814
```

```

lambda = 0.33333; f = -25.1164926
lambda = 0.11111; f = -25.1164977
lambda = 0.037037; f = -25.1164981
lambda = 0.012346; f = -25.0989153
lambda = 0.0041152; f = -25.1153176
lambda = 0.0013717; f = -25.1166300
Norm of dx 0.52882

```

```

-----
Improvement on iteration 105 = 0.000131878
-----

```

```

f at the beginning of new iteration, -25.1166299759

```

```

Predicted improvement: 0.041646640
lambda = 1; f = -25.1164873
lambda = 0.33333; f = -25.1166150
lambda = 0.11111; f = -25.1166286
lambda = 0.037037; f = -25.1166299
lambda = 0.012346; f = -25.1176549
lambda = 0.023866; f = -25.1166300
lambda = 0.01607; f = -25.1166300
lambda = 0.012676; f = -25.1176822
lambda = 0.014615; f = -25.1166300
lambda = 0.013418; f = -25.1166300
lambda = 0.012748; f = -25.1176882
lambda = 0.013146; f = -25.1177212
lambda = 0.013557; f = -25.1166300
lambda = 0.013309; f = -25.1166300
lambda = 0.013162; f = -25.1177225
Norm of dx 0.016367

```

```

Cliff. Perturbing search direction.

```

```

Predicted improvement: 0.045657396
lambda = 1; f = -25.1164591
lambda = 0.33333; f = -25.1166119
lambda = 0.11111; f = -25.1166283
lambda = 0.037037; f = -25.1166299
lambda = 0.012346; f = -25.1166300
lambda = 0.0041152; f = -25.1170053
lambda = 0.0079555; f = -25.1173548
lambda = 0.015379; f = -25.1166300
lambda = 0.010356; f = -25.1175728
lambda = 0.013129; f = -25.1166300
lambda = 0.011387; f = -25.1176664
lambda = 0.012402; f = -25.1166300
lambda = 0.011783; f = -25.1177023
lambda = 0.012151; f = -25.1166300
lambda = 0.011928; f = -25.1177155
lambda = 0.012061; f = -25.1177275
lambda = 0.012195; f = -25.1166300

```

```

Norm of dx 0.017963

```

```

Cliff again. Try traversing

```

```

Predicted improvement: 0.137070388
lambda = 1; f = -25.1157971
lambda = 0.33333; f = -25.1166062
lambda = 0.11111; f = -25.1166277
lambda = 0.037037; f = -25.1166298
lambda = 0.012346; f = -25.1166300
lambda = 0.0041152; f = -25.1164553

```

```
lambda = 0.0013717; f = -25.1168611
Norm of dx 0.52358
```

```
-----
Improvement on iteration 106 = 0.000231167
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.1168611432
```

```
Predicted improvement: 0.042086163
lambda = 1; f = -25.1167163
lambda = 0.33333; f = -25.1168458
lambda = 0.11111; f = -25.1168597
lambda = 0.037037; f = -25.1168610
lambda = 0.012346; f = -25.1168611
lambda = 0.0041152; f = -25.1172072
lambda = 0.0079555; f = -25.1175294
lambda = 0.015379; f = -25.1168611
lambda = 0.010356; f = -25.1177304
lambda = 0.013129; f = -25.1168611
lambda = 0.011387; f = -25.1178167
lambda = 0.012402; f = -25.1168611
lambda = 0.011783; f = -25.1168611
lambda = 0.011426; f = -25.1178200
lambda = 0.011638; f = -25.1168611
lambda = 0.01151; f = -25.1168611
Norm of dx 0.016613
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.050238006
lambda = 1; f = -25.1166505
lambda = 0.33333; f = -25.1168386
lambda = 0.11111; f = -25.1168589
lambda = 0.037037; f = -25.1168610
lambda = 0.012346; f = -25.1168611
lambda = 0.0041152; f = -25.1172741
lambda = 0.0079555; f = -25.1176585
lambda = 0.015379; f = -25.1168611
lambda = 0.010356; f = -25.1168611
lambda = 0.008168; f = -25.1176797
lambda = 0.0094179; f = -25.1178046
lambda = 0.010859; f = -25.1168611
lambda = 0.0099698; f = -25.1168611
lambda = 0.0094717; f = -25.1178100
lambda = 0.0097675; f = -25.1168611
lambda = 0.0095889; f = -25.1168611
lambda = 0.0094833; f = -25.1178111
```

```
Norm of dx 0.018821
```

```
Cliff again. Try traversing
```

```
Predicted improvement: 0.118318576
lambda = 1; f = -25.1168474
lambda = 0.33333; f = -25.1168598
lambda = 0.11111; f = -25.1168611
lambda = 0.037037; f = -25.1168611
lambda = 0.012346; f = -25.1132712
lambda = 0.0041152; f = -25.1171175
lambda = 0.0013717; f = -25.1171071
lambda = 0.0026518; f = -25.1171920
Norm of dx 0.48645
```

```
-----
```

Improvement on iteration 107 = 0.000330866

f at the beginning of new iteration, -25.1171920087

Predicted improvement: 0.041757206

lambda = 1; f = -25.1170475
lambda = 0.33333; f = -25.1171766
lambda = 0.11111; f = -25.1171905
lambda = 0.037037; f = -25.1171919
lambda = 0.012346; f = -25.1171920
lambda = 0.0041152; f = -25.1175353
lambda = 0.0079555; f = -25.1178551
lambda = 0.015379; f = -25.1171920
lambda = 0.010356; f = -25.1180545
lambda = 0.013129; f = -25.1171920
lambda = 0.011387; f = -25.1171920
lambda = 0.010454; f = -25.1180627
lambda = 0.011004; f = -25.1171920
lambda = 0.010671; f = -25.1171920
lambda = 0.010476; f = -25.1180645
lambda = 0.010592; f = -25.1180742
lambda = 0.01071; f = -25.1171920

Norm of dx 0.015863

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.058958086

lambda = 1; f = -25.1168974
lambda = 0.33333; f = -25.1171603
lambda = 0.11111; f = -25.1171888
lambda = 0.037037; f = -25.1171917
lambda = 0.012346; f = -25.1171920
lambda = 0.0041152; f = -25.1176765
lambda = 0.0079555; f = -25.1171920
lambda = 0.0053568; f = -25.1178223
lambda = 0.0067914; f = -25.1179906
lambda = 0.0086103; f = -25.1171920
lambda = 0.0074677; f = -25.1180699
lambda = 0.0081336; f = -25.1171920
lambda = 0.0077272; f = -25.1171920
lambda = 0.0074932; f = -25.1171920

Norm of dx 0.020302

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.010742509

lambda = 1; f = -18.2205541
lambda = 0.33333; f = -24.4591999
lambda = 0.11111; f = -25.0486654
lambda = 0.037037; f = -25.1101811
lambda = 0.012346; f = -25.1165823
lambda = 0.0041152; f = -25.1171795
lambda = 0.0013717; f = -25.1172090

Norm of dx 0.14658

Improvement on iteration 108 = 0.000016993

f at the beginning of new iteration, -25.1172090017

Predicted improvement: 0.041818696

lambda = 1; f = -25.1170645

```

lambda = 0.33333; f = -25.1171937
lambda = 0.11111; f = -25.1172075
lambda = 0.037037; f = -25.1172089
lambda = 0.012346; f = -25.1172090
lambda = 0.0041152; f = -25.1175528
lambda = 0.0079555; f = -25.1178730
lambda = 0.015379; f = -25.1172090
lambda = 0.010356; f = -25.1180728
lambda = 0.013129; f = -25.1172090
lambda = 0.011387; f = -25.1172090
lambda = 0.010454; f = -25.1180810
lambda = 0.011004; f = -25.1172090
lambda = 0.010671; f = -25.1180990
lambda = 0.01087; f = -25.1181156
lambda = 0.011072; f = -25.1172090
lambda = 0.01095; f = -25.1172090

```

Norm of dx 0.016107

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.063339840

```

lambda = 1; f = -25.1168674
lambda = 0.33333; f = -25.1171721
lambda = 0.11111; f = -25.1172053
lambda = 0.037037; f = -25.1172087
lambda = 0.012346; f = -25.1172090
lambda = 0.0041152; f = -25.1177293
lambda = 0.0079555; f = -25.1172090
lambda = 0.0053568; f = -25.1178859
lambda = 0.0067914; f = -25.1180667
lambda = 0.0086103; f = -25.1172090
lambda = 0.0074677; f = -25.1172090
lambda = 0.0068562; f = -25.1180748
lambda = 0.0072168; f = -25.1172090
lambda = 0.0069982; f = -25.1180927
lambda = 0.0071286; f = -25.1172090
lambda = 0.0070501; f = -25.1180992

```

Norm of dx 0.021469

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.084151403

```

lambda = 1; f = -25.1171345
lambda = 0.33333; f = -25.1172012
lambda = 0.11111; f = -25.1172083
lambda = 0.037037; f = -25.1172090
lambda = 0.012346; f = -25.1125546
lambda = 0.0041152; f = -25.1171470
lambda = 0.0013717; f = -25.1173529

```

Norm of dx 0.41025

Improvement on iteration 109 = 0.000143913

f at the beginning of new iteration, -25.1173529147

Predicted improvement: 0.041860541

```

lambda = 1; f = -25.1172078
lambda = 0.33333; f = -25.1173374
lambda = 0.11111; f = -25.1173514
lambda = 0.037037; f = -25.1173528
lambda = 0.012346; f = -25.1173529

```

```

lambda = 0.0041152; f = -25.1176971
lambda = 0.0079555; f = -25.1180176
lambda = 0.015379; f = -25.1173529
lambda = 0.010356; f = -25.1173529
lambda = 0.008168; f = -25.1180353
lambda = 0.0094179; f = -25.1181395
lambda = 0.010859; f = -25.1173529
lambda = 0.0099698; f = -25.1173529
lambda = 0.0094717; f = -25.1181440
lambda = 0.0097675; f = -25.1181686
lambda = 0.010073; f = -25.1173529
lambda = 0.0098884; f = -25.1181787
lambda = 0.0099985; f = -25.1173529

```

Norm of dx 0.016068

Cliff. Perturbing search direction.

Predicted improvement: 0.066323817

```

lambda = 1; f = -25.1169886
lambda = 0.33333; f = -25.1173134
lambda = 0.11111; f = -25.1173489
lambda = 0.037037; f = -25.1173526
lambda = 0.012346; f = -25.1173529
lambda = 0.0041152; f = -25.1178977
lambda = 0.0079555; f = -25.1173529
lambda = 0.0053568; f = -25.1180616
lambda = 0.0067914; f = -25.1173529
lambda = 0.0058901; f = -25.1181319
lambda = 0.0064154; f = -25.1173529
lambda = 0.0060949; f = -25.1181589
lambda = 0.0062853; f = -25.1173529
lambda = 0.0061703; f = -25.1181689
lambda = 0.006239; f = -25.1181779
lambda = 0.0063085; f = -25.1173529

```

Norm of dx 0.021765

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.000167684

```

lambda = 1; f = -25.1173529
lambda = 0.33333; f = -25.1061863
lambda = 0.11111; f = -25.1161279
lambda = 0.037037; f = -25.1172201
lambda = 0.012346; f = -25.1173392
lambda = 0.0041152; f = -25.1173517
lambda = 0.0013717; f = -25.1173529
lambda = 0.00045725; f = -25.1173530
lambda = 0.00015242; f = -25.1173529

```

Norm of dx 0.018313

Improvement on iteration 110 = 0.000825765

back and forth on step length never finished

f at the beginning of new iteration, -25.1181786801

Predicted improvement: 0.041860541

```

lambda = 1; f = -25.1180307
lambda = 0.33333; f = -25.1181622
lambda = 0.11111; f = -25.1181769
lambda = 0.037037; f = -25.1181785
lambda = 0.012346; f = -25.1181787

```

```
lambda = 0.0041152; f = -25.1181787
lambda = 0.0013717; f = -25.1181787
lambda = 0.00045725; f = -25.1181787
lambda = 0.00015242; f = -25.1181787
lambda = 5.0805e-005; f = -25.1181787
lambda = 1.6935e-005; f = -25.1181801
Norm of dx 0.016068
```

```
-----
Improvement on iteration 111 = 0.000001411
-----
```

```
f at the beginning of new iteration, -25.1181800906
```

```
Predicted improvement: 0.041433948
lambda = 1; f = -25.1180336
lambda = 0.33333; f = -25.1181638
lambda = 0.11111; f = -25.1181783
lambda = 0.037037; f = -25.1181799
lambda = 0.012346; f = -25.1181801
lambda = 0.0041152; f = -25.1181801
lambda = 0.0013717; f = -25.1181801
lambda = 0.00045725; f = -25.1181801
lambda = 0.00015242; f = -25.1181801
lambda = 5.0805e-005; f = -25.1181801
lambda = 1.6935e-005; f = -25.1181801
lambda = 5.645e-006; f = -25.1181801
lambda = 1.8817e-006; f = -25.1181802
lambda = 3.6376e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.4494e-006; f = -25.1181803
lambda = 3.1054e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.6933e-006; f = -25.1181803
lambda = 2.9334e-006; f = -25.1181803
lambda = 3.1951e-006; f = -25.1181801
lambda = 3.0354e-006; f = -25.1181803
lambda = 3.1302e-006; f = -25.1181801
lambda = 3.073e-006; f = -25.1181801
lambda = 3.0392e-006; f = -25.1181803
Norm of dx 0.015992
```

```
Cliff. Perturbing search direction.
```

```
Predicted improvement: 0.061349131
lambda = 1; f = -25.1178638
lambda = 0.33333; f = -25.1181449
lambda = 0.11111; f = -25.1181762
lambda = 0.037037; f = -25.1181797
lambda = 0.012346; f = -25.1181800
lambda = 0.0041152; f = -25.1181801
lambda = 0.0013717; f = -25.1181801
lambda = 0.00045725; f = -25.1181801
lambda = 0.00015242; f = -25.1181801
lambda = 5.0805e-005; f = -25.1181801
lambda = 1.6935e-005; f = -25.1181801
lambda = 5.645e-006; f = -25.1181801
lambda = 1.8817e-006; f = -25.1181803
lambda = 3.6376e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.4494e-006; f = -25.1181801
lambda = 1.9319e-006; f = -25.1181803
lambda = 2.2276e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.0452e-006; f = -25.1181803
```

```
lambda = 2.1527e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.0875e-006; f = -25.1181803
lambda = 2.1264e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.103e-006; f = -25.1181801
```

Norm of dx 0.020452

Cliff again. Try traversing

Predicted improvement: 0.075964770

```
lambda = 1; f = -25.1180304
lambda = 0.33333; f = -25.1181635
lambda = 0.11111; f = -25.1181782
lambda = 0.037037; f = -25.1181799
lambda = 0.012346; f = -25.1181801
lambda = 0.0041152; f = -25.1181801
lambda = 0.0013717; f = -25.1181801
lambda = 0.00045725; f = -25.1181801
lambda = 0.00015242; f = -25.1181801
lambda = 5.0805e-005; f = -25.1181801
lambda = 1.6935e-005; f = -25.1181801
lambda = 5.645e-006; f = -25.1181801
lambda = 1.8817e-006; f = -25.1181804
lambda = 3.6376e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.4494e-006; f = -25.1181805
lambda = 3.1054e-006; f = -25.1181801
lambda = 2.6933e-006; f = -25.1181805
lambda = 2.9334e-006; f = -25.1181805
lambda = 3.1951e-006; f = -25.1181801
lambda = 3.0354e-006; f = -25.1181806
lambda = 3.1302e-006; f = -25.1181801
lambda = 3.073e-006; f = -25.1181801
lambda = 3.0392e-006; f = -25.1181801
```

Norm of dx 0.38978

Improvement on iteration 112 = 0.000000460

back and forth on step length never finished

f at the beginning of new iteration, -25.1181805510

Predicted improvement: 0.041433948

```
lambda = 1; f = -25.1180341
lambda = 0.33333; f = -25.1181643
lambda = 0.11111; f = -25.1181787
lambda = 0.037037; f = -25.1181804
lambda = 0.012346; f = -25.1181805
lambda = 0.0041152; f = -25.1181805
lambda = 0.0013717; f = -25.1181806
lambda = 0.00045725; f = -25.1181806
lambda = 0.00015242; f = -25.1181806
lambda = 5.0805e-005; f = -25.1181806
lambda = 1.6935e-005; f = -25.1181806
lambda = 5.645e-006; f = -25.1181806
lambda = 1.8817e-006; f = -25.1181806
```

Norm of dx 0.015992

Improvement on iteration 113 = 0.000000000

improvement < crit termination

Objective function at mode: -25.118181

Objective function at mode: -25.118181

RESULTS FROM POSTERIOR MAXIMIZATION

parameters

	prior mean	mode	s.d.	t-stat	prior	pstdev
sigma_L	2.000	1.9809	0.6620	2.9922	invg	0.1000
h	0.400	0.7142	0.0629	11.3596	beta	0.0500
phi_H	0.500	0.3162	0.0230	13.7659	beta	0.0500
phi_L	0.750	0.6320	0.0440	14.3530	beta	0.0500
theta	0.250	0.0584	0.0105	5.5563	invg	2.0000
eta_star	0.050	0.0213	0.0078	2.7281	invg	4.0000
phikecil	0.500	0.0991	0.0150	6.5974	invg	2.0000
xi_L	0.500	0.2814	0.1344	2.0936	beta	0.3000
xi_H	0.990	0.0189	0.0142	1.3251	beta	0.0500
eta	0.500	0.8219	0.1298	6.3332	invg	2.0000
omega	0.500	0.1883	0.0551	3.4152	invg	2.0000
rho	0.900	0.9238	0.0482	19.1841	beta	0.0500
omegabar_pi	1.500	1.7433	0.1342	12.9954	norm	0.1500
omegabar_y	0.250	0.2696	0.1541	1.7494	norm	0.1500
rho_a	0.500	0.5731	0.0476	12.0329	beta	0.0500
rho_S	0.500	0.6024	0.0477	12.6208	beta	0.0500
rho_cstar	0.500	0.5185	0.0489	10.6128	beta	0.0500
rho_istar	0.500	0.3424	0.0516	6.6361	beta	0.0500
rho_pistar	0.500	0.4990	0.0507	9.8415	beta	0.0500
rho_zeta	0.500	0.4631	0.0422	10.9739	beta	0.0500
rho_psi	0.500	0.5251	0.0475	11.0572	beta	0.0500

standard deviation of shocks

	prior mean	mode	s.d.	t-stat	prior	pstdev
epsilon_a	0.121	0.1187	0.0135	8.8065	invg	0.0184
epsilon_S	0.520	0.4482	0.0640	7.0070	invg	0.1203
epsilon_cstar	0.689	0.3936	0.0505	7.7872	invg	0.3147
epsilon_istar	0.188	0.2812	0.0269	10.4661	invg	0.0136
epsilon_pistar	0.039	0.0323	0.0089	3.6358	invg	0.0138
epsilon_nu	0.079	0.0791	0.0079	9.9711	invg	0.0096
epsilon_zeta	0.189	0.1798	0.0227	7.9359	invg	0.0390
epsilon_psi	0.316	0.3589	0.0433	8.2830	invg	0.0382

Log data density [Laplace approximation] is -46.074904.

MH: Multiple chains mode.

MH: Searching for initial values...

MH: Initial values found!

MH: Number of mh files : 5 per block.

MH: Total number of generated files : 25.

MH: Total number of iterations : 20000.

MH: average acceptance rate per chain :

0.3541 0.3579 0.3632 0.3592 0.3437

MCMC Diagnostics: Univariate convergence diagnostic, Brooks and Gelman (1998):

Parameter 1... Done!

Parameter 2... Done!

Parameter 3... Done!

Parameter 4... Done!

Parameter 5... Done!

Parameter 6... Done!
 Parameter 7... Done!
 Parameter 8... Done!
 Parameter 9... Done!
 Parameter 10... Done!
 Parameter 11... Done!
 Parameter 12... Done!
 Parameter 13... Done!
 Parameter 14... Done!
 Parameter 15... Done!
 Parameter 16... Done!
 Parameter 17... Done!
 Parameter 18... Done!
 Parameter 19... Done!
 Parameter 20... Done!
 Parameter 21... Done!
 Parameter 22... Done!
 Parameter 23... Done!
 Parameter 24... Done!
 Parameter 25... Done!
 Parameter 26... Done!
 Parameter 27... Done!
 Parameter 28... Done!
 Parameter 29... Done!

MH: Total number of Mh draws: 20000.
 MH: Total number of generated Mh files: 5.
 MH: I'll use mh-files 2 to 5.
 MH: In mh-file number 2 i'll start at line 3968.
 MH: Finally I keep 12000 draws.

MH: I'm computing the posterior mean... Done!
 MH: I'm computing the posterior covariance matrix... Done!

MH: I'm computing the posterior log marginales density (modified harmonic mean)
 MH: Modified harmonic mean estimator, done!

ESTIMATION RESULTS

Log data density is -46.980636.

parameters

	prior	mean	post.	mean	conf.	interval	prior	pstdev
sigma_L	2.000	1.9841	1.6788	2.3007	invg	0.1000		
h	0.400	0.6714	0.6221	0.7142	beta	0.0500		
phi_H	0.500	0.3087	0.2836	0.3322	beta	0.0500		
phi_L	0.750	0.6226	0.5516	0.6933	beta	0.0500		
theta	0.250	0.0633	0.0450	0.0806	invg	2.0000		
eta_star	0.050	0.0308	0.0124	0.0502	invg	4.0000		
phikecil	0.500	0.1183	0.0959	0.1419	invg	2.0000		
xi_L	0.500	0.2454	0.0198	0.4334	beta	0.3000		
xi_H	0.990	0.0278	0.0036	0.0506	beta	0.0500		
eta	0.500	0.8886	0.6378	1.1279	invg	2.0000		
omega	0.500	0.2363	0.1199	0.3354	invg	2.0000		
rho	0.900	0.9008	0.8272	0.9761	beta	0.0500		

omegabar_pi	1.500	1.7421	1.5238	1.9691	norm	0.1500
omegabar_y	0.250	0.2831	0.0505	0.5472	norm	0.1500
rho_a	0.500	0.5691	0.4961	0.6393	beta	0.0500
rho_S	0.500	0.5896	0.5342	0.6436	beta	0.0500
rho_cstar	0.500	0.5297	0.4563	0.6141	beta	0.0500
rho_istar	0.500	0.3349	0.2850	0.3880	beta	0.0500
rho_pistar	0.500	0.4993	0.4158	0.5797	beta	0.0500
rho_zeta	0.500	0.4604	0.3974	0.5253	beta	0.0500
rho_psi	0.500	0.5338	0.4615	0.6099	beta	0.0500

standard deviation of shocks

prior mean post. mean conf. interval prior pstdev

epsilon_a	0.121	0.1279	0.1040	0.1510	invg	0.0184
epsilon_S	0.520	0.4942	0.3859	0.6021	invg	0.1203
epsilon_cstar	0.689	0.4516	0.3461	0.5618	invg	0.3147
epsilon_istar	0.188	0.2983	0.2546	0.3466	invg	0.0136
epsilon_pistar	0.039	0.0390	0.0210	0.0573	invg	0.0138
epsilon_nu	0.079	0.0822	0.0689	0.0950	invg	0.0096
epsilon_zeta	0.189	0.1863	0.1466	0.2238	invg	0.0390
epsilon_psi	0.316	0.3681	0.2943	0.4433	invg	0.0382

MODEL SUMMARY

Number of variables: 32
 Number of stochastic shocks: 9
 Number of state variables: 20
 Number of jumpers: 5
 Number of static variables: 11

MATRIX OF COVARIANCE OF EXOGENOUS SHOCKS

Variables	epsilon_a	epsilon_istar	epsilon_cstar	epsilon_pis
epsilon_a	0.014085	0.000000	0.000000	0.000000
epsilon_istar	0.000000	0.079048	0.000000	0.000000
epsilon_cstar	0.000000	0.000000	0.154947	0.000000
epsilon_pistar	0.000000	0.000000	0.000000	0.001000
epsilon_zeta	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
epsilon_psi	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
epsilon_o	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
epsilon_S	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
epsilon_nu	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

POLICY AND TRANSITION FUNCTIONS

		c_F_cap	c_H_cap	i_cap	pi_1
r_cap	(-1)	-0.392634	-0.750710	0.989299	-1.000000
b_star_cap	(-1)	0.045500	0.148318	-0.471303	-0.000000
rer_cap	(-1)	0	0	0	0.000000
pr_H_cap	(-1)	0.008734	0.054924	-0.350047	0.000000
pr_O_cap	(-1)	0	0	0	0.000000
y_cap	(-1)	0.011761	0.022487	-0.029633	0.000000
x_cap	(-1)	0.045500	0.148318	-0.471303	-0.000000
a_H_cap	(-1)	0.065400	0.121130	-0.311599	-0.000000
zeta_cap	(-1)	-0.181467	-0.303924	0.868852	0.000000
c_star_cap	(-1)	0.038010	0.076562	-0.197354	-0.000000
pr_O_star_cap	(-1)	-0.006374	-0.059443	0.266704	0.000000

psi_cap	(-1)	0.033433	0.041887	-0.038063	0.0
i_star_cap	(-1)	0.016794	0.230093	-0.938270	0.2
pi_star_cap	(-1)	0.010121	-0.123591	0.535675	-0.2
y_S_cap	(-1)	0.128048	0.295629	-0.837393	-0.4
nu_cap	(-1)	-0.046516	-0.088072	0.094165	-0.2
c_cap	(-1)	0.614842	0.504149	0.575498	0.2
pi_cap	(-1)	-0.018063	-0.032155	0.084355	0.2
pi_H_cap	(-1)	-0.000440	-0.000928	-0.000237	0.0
wr_cap	(-1)	-0.064179	-0.114250	0.299721	0.2
epsilon_a		0.114109	0.211345	-0.543673	-0.2
epsilon_istar		0.049055	0.672087	-2.740629	0.0
epsilon_cstar		0.073304	0.147654	-0.380607	-0.2
epsilon_pistar		0.020285	-0.247690	1.073554	-0.2
epsilon_zeta		-0.391826	-0.656235	1.876036	1.2
epsilon_psi		0.063668	0.079766	-0.072485	0.0
epsilon_o		-0.011182	-0.104287	0.467902	0.2
epsilon_S		0.212577	0.490784	-1.390183	-0.2
epsilon_nu		-0.465164	-0.880719	0.941652	-1.2

MOMENTS OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	MEAN	STD. DEV.	VARIANCE	SKEWNESS
c_cap	0.006093	0.342118	0.117045	0.039931
c_F_cap	0.007051	0.345787	0.119569	0.040337
c_H_cap	0.008292	0.495425	0.245446	-0.022380
i_cap	-0.001235	1.265488	1.601459	-0.029211
r_cap	-0.003132	0.297507	0.088510	0.047942
pi_cap	0.004870	1.445624	2.089828	-0.071230
pi_Z_cap	0.004866	1.428904	2.041766	-0.069905
delta_e_cap	0.005463	1.716375	2.945942	-0.047270
b_star_cap	-0.013137	1.931571	3.730965	0.032541
rer_cap	0.001500	0.536096	0.287399	-0.026181
pr_H_cap	-0.019754	3.871336	14.987239	0.028111
pr_O_cap	0.012320	0.670210	0.449181	-0.039552
pi_H_cap	0.004599	4.507581	20.318286	-0.042821
wr_cap	-0.009168	1.292145	1.669640	-0.044070
mrs_cap	0.027256	1.369998	1.876894	-0.012561
l_cap	0.010641	0.438432	0.192222	0.005839
o_cap	-0.002970	0.537117	0.288494	0.029140
o_C_cap	-0.004032	0.590014	0.348117	0.029358
o_H_cap	0.006595	0.491023	0.241103	0.003851
y_cap	0.000130	0.347576	0.120809	0.038705
y_H_cap	0.002443	0.422323	0.178356	-0.011531
x_cap	-0.004883	0.402721	0.162184	0.024651
m_cap	0.005047	0.332421	0.110504	0.042071
a_H_cap	-0.006985	0.145425	0.021149	0.029377
zeta_cap	-0.002232	0.206188	0.042513	0.017270
c_star_cap	-0.011659	0.467945	0.218973	-0.061430
pr_O_star_cap	0.000376	0.123811	0.015329	0.008220
psi_cap	0.010444	0.418663	0.175279	0.014468
i_star_cap	0.000907	0.296522	0.087925	0.056661
pi_star_cap	-0.000555	0.037410	0.001399	-0.005057
y_S_cap	0.009871	0.567325	0.321858	-0.041547
nu_cap	-0.001221	0.080042	0.006407	0.023011

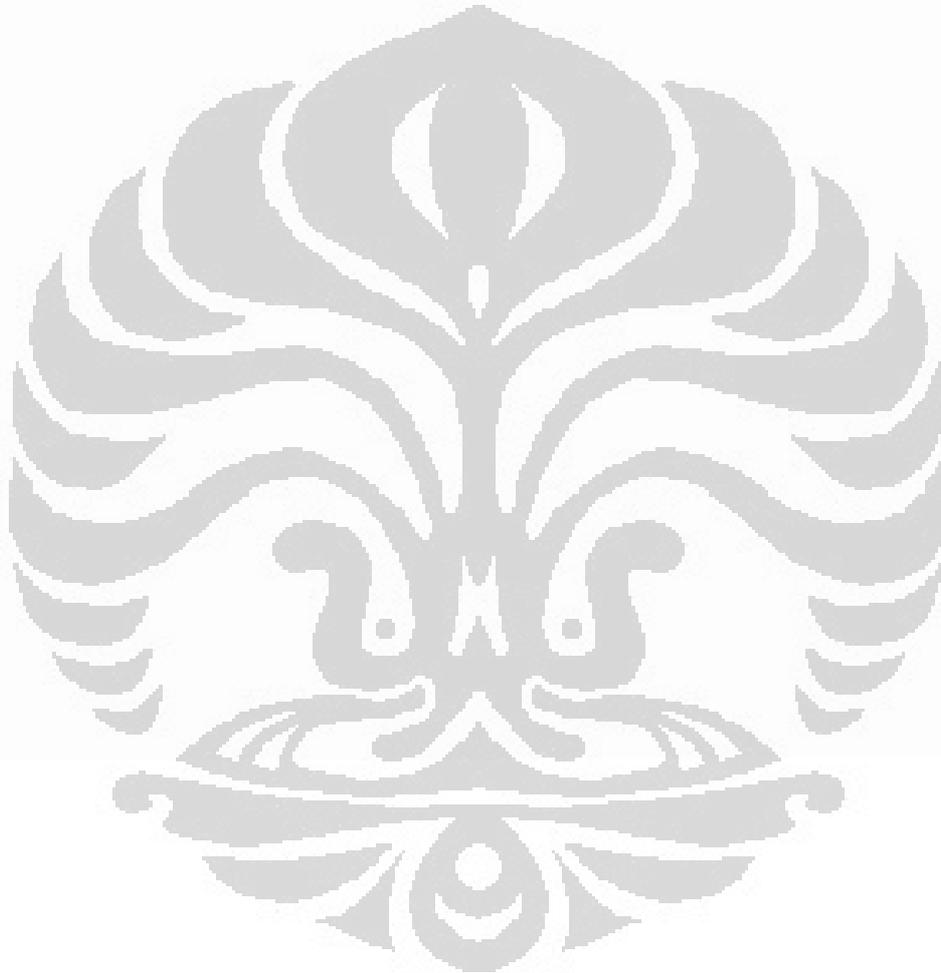
CORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	c_cap	c_F_cap	c_H_cap	i_cap	
c_cap	1.0000	0.9937	0.8469	0.0094	1
c_F_cap	0.9937	1.0000	0.8720	-0.0274	
c_H_cap	0.8469	0.8720	1.0000	-0.4647	
i_cap	0.0094	-0.0274	-0.4647	1.0000	
r_cap	-0.8046	-0.8003	-0.6937	-0.1896	
pi_cap	-0.1544	-0.1670	-0.3288	0.2073	
pi_Z_cap	-0.1493	-0.1649	-0.3460	0.2552	
delta_e_cap	-0.1852	-0.1873	-0.1936	-0.1560	
b_star_cap	-0.3750	-0.3449	0.0743	-0.8578	
rer_cap	0.3007	0.3321	0.7496	-0.8552	
pr_H_cap	-0.2942	-0.3353	-0.7535	0.8577	
pr_O_cap	0.1919	0.2854	0.6206	-0.6939	
pi_H_cap	0.1019	0.0705	-0.3387	0.9782	
wr_cap	0.4460	0.4467	0.4551	0.1686	
mrs_cap	0.7538	0.7782	0.9295	-0.5198	
l_cap	0.6766	0.7078	0.8711	-0.5399	
o_cap	0.4670	0.3776	-0.0101	0.6257	
o_C_cap	0.4007	0.3098	-0.0883	0.6533	
o_H_cap	0.7758	0.7800	0.8439	-0.2201	
y_cap	0.7419	0.7606	0.8336	-0.3484	
y_H_cap	0.7806	0.8059	0.9453	-0.4748	
x_cap	0.4588	0.4753	0.5973	-0.3675	
m_cap	0.9779	0.9542	0.7224	0.1794	
a_H_cap	0.0533	0.0568	0.0520	-0.0166	
zeta_cap	-0.3940	-0.3963	-0.3730	0.2205	
c_star_cap	0.1971	0.2032	0.2224	-0.1084	
pr_O_star_cap	-0.0265	0.0003	-0.0257	0.0495	
psi_cap	-0.0700	0.0315	0.0412	-0.0304	
i_star_cap	0.0429	0.0726	0.3821	-0.4747	
pi_star_cap	-0.0111	-0.0115	-0.0288	0.0291	
y_S_cap	0.5923	0.6043	0.6947	-0.3298	
nu_cap	-0.1117	-0.1158	-0.1596	0.0719	

AUTOCORRELATION OF SIMULATED VARIABLES

VARIABLE	1	2	3	4	5
c_cap	0.8803	0.6417	0.4135	0.2563	0.1687
c_F_cap	0.8709	0.6265	0.3987	0.2451	0.1620
c_H_cap	0.6639	0.3295	0.1472	0.0892	0.0831
i_cap	0.0604	-0.3165	-0.2507	-0.0637	0.0496
r_cap	0.5963	0.1284	-0.1119	-0.1266	-0.0579
pi_cap	0.0850	-0.2482	-0.2488	-0.0975	0.0114
pi_Z_cap	0.1182	-0.2570	-0.2673	-0.1078	0.0105
delta_e_cap	-0.1564	-0.2015	-0.1219	-0.0182	0.0257
b_star_cap	0.3374	-0.1270	-0.2210	-0.1173	-0.0090
rer_cap	0.2864	-0.1663	-0.2403	-0.1225	-0.0068
pr_H_cap	0.2836	-0.1700	-0.2408	-0.1220	-0.0082
pr_O_cap	0.3591	-0.0298	-0.1090	-0.0549	-0.0026
pi_H_cap	0.0154	-0.3204	-0.2428	-0.0592	0.0496
wr_cap	0.4112	0.0357	-0.0941	-0.0583	0.0090
mrs_cap	0.6056	0.2502	0.0708	0.0284	0.0484
l_cap	0.5376	0.2714	0.1543	0.1145	0.1024
o_cap	0.4889	0.1807	0.0841	0.0779	0.0713

o_C_cap	0.4668	0.1373	0.0443	0.0521	0.0586
o_H_cap	0.7117	0.3185	0.0962	0.0421	0.0606
y_cap	0.6516	0.3781	0.2069	0.1157	0.0784
y_H_cap	0.6276	0.3010	0.1288	0.0776	0.0744
x_cap	0.5355	0.2603	0.1285	0.0674	0.0423
m_cap	0.8701	0.6392	0.4206	0.2674	0.1767
a_H_cap	0.5715	0.3391	0.1965	0.1233	0.0663
zeta_cap	0.4638	0.2134	0.1193	0.0610	0.0159
c_star_cap	0.5318	0.2723	0.1488	0.0842	0.0356
pr_O_star_cap	0.5776	0.3337	0.1833	0.0659	0.0191
psi_cap	0.5170	0.2495	0.1155	0.0559	0.0383
i_star_cap	0.3306	0.0988	0.0165	0.0010	-0.0154
pi_star_cap	0.4956	0.2358	0.1253	0.0715	0.0541
y_S_cap	0.6102	0.3665	0.2161	0.1184	0.0654
nu_cap	0.1285	0.0334	-0.0167	-0.0002	0.0078



RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

- i. Nama : Rudi Purwono
- ii. Pekerjaan : Dosen Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga
- iii. Golongan : III/B – Penata Muda Tk 1
- iii. Alamat : Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga
Jl. Airlangga 4, Surabaya 60286
Telp. (031) 5033642, 5036584
Fax. (031) 5026288
- iv. Hand Phone : 08159407311
- v. E-mail : rudipurwono@yahoo.com
- vi. Istri : Julia Calistha, S.Sos.

2. Pendidikan Yang Pernah Ditempuh

- i. Doktor pada Program Studi Ilmu Ekonomi Pascasarjana Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia dengan Kekhususan Ekonomi Moneter, 2009.
- ii. Magister Sains Ekonomi pada Program Studi Ilmu Ekonomi Pascasarjana Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia dengan Kekhususan Ekonomi Moneter, 2004.
- iii. Sarjana Ekonomi pada Jurusan Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga, Kekhususan Ekonomi Publik, 1994.
- iv. SMA Negeri 5 Surabaya, 1988.
- v. SMP Negeri 6 Surabaya, 1985.
- vi. SD Negeri Kertajaya XI No. 217 Surabaya, 1982.

3. Pelatihan Yang Pernah Diikuti

- i. Pelatihan Computable General Equilibrium (CGE), Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2006.
- ii. Pelatihan Statistik Terapan dan Manajemen Data, Program Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat Universitas Indonesia, 2005.
- iii. Pelatihan Analisa Demografi untuk Pembangunan Daerah, Lembaga Demografi Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2004.
- iv. Training of The Trainers (TOT) Pemberian Kredit di BPR diselenggarakan German Technical Cooperation – Promotion of Small Financial Institutions (GTZ-ProFi), 2000.
- v. Lokakarya Pengembangan Budaya Kewirausahaan Melalui Integratif Bahan Ajar (IBA), Universitas Airlangga, 2000.
- vi. Program Pengembangan Ketrampilan Dasar Teknik Instruksional, Universitas Airlangga, 1999.

4. Pengalaman Kerja

- i. Dosen Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga, 1995 s/d sekarang dengan spesialisasi Mata Kuliah Ekonomi Moneter, Bank dan Lembaga Keuangan Bukan Bank, Ekonomi Publik, dan Keuangan Negara.
- ii. Dosen Luar Biasa Fakultas Ekonomi Universitas Trisakti Jakarta, 2006-2007 untuk Mata Kuliah Pengantar Ekonomi Makro, Teori Ekonomi Mikro 1 dan Teori Ekonomi Moneter 1.
- iii. Dosen Luar Biasa Fakultas Ekonomi Universitas Kristen Krida Wacana Jakarta, 2006-2007 untuk Mata Kuliah Teori Ekonomi Internasional dan Riset Operasi.
- iv. Dosen Luar Biasa Fakultas Ekonomi Universitas Sahid Jakarta, 2007-2008 untuk Mata Kuliah Ekonomi Moneter Internasional.
- iv. Asisten Dosen di Program Studi Ilmu Ekonomi Program Pascasarjana Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2002 s/d 2003 untuk Mata Kuliah Ekonomi Makro 1, Perekonomian Indonesia dan Model Ekonomi.

- v. Sekretaris Program Studi Diploma 3 Paralel Manajemen Perbankan Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga, 2000-2002.
- vi. Dosen Luar Biasa Fakultas Ekonomi Universitas Katholik Widya Mandala Surabaya, 2000-2001 untuk Mata Kuliah Perekonomian Indonesia
- vii. Dosen Luar Biasa Fakultas Ekonomi Universitas 45 Surabaya, 1999-2001 untuk Mata Kuliah Matematika Ekonomi.
- viii. Dosen Luar Biasa Fakultas Ekonomi Universitas Kartini Surabaya 1995-1997 untuk Mata Kuliah Ekonomi Moneter dan Metodologi Penelitian.

5. Penelitian Yang Pernah Dilakukan

- i. Implikasi Pengalihan Kewenangan Penetapan Tarif dan Dasar Pengenaan Pajak Kendaraan Bermotor (PKB) dan Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBN-KB) Kepada Daerah Terhadap Kinerja Administrasi Pemungutannya, Kerjasama antara Jurusan Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga dengan PUSPEK-BAPEKKI-Departemen Keuangan RI, 2006.
- ii. Pemetaan Kemiskinan Kabupaten Gayo Lues 2005, Kerjasama antara Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Aceh Tenggara dengan Bappeda Kabupaten Gayo Lues - Nanggroe Aceh Darussalam, 2005.
- iii. Evaluasi Prioritas Kegiatan Kantor Perbendaharaan Kas Daerah (KPKD) Provinsi DKI Jakarta, 2005.
- iv. Identifikasi Sektor-Sektor Unggulan Regional di Indonesia, Kerjasama dengan Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, 2005.
- v. Analisis Distribusi Pendapatan di Indonesia dengan Pendekatan Social Accounting Matrix (SAM), Kerjasama dengan Lembaga Penelitian Universitas Airlangga, 2005.
- vi. Analisis Paritas Suku Bunga dan Efisiensi Pasar Valuta Asing di Indonesia : Pendekatan Kointegrasi Dengan Menggunakan Data Frekuensi Tinggi, Tesis, Program Studi Ilmu Ekonomi Program Pascasarjana Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2004.
- vii. Studi Teoritis tentang Konsepsi Manajemen Pembangunan Dalam Kerangka Pengelolaan Keuangan Negara, Kerjasama dengan Badan Perencana Pembangunan Nasional (BAPPENAS), 2004.
- viii. Studi Upaya Peningkatan Penerimaan Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) di Kabupaten Manggarai, Kerjasama dengan Badan Perencana Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Manggarai - Nusa Tenggara Timur, 2000.

6. Pelatihan Yang Pernah Diberikan

- i. Sebagai Tutor dalam Pelatihan Analytical Hierarchy Process (AHP) pada Kementerian Negara Perumahan Rakyat, 2006.
- ii. Sebagai Tutor dalam Pelatihan Analytical Hierarchy Process (AHP) pada Kantor Perbendaharaan Kas Daerah (KPKD) Provinsi DKI Jakarta, 2005.
- iii. Sebagai Tutor dalam Pelatihan Pengembangan Kewirausahaan Pedagang Hasil Bumi, Kabupaten Gayo Lues – Nanggroe Aceh Darussalam, 2005.
- iv. Sebagai Tutor dalam Pelatihan Teknik Ekonometrika pada Divisi Usaha Kecil dan Mikro Bank BNI di Jakarta, 2004.
- v. Sebagai Tutor dalam Pelatihan Perkreditan untuk Account Officer (AO) Bank Perkreditan Rakyat (BPR) diselenggarakan German Technical Cooperation – Promotion of Small Financial Institutions (GTZ-ProFi) di Malang, 2000.

7. Seminar Yang Pernah Disampaikan

Sebagai Pembicara dalam Penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) 2006-2025 Kabupaten Gayo Lues, dilaksanakan oleh BAPPEDA Kabupaten Gayo Lues - Nanggroe Aceh Darussalam, 2005.