



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SIMULATOR KEBIJAKAN SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN DAMPAK BERKELANJUTAN
DARI KEBIJAKAN INDUSTRI BIODIESEL DI INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

GERSIANTO B

0706274685

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

DEPOK

JUNI 2011

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang diujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Gersianto B

NPM : 0706274685

Tanda Tangan :

Tanggal : JUNI 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Gersianto Bagusputra
NPM : 0706274685
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Perancangan Simulator Kebijakan Sebagai Media Pembelajaran Dampak Keberlanjutan dari Kebijakan Industri Biodiesel Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Akhmad Hidayatno, ST, MBT ()

Penguji : Armand Omar Moeis S.T., M.Sc ()

Penguji : Ir. Yadrifil M.Sc. ()

Penguji : Ir. M. Dachyar M.Sc ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 20 Juni 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-NYA, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Akhmad Hidayatno, ST, MBT. Selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan banyak masukan, bimbingan, arahan, motivasi, dan membantu Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;
2. Orang tua dan keluarga, yang selalu mendoakan dan mendukung Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;
3. Ibu Ir. Isti Surjandari, Ph.D selaku Pembimbing Akademis Peneliti selama berkuliah di Departemen Teknik Industri UI;
4. Aziiz Sutrisno, ST, atas bantuannya fisik dan moril yang sangat besar kepada Penulis dalam menyelesaikan penelitian;
5. Daryl Benaya Yoyada Bachtum, selaku teman seperjuangan selama kuliah dan skripsi yang selalu memberikan dorongan dan bantuan kepada Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;
6. Dosen-dosen di Laboratorium SEMS Bapak Ir. Armand Omar Moeis, M.Sc, Bapak Komarudin, ST, M.Sc, dan Bapak Ir. Boy Nurtjahyo, MSIE atas segala bantuan, bimbingan, dan dukungan yang telah diberikan kepada Penulis selama menyelesaikan penelitian di SEMS;
7. Teman-teman seperjuangan di SEMS, Rangga, Berry, Tulus, Gersen, Oscar, Paul, Alan, Ariel, Lucy, dan Mela yang telah bersama-sama dalam suka maupun duka selama menyelesaikan penelitian;

8. Cucur, Debo, Melissa, dan Regina yang selalu bersedia untuk mendengar keluh kesah dan memberikan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan penelitian;
9. Mahasiswa Teknik Industri UI, khususnya teman-teman angkatan 2007 yang sudah menemani dan membantu Penulis baik selama 4 tahun kuliah maupun dalam menyelesaikan penelitian;
10. Seluruh teman-teman Asisten Lab SEMS, Stefan, Ajeng, Laisha, Dhanita, Irvanu, Oza, Tyo, Ricky, Dhita, CS, Edel, Eci, dan Arry atas bantuan dan canda tawanya yang sudah meringankan beban Penulis;
11. Teman-teman WIRUS IMTI setiap kepengurusan atas traktiran dan kepeduliannya yang telah memberikan hiburan kepada penulis selama menyelesaikan penelitian;
12. Tim Kamehame Kanban Game 2011 atas hadiah dan dukungannya yang telah memotivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian;
13. Link, Shelly, Andri Mubarak, Felice, Erin, Intan, dan Nira yang telah memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis di saat-saat yang tidak terduga selama penulis menyelesaikan penelitian;
14. Ibu Har, Mbak Willy, Mbak Ana, Mbak Fatimah, Mas Dody, Pak Mursyid, Mas Iwan, Mas Latief, dan Mas Achil atas segala bantuannya;
15. Seluruh dosen Departemen Teknik Industri UI atas segala ilmu dan bimbingannya selama ini, dan
16. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu-persatu, yang telah membantu Penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 14 Juni 2011

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Gersianto B
NPM : 0706274685
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian 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:

Perancangan Simulator Kebijakan Sebagai Media Pembelajaran Dampak Berkelanjutan Dari Kebijakan Industri Biodiesel di Indonesia

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 14 Juni 2011

Yang menyatakan

(Gersianto B)

ABSTRAK

Nama : Gersianto B
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Perancangan Simulator Kebijakan Sebagai Media Pembelajaran
Dampak Berkelanjutan Dari Kebijakan Industri Biodiesel di
Indonesia

Penelitian ini berfokus pada perancangan sebuah simulator kebijakan untuk meningkatkan pemahaman terhadap dampak berkelanjutan dari penerapan industri biodiesel di Indonesia. Simulator akan memberikan kesempatan pada pengguna untuk mensimulasikan kebijakan-kebijakan pemerintah di dalam sebuah lingkungan yang bebas risiko dan melihat dampak dari kebijakan-kebijakan tersebut kepada pembangunan nasional yang berkelanjutan. Simulator dirancang untuk memfokuskan diri kepada indikator *Millennium Development Goals* (MDG) sebagai indikator dari pengaruh pembuatan kebijakan terhadap pembangunan nasional. Simulator telah diujikan kepada mahasiswa Teknik Industri UI dan terbukti mampu berperan sebagai media pembelajaran dari dinamika industri biodiesel di Indonesia.

Kata kunci :
Sistem dinamis, Manajemen simulator, pengambilan keputusan, analisa kebijakan, biodiesel, pembangunan berkelanjutan

ABSTRACT

Name : Gersianto B
Study Program : Industrial Engineering
Title : A Design of Management Flight Simulator to Understand
The Impact of Sustainable Palm-oil based Biodiesel
Industry in Indonesia

This research focuses on designing a Management Flight Simulator to provide a more comprehensive understanding of sustainable impact on Indonesia's Biodiesel Industry. The simulator will give the player a chance to take the role of government and simulate a set of policies in an interactive, risk-free environment to improve the knowledge in interpreting the effects of such policies in Indonesia's sustainable development. System Dynamics approach is used to model the complexity and interaction between social, economic, and environmental aspects of Indonesia's Biodiesel Industry. The simulator was designed to focus on Millennium Development Goals (MDG) indicators from United Nations (UN) to learn the impact of policy making on national development. The game was tested on University of Indonesia's Industrial Engineering students. The game was proved to be a good platform for learning about the dynamics of biodiesel industry.

Keywords :

System Dynamics, Management Flight Simulator, Decision Making, Policy Analysis, Biodiesel, Sustainable development

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan	5
1.3 Perumusan Permasalahan.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.6 Metodologi Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan	11
2 DASAR TEORI.....	13
2.1 Teori Sistem Dinamis	13
2.1.1 Sistem.....	13
2.1.2 Berpikir Sistem.....	14
2.1.3 Sistem Dinamis.....	14
2.1.4 Pemodelan Sistem Dinamis.....	17
2.1.5 Sumber Informasi dalam Pemodelan Sistem Dinamis	19
2.1.6 Umpan Balik (<i>Feedback</i>).....	20
2.1.7 Diagram Loop Sebab-akibat (Causal Loop Diagram).....	21
2.1.8 Diagram Alir (Stock-and-Flow Diagram).....	23

2.1.9	Struktur dan Perilaku Sistem Dinamis.....	26
2.1.10	Validasi Model	27
2.1.11	Analisa Sensitivitas Model.....	32
2.2	Teori Management Flight Simulator	32
2.2.1	Latar Belakang	32
2.3	Teori Analisa Kebijakan	34
2.4	Teori Ekonomi Makro	36
2.4.1	Prinsip-Prinsip Ekonomi Makro.....	37
2.4.2	Faktor Produksi Ekonomi : Persamaan Cobb-Douglass.....	39
2.4.3	Pendapatan Nasional.....	44
2.4.4	Ekonomi dan Dampak Sosial.....	45
2.4.5	Ekonomi dan Lingkungan Hidup	47
2.5	Millennium Development Goals	48
2.6	Pilot Testing	51
3	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	53
3.1	Pengumpulan Data.....	53
3.1.1	Pengumpulan Data Mental dari Jurnal Penelitian	53
3.1.2	Pengumpulan Data Tertulis dan Numerik.....	61
3.2	Konseptualisasi Model.....	63
3.2.1	Modus Referensi.....	64
3.2.2	Hipotesa Dinamis	66
3.2.3	Diagram Sistem	67
3.2.4	Pembangunan Causal Loop Diagram	68
3.2.5	Penetapan <i>Learning Points</i> (Poin Pembelajaran).....	76
3.3	Formulasi Model	78
3.3.1	Simplifikasi Model BSM (Biodiesel Sustainability Model).....	78
3.3.2	Perancangan Desain Antarmuka (<i>Interface</i>) Simulator.....	90
3.4	Verifikasi dan Validasi Model	95
3.4.1	Verifikasi Model.....	96
3.4.2	Validasi Model	100
4	ANALISA	104
4.1	Tes Percobaan.....	104

4.2 Hasil Tes Percobaan	107
5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	110
DAFTAR REFERENSI	112



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Roadmap Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Inpres No. 1/2006, 2006)	2
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	6
Gambar 1.3 Metodologi Penelitian.....	10
Gambar 2.1 Proses Sistem Dinamis.....	17
Gambar 2.2 Cara Penulisan Diagram Loop Sebab Akibat.....	22
Gambar 2.3 Polaritas Hubungan.....	23
Gambar 2.4 Cara Penulisan Diagram Alir	24
Gambar 2.5 Analogi Hidrolik.....	25
Gambar 2.6 Representasi Struktur Diagram Alir	26
Gambar 2.7 Perilaku Model Secara Umum	27
Gambar 2.8 Proses Pembuatan Kebijakan	35
Gambar 2.9 Siklus Ekonomi Keynesian	38
Gambar 2.10 Delapan Sasaran Pembangunan Millennium.....	49
Gambar 3.1 Gambar Relasi Makro Model T-21	55
Gambar 3.2 Daftar sumber data dari variabel per sektor	63
Gambar 3.3 Modus Referensi nilai GDP Indonesia	64
Gambar 3.4 Modus Referensi Pertumbuhan Penduduk Indonesia	65
Gambar 3.5 Diagram Sistem Penelitian.....	68
Gambar 3.6 <i>Causal Loop Diagram</i> utama model.....	69
Gambar 3.7 <i>Causal Loop Diagram</i> sektor ekonomi.....	71
Gambar 3.8 <i>Causal Loop Diagram</i> sektor sosial	73
Gambar 3.9 <i>Causal Loop Diagram</i> sektor lingkungan.....	75
Gambar 3.10 Tampilan halaman antarmuka pendahuluan (intro).....	90
Gambar 3.11 Tampilan halaman antarmuka input keputusan.....	91
Gambar 3.12 Tampilan halaman antarmuka pengambilan keputusan.....	92
Gambar 3.13 Tampilan halaman antarmuka penunjuk keputusan	93
Gambar 3.14 Pilihan menu pada halaman input untuk melihat hasil simulasi	93
Gambar 3.15 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor ekonomi.....	94
Gambar 3.16 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor sosial.....	94
Gambar 3.17 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor lingkungan..	95
Gambar 3.18 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor energi.....	95
Gambar 3.19 Perbandingan Struktur nilai PDB	97
Gambar 3.20 Perbandingan Struktur jumlah populasi.....	98
Gambar 3.21 Perbandingan Struktur total lahan hutan.....	99
Gambar 3.22 Perbandingan Struktur total permintaan energi.....	100
Gambar 3.23 Grafik perbandingan nilai produksi dan jumlah populasi.....	102
Gambar 3.24 Grafik perbandingan nilai produksi dan jumlah emisi.....	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Cara-cara validasi model	28
Tabel 3.1 Poin Pembelajaran (<i>Learning Points</i>) simulator.....	76
Tabel 3.2 Tabel Simplifikasi Modul Produksi	80
Tabel 3.3 Tabel Perbandingan Formulasi Modul Produksi	81
Tabel 3.4 Tabel Simplifikasi Modul Pemerintah	82
Tabel 3.5 Tabel Perbandingan Formulasi Modul Pemerintah.....	82
Tabel 3.6 Tabel Simplifikasi Sub-Model Sosial Teknologi.....	83
Tabel 3.7 Tabel Perbandingan Formulasi Sub-Model Sosial Teknologi.....	84
Tabel 3.8 Tabel Simplifikasi Sub-Model Lingkungan	85
Tabel 3.9 Tabel Simplifikasi Sub-Model Lingkungan	86
Tabel 3.10 Tabel Perbandingan Formulasi Sub-modul Permintaan Energi.....	87
Tabel 3.11 Tabel Verifikasi nilai PDB	96
Tabel 3.12 Tabel Verifikasi jumlah Populasi.....	97
Tabel 3.13 Tabel Verifikasi Total lahan hutan.....	98
Tabel 3.14 Tabel Verifikasi Total permintaan energi.....	99
Tabel 4.1 Pertanyaan lembar refleksi	105
Tabel 4.2 Hasil Tes Percobaan Simulator.....	107

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Energi adalah salah satu sumber daya alam yang sangat dibutuhkan oleh manusia. Penggunaan energi dalam kehidupan sehari-hari manusia sangatlah banyak dan bervariasi, mulai dari untuk listrik dan sebagai bahan bakar. Sulit memisahkan kegiatan manusia yang tidak memerlukan energi. Ada berbagai macam sumber energi yang biasa digunakan oleh manusia sampai saat ini. Selama ini manusia menggunakan sumber energi yang disebut dengan sumber energi fosil. Sumber energi atau bahan bakar fosil adalah sumber energi yang didapat dari bahan-bahan mineral seperti batu bara, minyak bumi, dan gas bumi yang mengandung hidrokarbon sebagai penghasil panas. Sampai abad ke-20, bahan bakar fosil adalah sumber energi utama yang digunakan oleh manusia di seluruh dunia. Tetapi, karena penggunaannya yang semakin banyak dan tidak sebanding dengan laju reproduksinya, maka jumlahnya semakin berkurang dan dunia pun mengalami kelangkaan energi. Indonesia, sebagai negara yang pernah menjadi bagian dari OPEC sebagai negara pengekspor minyak, juga terkena dampak dari kelangkaan energi. Puncaknya, pada tahun 2002 negara kita mulai mengimpor BBM (Departemen Pertambangan dan Energi, 2005) dan berubah status dari exportir minyak menjadi importir minyak. Dengan kurangnya cadangan energi, serta dengan produksi tahunan 500×10^6 BOE, Indonesia hanya diprediksikan mampu memenuhi kebutuhan energi dari sumber daya yang dimilikinya sampai 18 tahun mendatang (Hendarto, 2007). Kontras yang terjadi antara konsumsi dan cadangan energi yang tersedia akhirnya membuat Indonesia masuk ke dalam krisis energi. Hal inilah yang mendesak pemerintah Indonesia untuk mencari sumber bahan bakar alternatif sebagai antisipasi tingginya harga dan kelangkaan minyak bumi. Salah satu dari alternatif sumber bahan bakar adalah dengan menggunakan bahan bakar nabati (biofuel).

Untuk mengantisipasi terjadinya kelangkaan minyak, pada tahun 2006 pemerintah Indonesia menciptakan program diversifikasi energi, merujuk kepada

Dekrit Presiden no.10 tahun 2006 tentang Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati (*biofuel*), yang dapat mengurangi ketergantungan negara terhadap bahan bakar minyak. Tujuan dari program berjangka waktu 20 tahun ini di samping untuk mengurangi impor minyak dan subsidi untuk bahan bakar minyak, serta menanggulangi kelangkaan energi, adalah untuk menciptakan lapangan kerja (terutama di daerah pedesaan), membangun kekuatan di sektor agrikultura dan mengembangkan kesempatan-kesempatan ekspor baru. Rencana awal pemerintah memperkirakan bahwa *biofuel* akan mencukupi 10 persen dari konsumsi bahan bakar untuk transportasi, menciptakan ribuan lapangan kerja dan menciptakan swasembada energi bagi pedesaan. Pemerintah mengharapkan pertumbuhan di sektor agrikultura dan perekonomian pedesaan yang dihasilkan dari produksi *biofuel* dapat memperbaiki mata pencaharian masyarakat miskin pedesaan. Berbeda dengan negara-negara lainnya, perbaikan atau pengurangan gas rumah kaca (*greenhouse gases*) justru bukan merupakan tujuan utama dari pengembangan *biofuel* ini.

Tahun	2005-2010	2011-2015	2016-2025
Biodiesel	Pemanfaatan Biodiesel Sebesar 10% Konsumsi Solar 2,41 juta kL	Pemanfaatan Biodiesel Sebesar 15% Konsumsi Solar 4,92 juta kL	Pemanfaatan Biodiesel Sebesar 20% Konsumsi Solar 10,22 juta kL
Bioetanol	Pemanfaatan Bioetanol 5% Konsumsi Premium 1,48 juta kL	Pemanfaatan Bioetanol 10% Konsumsi Premium 2,78 juta kL	Pemanfaatan Bioetanol 15% Konsumsi Premium 6,28 juta kL
Biooil - Biokerosin	Pemanfaatan Biokerosin 1 juta kL	Pemanfaatan Biokerosin 1,8 juta kL	Pemanfaatan Biokerosin 4,07 juta kL
- PPO untuk Pembangkit Listrik	Pemanfaatan PPO 0,4 juta kL	Pemanfaatan PPO 0,74 juta kL	Pemanfaatan PPO 1,69 juta kL
Biofuel	Pemanfaatan Biofuel Sebesar 2% energi mix 5,29 juta kL	Pemanfaatan Biofuel Sebesar 3% energi mix 9,84 juta kL	Pemanfaatan Biofuel Sebesar 5% energi mix 22,26 juta kL

Gambar 1.1 Roadmap Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Inpres No. 1/2006, 2006)

Bahan bakar nabati merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui yang diperoleh dari bahan baku biologis, dapat tersedia baik dalam bentuk *bioethanol* (setara dengan bensin) atau *biodiesel* (setara dengan diesel). Di Indonesia, bahan

baku yang tersedia untuk *biodiesel* adalah minyak kelapa sawit dan minyak jarak, sementara untuk *bioethanol* tersedia tebu dan singkong. Menurut Ghazoul dan Lian Pin Koh (Koh & Ghazoul, 2008), dari melimpahnya sumber daya alam yang tersedia dan status Indonesia sebagai produsen terbesar di dunia, dan juga eksporter terbesar kedua di dunia (setelah Malaysia) untuk minyak kelapa sawit, *biodiesel* sebagai bahan bakar nabati berbahan baku minyak kelapa sawit memiliki prospek yang lebih menjanjikan dibandingkan bahan bakar nabati lainnya untuk saat ini. Selain itu, kelapa sawit dijadikan sebagai bahan baku utama dari program *biofuel* di Indonesia juga dikarenakan industri kelapa sawit di Indonesia relatif sudah lebih matang ketimbang industri bahan baku lainnya.

Namun dalam perjalanannya, perkembangan industri Biodiesel berbasis kelapa sawit tidak berjalan sesuai harapan. Menurut *Info Sawit*, krisis ekonomi dunia yang melanda akhir tahun 2008 mengakibatkan turunnya permintaan kelapa sawit di dunia, yang menyebabkan terjadinya *oversupply* sawit dan menurunnya harga sawit dunia. Kondisi ini tentu ikut mempengaruhi iklim industri Biodiesel di Indonesia, yang masih dalam tahap awal perkembangan. Menurunnya prospek industri kelapa sawit menyebabkan menurunnya minat para investor untuk membuka lahan, yang secara tidak langsung akan menurunkan produksi dari kelapa sawit yang akan digunakan sebagai bahan baku Biodiesel. Apalagi sebelumnya sebagian besar produksi kelapa sawit di Indonesia selama ini lebih ditujukan untuk ekspor ke luar negeri ketimbang untuk memenuhi kebutuhan domestik. Selain itu, penggunaan kelapa sawit sebagai bahan baku Biodiesel juga mendapat pro dan kontra di masyarakat. Penggunaan kelapa sawit sebagai bahan baku *biofuel* tentu akan mengurangi output dari kelapa sawit yang selama ini digunakan untuk kebutuhan pangan. Masyarakat khawatir jika nanti industri Biodiesel berkembang dan menjadi sumber energi alternatif, permintaan akan biodiesel meningkat dan akan meningkatkan harga kelapa sawit dunia. Harga kelapa sawit yang meningkat secara tidak langsung juga akan mempengaruhi harga makanan yang berbasis kelapa sawit, seperti minyak goreng dan mentega. Belum lagi hambatan yang datang dari kelompok yang mengatasnamakan pecinta lingkungan. Mereka khawatir jika permintaan akan biodiesel meningkat, maka jumlah lahan hutan yang tersedia di Indonesia akan

semakin berkurang. Hal ini tentunya akan mengganggu ekosistem dan merusak habitat flora dan fauna yang terdapat di hutan-hutan tersebut. Apalagi Indonesia sudah mendapatkan perhatian dari dunia internasional menyangkut laju deforestasi yang tinggi. Menurut *Global Forest Watch*, Indonesia adalah negara dengan laju deforestasi tertinggi kedua setelah Brazil dengan 2 juta hektar area hutan hilang per tahun. Hal ini tentu sedikit mengurangi citra positif Indonesia di mata internasional, yang menganggap Indonesia sebagai 'Paru-paru dunia'.

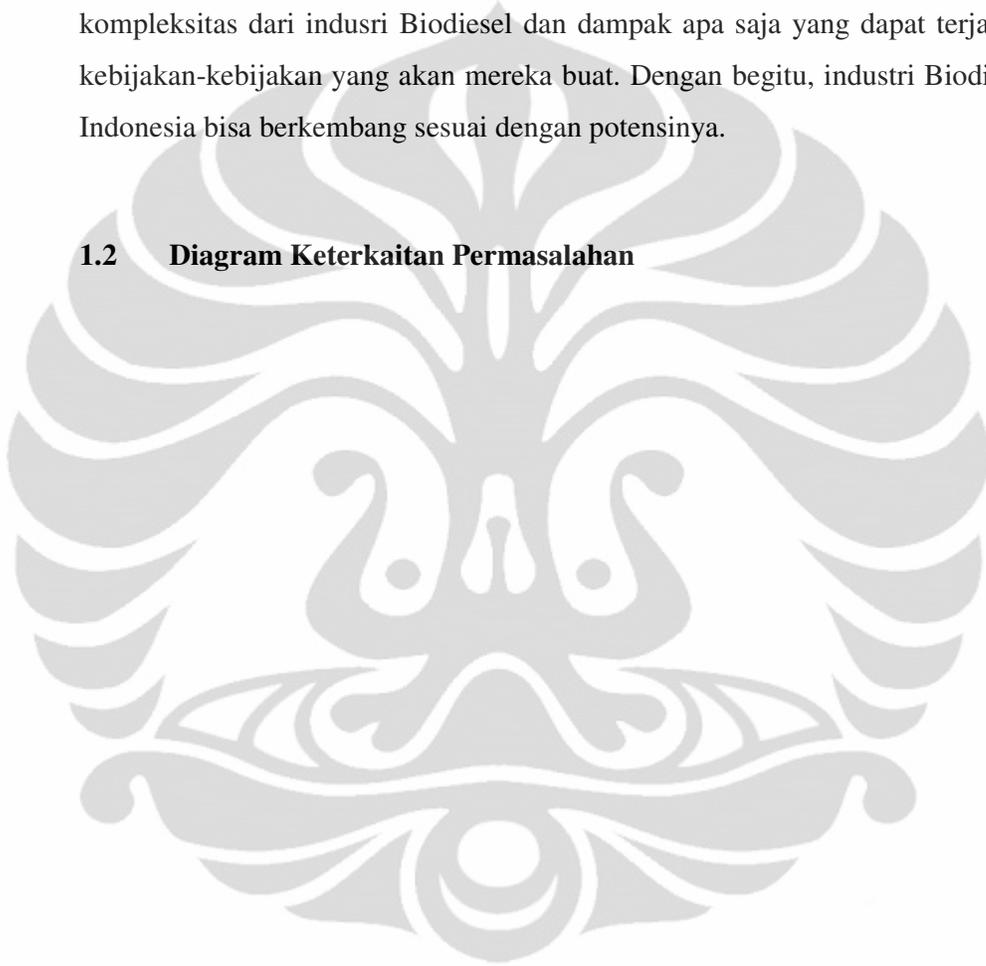
Segala macam hambatan dan masalah yang muncul dari berbagai aspek mengakibatkan luasnya dampak yang bisa disebabkan oleh pengembangan industri Biodiesel di Indonesia. Banyaknya aktor dan aspek yang dipengaruhi menunjukkan betapa kompleksnya industri Biodiesel di Indonesia. Hal ini lah yang menyebabkan munculnya keragu-raguan dari pemerintah Indonesia terhadap kebijakan yang menyangkut perkembangan industri Biodiesel. Saat ini, perkembangan di industri Biodiesel di Indonesia bisa dibidang 'stagnan' alias tanpa perkembangan berarti. Pemerintah seolah-olah ragu untuk membuat kebijakan tertentu karena khawatir jika kebijakan tersebut kurang tepat maka dampaknya akan berskala nasional. Keragu-raguan ini muncul karena sebagai pembuat kebijakan, pemerintah tidak mempunyai sebuah media dimana mereka bisa mensimulasikan kebijakan-kebijakan yang akan mereka buat dan mengetahui seperti apa dampaknya. Oleh karena itu, perlu dibuatnya sebuah media pembelajaran bagi pemerintah untuk dapat meningkatkan pemahaman terhadap kompleksitas industri Biodiesel di Indonesia.

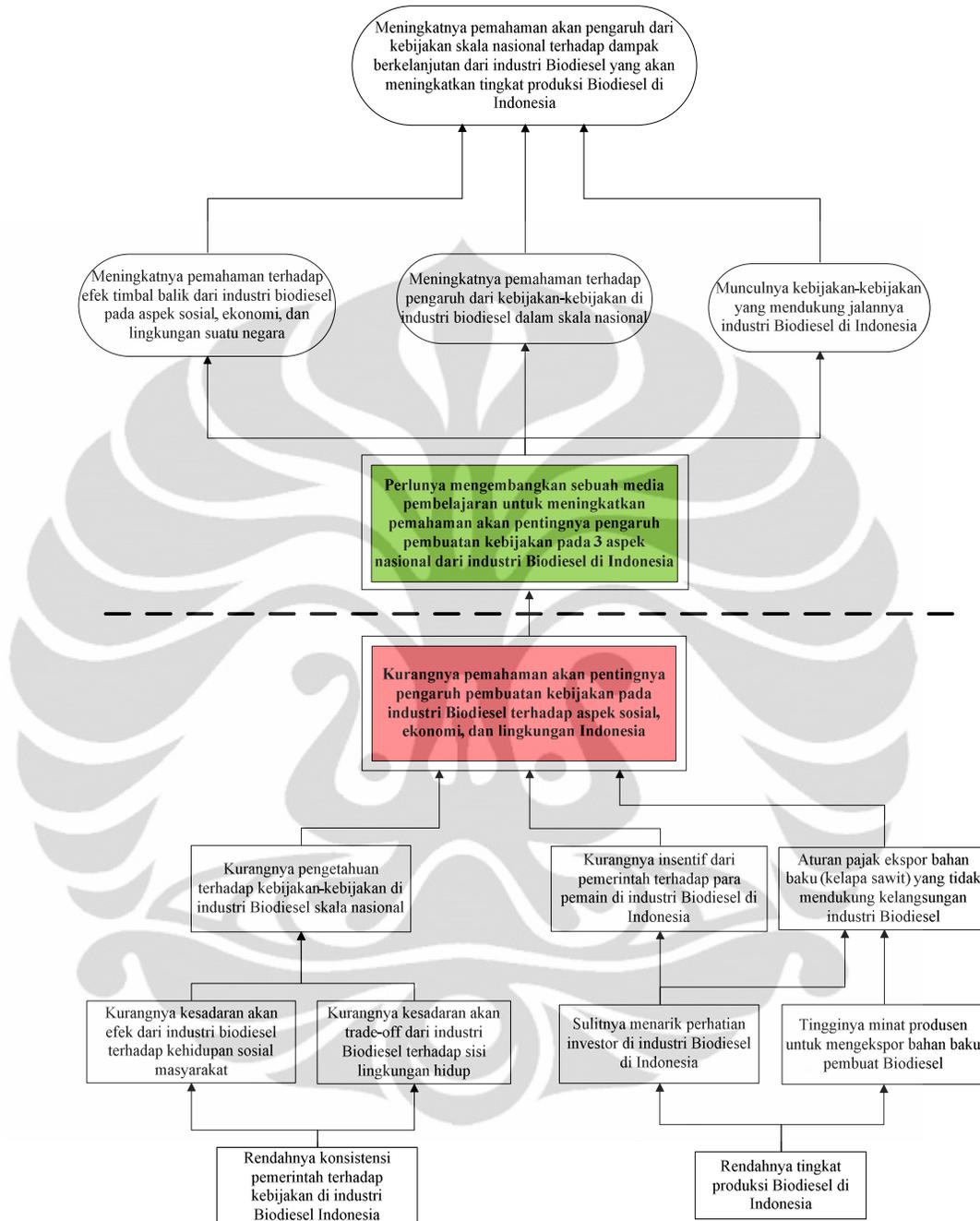
Salah satu media yang paling efektif digunakan sebagai alat pembelajaran adalah *management flight simulator* atau Simulator manajemen. Manajemen simulator merupakan media dimana pemain dapat belajar untuk mengambil tindakan dan mempelajari efek dari tindakan mereka melalui sebuah *feedback mechanisms* yang dibuat di dalam simulator tersebut. Simulator dibuat berdasarkan asumsi bahwa apa yang dipelajari oleh pemain di dalam simulator tersebut dapat ditransfer ke atau terjadi di dunia nyata. Tetapi transfer ini tidak berlangsung dengan segera, sehingga membuat simulator menjadi alat yang *low risk* dan memberikan rasa aman kepada pemainnya. Rasa aman dalam menggunakan simulator bisa menimbulkan kreatifitas dalam eksperimen sehingga

membuat eksperimen menjadi lebih bervariasi. Dalam sejarahnya, simulator sudah terbukti menjadi salah satu alat yang paling efektif sebagai media eksperimen dan pembelajaran pembuatan kebijakan publik (Mayer, 2009).

Dengan dibuatnya sebuah simulator yang menggambarkan industri Biodiesel di Indonesia, pemerintah diharapkan dapat semakin memahami akan kompleksitas dari industri Biodiesel dan dampak apa saja yang dapat terjadi dari kebijakan-kebijakan yang akan mereka buat. Dengan begitu, industri Biodiesel di Indonesia bisa berkembang sesuai dengan potensinya.

1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan





Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Permasalahan

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang dan diagram keterkaitan masalah, dapat disimpulkan bahwa perumusan masalah yang akan dibahas pada

penelitian ini adalah kurangnya pemahaman akan pentingnya pengaruh pembuatan kebijakan pada industri Biodiesel terhadap aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan Indonesia.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh sebuah simulator kebijakan berbasis sistem dinamis untuk meningkatkan pemahaman akan pentingnya pengaruh pembuatan kebijakan terhadap 3 aspek nasional ekonomi, sosial, dan lingkungan dari industri Biodiesel di Indonesia. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari simulator tersebut, akan dilihat pengaruh dari simulator ini terhadap peningkatan pemahaman pemainnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini digunakan agar masalah yang diteliti lebih dapat terarah dan terfokus sehingga penelitian dapat dilakukan sesuai dengan apa yang direncanakan. Ruang lingkup dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

- Biodiesel yang akan dibahas dalam penelitian ini secara khusus adalah biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit mengingat jenis inilah yang memiliki perkembangan yang paling pesat untuk saat ini di Indonesia.
- Sesuai dengan tujuan penelitian, ruang lingkup dari model permainan simulasi biodiesel yang dibuat adalah dalam konteks pemenuhan target pemanfaatan jangka panjang bahan bakar nabati nasional sesuai dengan *roadmap* timnas pengembangan bahan bakar nabati nasional 2006-2025.
- Jangka waktu model simulasi disesuaikan dengan periode *roadmap* pemanfaatan bahan bakar nabati, yakni sampai dengan tahun 2025.
- Model permainan simulasi yang dihasilkan kemudian akan diujikan kepada mahasiswa S1 Reguler Teknik Industri UI angkatan 2007.

1.6 Metodologi Penelitian

Berikut ini akan dijelaskan mengenai metodologi atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, sebagaimana digambarkan pada gambar 3.

Metodologi penelitian ini terdiri atas tahapan yang antara lain adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Topik Penelitian.

Topik penelitian didapatkan melalui diskusi dengan dosen pembimbing. Adapun topik penelitian ini adalah Perancangan Permainan Simulasi Sebagai Media Pembelajaran Dampak Berkelanjutan dari Pembuatan Kebijakan di Industri Biodiesel Indonesia. Pada bagian ini, ditentukan pula hasil akhir dan batasan masalah yang akan diteliti sehingga penelitian lebih terarah, terfokus dan berjalan sesuai dengan rencana

2. Pembahasan Landasan Teori

Dalam tahap ini, ditentukan landasan teori yang berhubungan dengan topik sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian. Landasan teori ini kemudian akan dijadikan acuan dalam pelaksanaan tugas akhir. Adapun landasan teori yang terkait adalah dasar teori manajemen simulator, dasar teori sistem dinamis, dan dasar teori pembuatan kebijakan.

3. Pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan

Pada tahap ini, penulis mencari referensi dari jurnal dan sumber lainnya, serta mempelajari model simulasi dari industri biodiesel Indonesia hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

4. Perancangan dan Pengembangan Model Simulasi

Tahap ini terbagi lagi menjadi empat langkah yaitu:

a. Tahap Konseptualisasi

Dalam tahap ini terdiri dari empat kegiatan utama yaitu:

- Pembentukan *mental model* melalui *causal loop diagram* dan *stock and flow diagram*.
- Penyusunan *reference modes* untuk melihat *behavior over time*. Adapun *reference mode* yang digunakan adalah pertumbuhan Produk Domestik Bruto dan jumlah populasi Indonesia pada skenario yang berbeda
- Pengambilan *dynamic hypothesis* dan *learning points* berdasarkan *reference modes* yang sudah disusun.
- Penentuan batasan dan asumsi yang digunakan dalam model.

b. Tahap Formulasi

Dalam tahap ini SFD yang sudah didapat diformulasikan kedalam software simulasi dan kemudian dilakukan perancangan simulator.

c. Tahap Verifikasi dan Validasi

Setelah simulator selesai dirancang, maka diadakan beberapa pengujian sebagai verifikasi dan validasi terhadap model. Pengujian yang dilakukan ada dua, yaitu *behavior testing* dan *numerical testing*.

d. Tahap Distribusi Pengetahuan

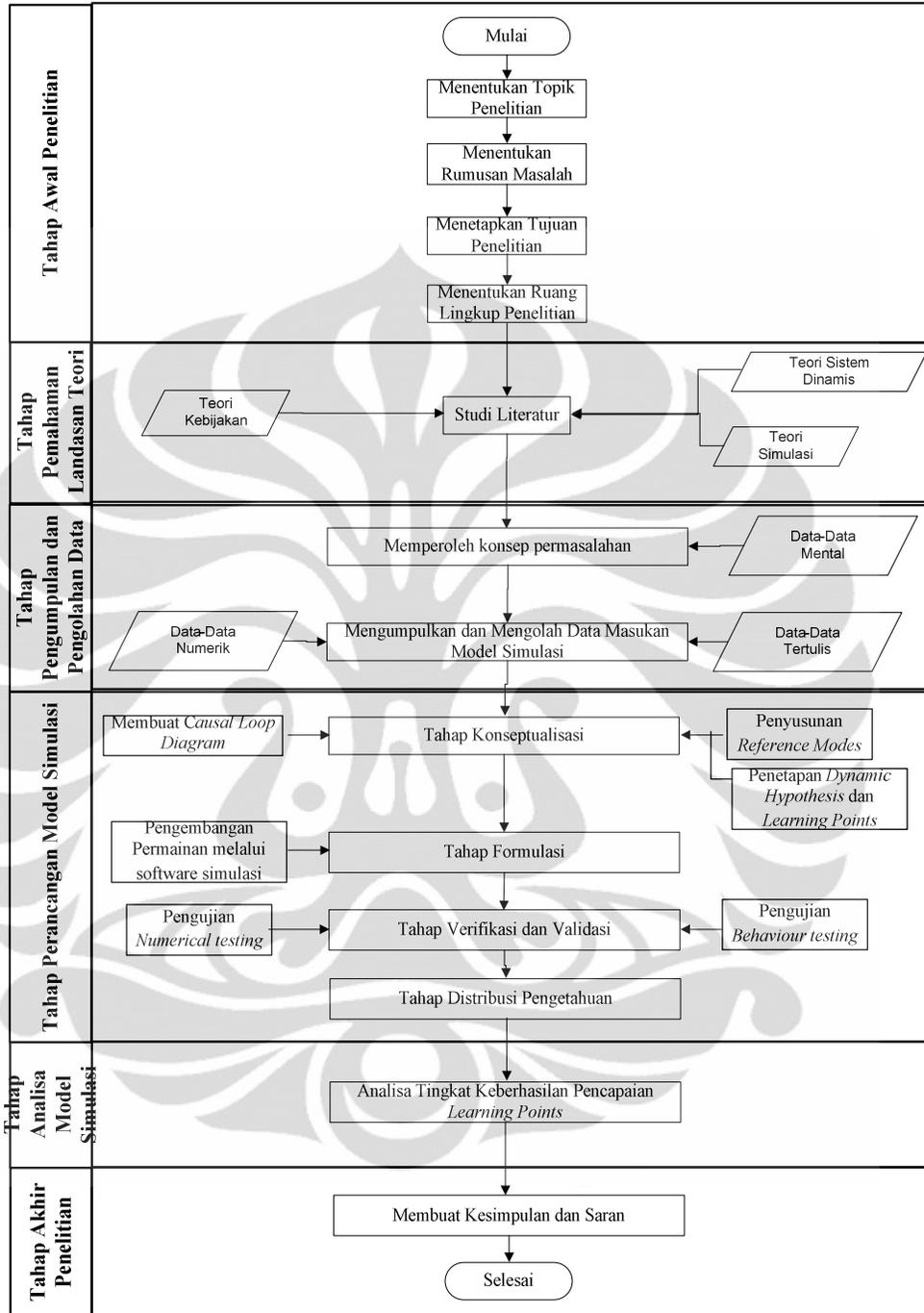
Pada tahap ini, simulator diujikan ke beberapa mahasiswa .

5. Analisa Hasil Distribusi Pengetahuan

Dalam tahap ini dilihat tingkat keberhasilan dari simulator yang telah dirancang termasuk bagaimana *learning points* tersampaikan pada para pemain.

6. Hasil dan Kesimpulan.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan.



Gambar 1.3 Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi ke dalam enam bab, yang dirangkai secara sistematis berdasarkan alur kerja penelitian yang dilakukan penulis.

Bab pertama merupakan pendahuluan dari laporan yang dibuat. Di dalamnya berisikan latar belakang permasalahan, diagram keterkaitan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup atau atasan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab kedua merupakan tinjauan atas teori-teori dan literatur yang terkait dengan objek dan metode penelitian yang dijadikan landasan berpikir di dalam melakukan penelitian. Di dalam penelitian ini, teori-teori yang digunakan adalah teori sistem dinamis, teori manajemen simulator, serta teori pembuatan kebijakan.

Bab ketiga membahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Pada bagian awal dibahas mengenai data tertulis dan data mental yang dikumpulkan dari penelitian sebelumnya. Karena data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data sekunder, maka pengolahan data yang dilakukan oleh penulis adalah pemahaman terhadap data yang sudah didapat dan penyusunan mental model dari data tersebut yang telah disesuaikan dengan *user requirement* dari permainan yang akan dibuat. Kemudian, dijelaskan pula tentang langkah perancangan model simulasi, yang membahas mengenai proses pembuatan simulator. Pembahasan dimulai dari pembuatan *causal loop diagram* yang menggambarkan hubungan dari variabel-variabel yang ada serta *stock and flow diagram* sebagai dasar dari pembuatan model simulasi sistem dinamis yang dibuat. Pada bagian akhir bab ini, dibahas mengenai proses verifikasi dan validasi terhadap model simulasi yang dibuat, serta distribusi pengetahuan dari model simulator tersebut dengan mengujinya kepada mahasiswa dari Teknik Industri UI.

Bab keempat adalah analisis hasil model simulasi. Bab ini berisikan pembahasan terhadap hasil yang didapat oleh para pemain yang sudah memainkan simulator yang dibuat. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan *Learning Points* yang ditetapkan di awal penelitian untuk diketahui apakah hal tersebut telah tercapai.

Bab kelima adalah bagian kesimpulan. Bab ini merangkum keseluruhan proses penelitian yang dilakukan serta hasil dan analisa yang diperoleh dari model

simulasi yang dibuat sebagai bahan pertimbangan dalam pengembangan lebih lanjut akan program pemanfaatan biodiesel nasional. Pada bagian akhir dibahas mengenai saran untuk penelitian berikutnya.



BAB 2 DASAR TEORI

2.1 Teori Sistem Dinamis

2.1.1 Sistem

Sistem didefinisikan sebagai kumpulan elemen-elemen yang bekerja bersama untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Suatu sistem terdiri dari 4 hal utama, yaitu :

- Elemen-elemen (bagian) sistem
- Interkoneksi antar elemen-elemen
- Tujuan bersama antara interaksi-interaksi antar elemen
- Lingkungan atau batasan System

Berdasarkan pengaruh hasil keluaran (*output*) sistem terhadap kondisi sistem, maka sistem dapat dibedakan menjadi:

Sistem terbuka

Sistem terbuka ialah suatu sistem dimana *output* merupakan hasil dari *input*, walaupun demikian *output* terpisah dan tidak memiliki pengaruh terhadap *input* awal. Sistem ini tidak mengamati maupun bereaksi dengan performanya sendiri sehingga tidak memiliki kendali atas perilakunya di masa mendatang.

Sistem tertutup

Sistem tertutup disebut juga *feedback* sistem, yaitu sistem yang memiliki struktur *loop* yang tertutup yang membawa hasil dari tindakan di masa lalu (*output* sebelumnya) kembali untuk mengendalikan tindakan (*input* saat ini) di masa mendatang. Sebuah *loop* umpan balik membutuhkan dua faktor penting untuk menjalankan operasinya yakni perbedaan antara hasil aktual dengan hasil yang diinginkan, serta aturan atau kebijakan yang menentukan aksi yang akan dilakukan terhadap suatu nilai perbedaan.

2.1.2 Berpikir Sistem

Untuk memahami apa itu sistem dinamis perlu diketahui terlebih dahulu apa itu berpikir sistem (*system thinking*) karena berpikir sistem merupakan konsep dasar dari pemahaman terhadap sistem dinamis. Berpikir sistem merupakan suatu konsep di mana suatu sistem hanya dapat dipahami jika dilihat secara keseluruhan sebagai suatu integritas.

”Berpikir sistem adalah kemampuan untuk melihat dunia sebagai suatu sistem yang kompleks, yang kita mengerti bahwa ’kita tidak dapat melakukan hanya satu hal’ dan bahwa ’segala sesuatu berkaitan dengan segala sesuatu’.”(Sterman, 2000).

Berdasarkan berpikir sistem, kita tidak dapat memahami suatu individu sebagai komponen dari sistem untuk dapat memahami sistem secara keseluruhan, sebab sistem memiliki karakteristik unik yang tidak dimiliki oleh komponen-komponen dari sistem tersebut. Karakteristik ini terbentuk karena adanya interaksi-interaksi antar komponen-komponen dalam sistem tersebut.

Dalam memahami sistem ada dua cara yang umum dilakukan:

Mempelajari/menganalisis bagaimana komponen-komponen dari sistem bekerja sehingga kita mendapatkan hasil berupa pengetahuan mengenai kerja sistem tersebut

Melakukan proses sintesis di mana kita melihat sistem secara keseluruhan sehingga mendapatkan hasil berupa pemahaman akan sistem tersebut. Cara ini merupakan prinsip dasar dari berpikir sistem

2.1.3 Sistem Dinamis

Sistem dinamis disusun dan dibangun pada akhir tahun 1950-an dan awal tahun 1960-an di *Massachusetts Institute of Technology* oleh Jay Forrester. Memang, kedatangan sistem dinamik secara umum dianggap menjadi alat publikasi buku pionir Forrester, *Industrial Dynamics* pada tahun 1961.

Sistem dinamis adalah metode untuk memperkuat pembelajaran dalam sistem yang kompleks, dan sebagian, adalah sebagai metode untuk membentuk suatu *management flight simulator*, model simulasi komputer, untuk membantu dalam mempelajari kompleksitas dinamis, mengerti sumber resistensi kebijakan, dan mendesain kebijakan yang lebih efektif (Sterman, 2000). Dinamika atau perilaku sistem didefinisikan oleh strukturnya dan interaksi antar komponen-komponennya.

Sementara itu, Forrester (1991, hal. 5) dalam sebuah tulisannya yang berjudul *System Dynamics and 35 Years of Experience* juga mengemukakan sisi lain pengertian *system dynamics*: “*System dynamics combines the theory, methods, and philosophy needed to analyze the behavior of systems in not only management, but also in environmental change, politics, economic behavior, medicine, engineering, and other fields*”.

Hal tersebut sejalan dengan berbagai hal yang dihadapi oleh sang penggagas konsep selama hidupnya sebelumnya menciptakan konsep ini. Forrester (1989) mengemukakan dalam sebuah perbincangan jamuan makan pada pertemuan internasional *System Dynamics Society* bahwa bidang keilmuan ini seolah telah terbentuk semenjak kecil. Berkat masa kecilnya yang ia habiskan di peternakan, konsep-konsep ekonomi seperti penawaran dan permintaan, perubahan harga dan biaya, dan tekanan perekonomian dunia pertanian menjadi pengalaman yang merasuk dalam jiwanya. Singkatnya, berbagai pengalaman yang diperolehnya dengan melakukan banyak proyek di berbagai bidang, dari teknologi rendah hingga teknologi tinggi mendorongnya untuk menggabungkan kedua konsep tersebut, yaitu kekompleksan dan dinamika sistem dengan komputer.

Pada dasarnya, menurut Jenna Barnes, dalam jurnalnya yang berjudul “*System Dynamics and Its Use in Organization*”, terdapat empat konsep dasar dalam sistem dinamis yang menopang struktur dan perilaku sistem yang kompleks. Konsep tersebut adalah (Sterman, 2000):

1. Ruang lingkup yang tertutup

Yang dimaksud tertutup di sini bukan berarti tidak ada interaksi dengan variabel dari luar sistem. Yang dimaksud tertutup adalah variabel penting yang

menciptakan interaksi sebab-akibat berada di dalam sistem dan variabel yang tidak begitu penting berada di luar

2. *Loop* umpan balik sebagai komponen dasar sistem

Perilaku dari sistem dipengaruhi oleh struktur dari *loop* umpan balik yang ada dalam sistem yang tertutup. Sehingga struktur umpan balik inilah yang mempengaruhi setiap perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu.

3. *Level* dan *rate* (tingkat)

Sebuah sistem dinamis pasti memiliki dua jenis variabel dasar yaitu *level* dan *rate*. *Level*, seperti halnya stok, merupakan akumulasi elemen sepanjang waktu, contohnya seperti jumlah pegawai atau jumlah inventori di gudang. Sedangkan *rate* merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan nilai dari level.

4. Kondisi yang ingin dicapai, kondisi riil, dan perbedaan antara kondisi yang ingin dicapai dengan kondisi riil.

Suatu sistem yang dinamis akan memperlihatkan adanya kondisi yang menjadi tujuan sistem dan kondisi yang saat ini terjadi. Oleh karena ada kemungkinan kondisi yang ingin dicapai belum terjadi maka terjadi perbedaan yang mendasari perubahan dalam sistem.

Setiap gejala, baik fisik maupun non-fisik, bagaimanapun kerumitannya, dapat disederhanakan menjadi struktur dasar yaitu mekanisme dari masukan, proses, keluaran, dan umpan balik. Mekanisme kerja berkelanjutan yang menunjukkan adanya perubahan menurut waktu bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan kinerja sistem yang dapat diamati perilakunya.

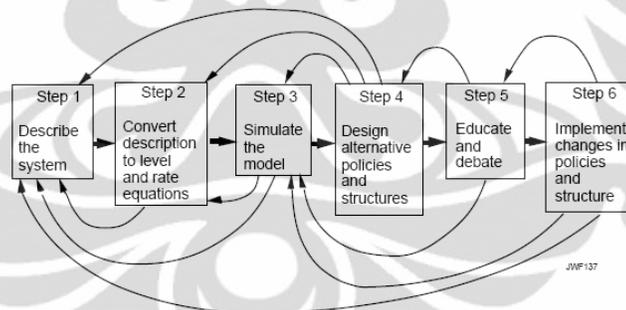
Mekanisme berkelanjutan dari masukan, proses, keluaran dan umpan balik tersebut dalam dunia nyata tidak bebas atau tidak tumbuh tanpa batas, tetapi tumbuh dengan pengendalian. Kendali yang membatasi tersebut dapat bersumber dari dalam maupun dari luar sistem. Kendali dari dalam sistem menyangkut

kerusakan sistem, sedangkan kendali dari luar sistem menyangkut intervensi dan hambatan lingkungan.

2.1.4 Pemodelan Sistem Dinamis

Tujuan model sistem dinamis adalah untuk mempelajari, mengenal, dan memahami struktur, kebijakan, dan *delay* suatu keputusan yang mempengaruhi perilaku sistem itu sendiri. Dalam kerangka berpikir sistem dinamis, permasalahan dalam suatu sistem dilihat tidak disebabkan oleh pengaruh luar (*exogenous explanation*) namun dianggap disebabkan oleh struktur internal sistem (*endogenous explanation*). Fokus utama dari metodologi sistem dinamis adalah memperoleh pemahaman atas suatu sistem, sehingga langkah-langkah pemecahan masalah memberikan umpan balik pada pemahaman sistem.

Pada gambar 2.1 ditunjukkan rangkaian proses dalam sistem dinamis yang dijelaskan oleh Jay Forrester dalam jurnalnya, "*System Dynamics, System Thinking and Soft OR*":



Gambar 2.1 Proses Sistem Dinamis

(Sumber: Forrester, 1994, hal.4)

Langkah pertama merupakan investigasi yang termotivasi oleh perilaku sistem yang tidak diinginkan yang ingin dimengerti dan diperbaiki. Langkah awal adalah mengerti, tetapi tujuan akhirnya adalah perbaikan. Pertama-tama adalah mendeskripsikan sistem yang relevan kemudian menghasilkan suatu hipotesis bagaimana sistem tersebut menghasilkan perilaku.

Langkah kedua adalah memulai memformulasikan suatu model simulasi. Deskripsi sistem dari langkah pertama diubah menjadi persamaan *level* dan *rate* dari suatu model sistem dinamik. Penulisan persamaan bisa memperlihatkan adanya gap dan ketidakkonsistenan yang harus di perbaiki di tahap sebelumnya (tahap deskripsi).

Langkah ketiga dapat dimulai jika persamaan di langkah kedua telah memenuhi kriteria logis untuk sebuah model yang dapat dijalankan. *Software* sistem dinamik biasanya menyediakan cek logis untuk memenuhi kriteria logis tersebut. Tahap simulasi ini juga mengarahkan pada deskripsi masalah dan perbaikan persamaan kembali. Langkah ketiga ini harus menyesuaikan dengan elemen penting dalam praktek sistem dinamik yang baik, simulasi harus menggambarkan bagaimana pertimbangan kesulitan yang dicoba dilakukan di sistem yang nyata. Berbeda dengan metodologi yang berfokus pada kondisi masa depan ideal untuk suatu sistem, sistem dinamik hanya menyatakan bagaimana kondisi saat ini dan bagaimana mengarahkannya ke suatu perbaikan. Simulasi pertama akan mengarahkan pada pertanyaan-pertanyaan dan pengulangan langkah pertama dan kedua, hingga model benar-benar dikatakan cukup untuk mencapai tujuan. Tidak ada cara untuk membuktikan validasi dari isi suatu teori yang merepresentasikan perilaku dunia nyata. Yang mungkin dicapai hanyalah tingkat kepercayaan dari sebuah model yang terhadap kecukupan, waktu, serta biaya untuk melakukan perbaikan.

Langkah keempat adalah mengidentifikasi alternatif skenario atau *policy option* untuk pengujian. Uji simulasi digunakan untuk mencari skenario yang akan memberikan peluang penerapan terbaik. Alternatif tersebut dapat berupa pengetahuan intuitif selama tiga langkah pertama, analisis yang berpengalaman, permintaan orang-orang yang berada dalam sistem, atau berupa uji perubahan parameter secara otomatis yang lebih mendalam. Pencarian parameter secara otomatis akan sangat berguna.

Langkah kelima melalui suatu konsensus untuk proses implementasi. Langkah kelima merepresentasikan tantangan terbesar terhadap kemampuan memimpin dan mengoordinasi. Tidak masalah berapa orang yang ikut andil dalam langkah pertama hingga keempat, karena semuanya akan terlibat dalam proses

implementasi. Model akan memperlihatkan bagaimana sistem menyebabkan masalah yang sedang mereka dihadapi.

Langkah keenam adalah implementasi kebijakan baru. Kesulitan dari langkah ini kebanyakan berasal dari ketidakcukupan langkah sebelumnya. Jika modelnya relevan dan persuasif, dan pendidikan di langkah kelima telah cukup, maka langkah keenam akan berjalan dengan baik. Walaupun demikian, implementasi memerlukan waktu yang sangat panjang. Kebijakan lama harus benar-benar dihilangkan, dan kebijakan baru akan memerlukan sumber informasi baru dan *training*.

2.1.5 Sumber Informasi dalam Pemodelan Sistem Dinamis

Pembuatan suatu model membutuhkan sumber informasi yang tepat. Sumber informasi yang digunakan dalam pembuatan model dari suatu sistem sangat beragam dan dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu data mental, data tertulis dan data numerik. Dari ketiga jenis sumber informasi ini, data mental memiliki kandungan informasi paling banyak dan data numerik memiliki kandungan informasi paling sedikit.

2.1.5.1 Data Tertulis

Sumber informasi lain yang juga diperlukan dalam pembuatan suatu model dapat berasal dari data-data tertulis seperti dokumen dan literatur atau pun data hasil wawancara/kuesioner yang dilakukan. Data ini memiliki kandungan informasi yang lebih spesifik dan jelas jika dibandingkan dengan data mental dalam memahami struktur suatu sistem atau permasalahan yang ada sehingga mampu melengkapi fungsi data mental yang bersifat terlalu umum. Tetapi, data tertulis juga memiliki batasan di mana tidak mampu menjelaskan keterkaitan antar variabel dalam suatu sistem dengan jelas.

2.1.5.2 Data Numerik

Data numerik memiliki informasi yang sangat spesifik dan presisi, oleh karenanya berperan penting dalam proses pendekatan ilmiah dalam penyelesaian

masalah. Data numerik mendukung proses kuantifikasi pembuatan model dan memberikan kejelasan fungsi sistem secara matematis. Data numerik membantu proses analisis ketika kita menghadapi permasalahan nonlinieritas yang kompleks. Walaupun memiliki informasi yang sangat spesifik, data numerik memiliki kandungan informasi yang rendah dan tidak dapat menggambarkan aspek-aspek sosial dan aspek tak terlihat lainnya dengan efektif.

2.1.5.3 Data Mental

Data mental merupakan jenis sumber informasi yang memiliki kandungan informasi paling kaya dan merupakan sumber utama dalam pembuatan suatu model. Data mental memuat informasi yang terlihat maupun tidak terlihat. Data mental terbentuk berdasarkan pengalaman dan pemahaman akan struktur terhadap suatu sistem atau permasalahan. Data mental mengandung informasi konseptual secara umum dalam melihat sistem secara keseluruhan. Informasi konseptual yang ada pada data mental tidak dapat digantikan oleh jenis informasi lain. Jika kita mengganti informasi ini dalam bentuk numerik maka akan menjadi tidak efektif. Secara umum, informasi yang didasarkan atas pemahaman konseptual dan terkait dengan perilaku sistem dapat dicek ulang dengan menggunakan sumber informasi lain.

Namun, jika terlalu mengandalkan sumber informasi dari data mental dalam proses pembuatan model juga akan mengakibatkan ketidakefektifan. Hal ini dikarenakan perbedaan data mental yang dapat diperoleh dari individu yang berbeda. Selain itu kecenderungan biasanya data juga sangat besar karena data mental merupakan data kualitatif.

2.1.6 Umpan Balik (*Feedback*)

Sistem dinamis memandang bahwa suatu sistem memiliki *loop* tertutup, konsep dasar sistem dinamis adalah mengenai umpan balik, sehingga setiap variabel yang ada pada sistem dapat memiliki dua peran yaitu sebagai penyebab dan sebagai akibat. Dalam sistem tertutup, perubahan pada suatu variabel dapat mempengaruhi perubahan pada keseluruhan lingkungan dalam sistem, termasuk variabel itu sendiri.

Umpan balik merupakan suatu proses di mana suatu variabel penyebab melewati suatu rantai hubungan kausal sehingga menyebabkan perubahan pada variabel penyebab itu sendiri. Umpan balik dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu:

Umpan balik positif

Suatu umpan balik disebut positif jika peningkatan pada suatu variabel, setelah penundaan, mengakibatkan peningkatan pada variabel yang sama. Umpan balik jenis ini dapat ditemui pada sistem yang memiliki perilaku pola eksponensial.

Umpan balik negatif

Suatu umpan balik disebut negatif apabila peningkatan pada suatu variabel akan mengakibatkan penurunan pada variabel yang sama. Umpan balik negatif bersifat menyetabilisasi sistem atau menyeimbangkan sistem. Umpan balik negatif dapat ditemui pada sistem yang memiliki perilaku dengan pola osilasi.

2.1.7 Diagram Loop Sebab-akibat (Causal Loop Diagram)

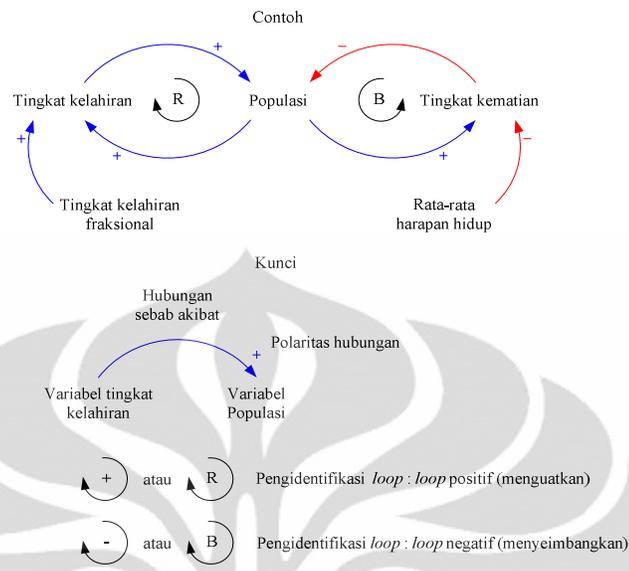
Diagram *loop* sebab akibat adalah alat yang penting untuk merepresentasikan struktur umpan balik dari sistem. Diagram *loop* sebab akibat baik jika digunakan untuk (Sterman, 2000):

Menangkap dengan cepat hipotesis penyebab dinamika.

Mendapat/menangkap mental model dari individu atau tim.

Mengkomunikasikan umpan balik penting yang diyakini bertanggung jawab terhadap suatu masalah.

Diagram *loop* sebab akibat terdiri dari variabel-variabel yang dihubungkan oleh tanda panah yang menunjukkan pengaruh sebab akibat di antara variabel-variabel tersebut. *Loop* umpan balik juga diidentifikasi di dalam diagram. Berikut merupakan cara yang umum digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab akibat:



Gambar 2.2 Cara Penulisan Diagram Loop Sebab Akibat

(Sumber: Sterman, 2000, hal.138)

Variabel-variabel berhubungan sebab akibat, seperti yang ditunjuk oleh tanda panah dalam contoh di atas, tingkat kelahiran ditentukan oleh populasi dan tingkat kelahiran fraksional. Setiap hubungan sebab akibat ditentukan oleh polaritas, baik positif (+) maupun negatif (-) yang mengindikasikan bagaimana variabel A yang bergantung pada variabel B ikut berubah ketika variabel B berubah. *Loop-loop* di dalam diagram diidentifikasi oleh pengidentifikasi *loop* yang menunjukkan apakah *loop* tersebut umpan balik positif (menguatkan) atau negatif (menyeimbangkan).

Dapat diperhatikan bahwa pengidentifikasi *loop* berputar dalam arah yang sama dengan *loop* yang diwakilinya. Dalam contoh di atas, umpan balik positif yang berhubungan dengan kelahiran dan populasi adalah searah jarum jam dan begitu juga dengan pengidentifikasi *loop*-nya. Sedangkan umpan balik negatif yang berhubungan dengan tingkat kematian dan populasi adalah berlawanan arah jarum jam sesuai dengan pengidentifikasi *loop*-nya. Gambar berikut akan menjelaskan polaritas hubungan:

Simbol	Interpretasi	Persamaan matematika	Contoh
X $\xrightarrow{+}$ Y	Jika X meningkat (menurun), maka Y akan meningkat (menurun). Jika terjadi akumulasi, X menambah Y.	$\partial Y / \partial X > 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_{t_0}^t (X + \dots) ds + Y_{t_0}$	Kualitas produk $\xrightarrow{+}$ Penjualan Usaha $\xrightarrow{+}$ Hasil Kelahiran $\xrightarrow{+}$ Populasi
X $\xrightarrow{-}$ Y	Jika X meningkat (menurun), maka Y akan menurun (meningkat). Jika terjadi akumulasi, X mengurangi Y.	$\partial Y / \partial X < 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_{t_0}^t (-X + \dots) ds + Y_{t_0}$	Harga produk $\xrightarrow{-}$ Penjualan Frustrasi $\xrightarrow{-}$ Hasil Kematian $\xrightarrow{-}$ Populasi

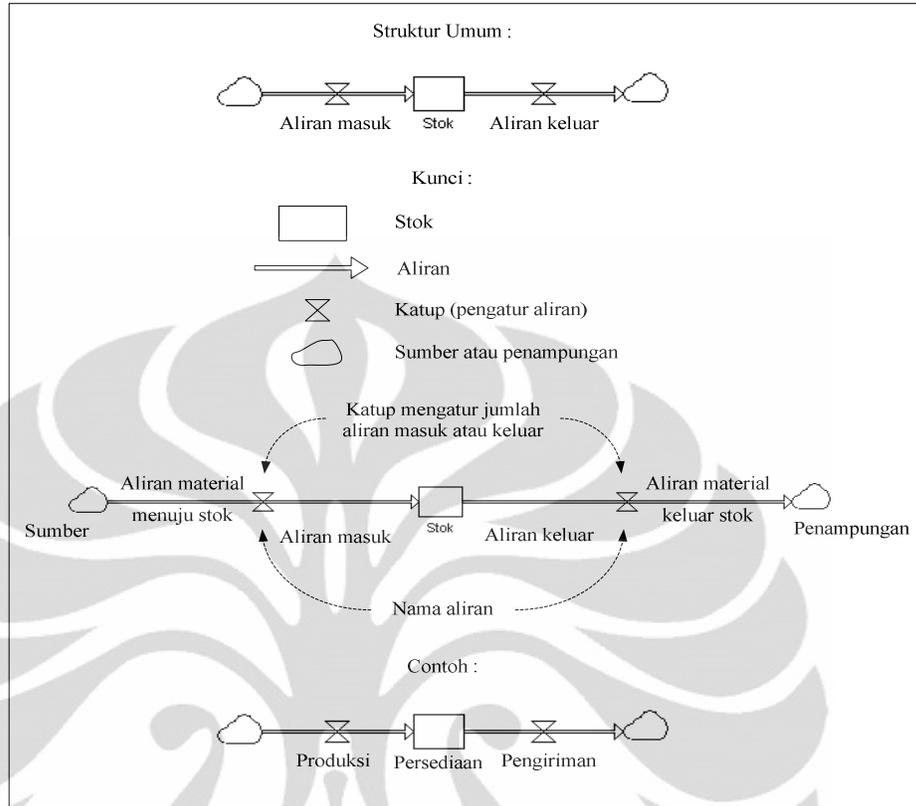
Gambar 2.3 Polaritas Hubungan

(Sumber: Sterman, 2000, hal.139)

2.1.8 Diagram Alir (Stock-and-Flow Diagram)

Diagram *loop* sebab akibat memiliki beberapa keterbatasan dan dengan mudah dapat disalahgunakan. Salah satu keterbatasan yang paling penting dari diagram sebab akibat adalah ketidakmampuannya untuk menangkap struktur stok dan aliran (*stock and flow*) dari sistem. Stok dan aliran, bersama dengan umpan balik, merupakan dua konsep utama dari teori sistem dinamik.

Stok adalah akumulasi. Stok menggolongkan keadaan sistem dan membentuk informasi pada keputusan dan tindakan. Stok memberi sistem kekuatan untuk bergerak dan melengkapinya dengan memori. Stok menciptakan penundaan dengan mengakumulasi perbedaan antara aliran masuk menuju proses dan aliran keluarannya. Dengan memisahkan tingkat aliran, stok merupakan sumber ketidakseimbangan dalam sistem.



Gambar 2.4 Cara Penulisan Diagram Alir

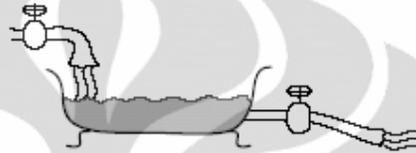
(Sumber: Sterman, 2000, hal.193)

Gambar 2.4 merupakan cara-cara penulisan diagram alir dalam sistem dinamis, dengan penjelasan sebagai berikut.

Stok diwakili oleh persegi empat. Aliran masuk diwakili oleh pipa dengan tanda panah yang mengarah pada stok yang berarti menambah stok. Aliran keluar diwakili oleh pipa yang mengarah keluar stok dan berarti mengurangi stok.

Katup yang mengendalikan aliran. Awan mewakili sumber dan penampungan aliran. Sumber menggambarkan darimana stok berasal dan dimana aliran yang mula-mula berada diluar batasan model muncul. Sementara, penampungan menggambarkan kemana stok menuju dimana aliran yang meninggalkan batasan model keluar. Sumber dan penampungan diasumsikan memiliki kapasitas yang tidak terhingga dan tidak pernah dapat membatasi aliran.

Kaidah diagram alir didasari oleh analogi hidrolis, yang merupakan aliran air menuju dan keluar tempat penampungan air. Memang sangat membantu jika menggambarkan stok sebagai bak air. Kuantitas air di dalam bak pada suatu waktu adalah akumulasi dari air yang mengalir masuk melalui keran dikurangi air yang mengalir keluar melalui saluran pipa dengan asumsi tidak ada percikan dan penguapan.



Gambar 2.5 Analogi Hidrolik

(Sumber: Sterman, 2002, hal.508)

Melalui cara yang sama, kuantitas material dalam stok apapun merupakan akumulasi dari aliran material yang masuk dikurangi aliran material yang keluar. Analogi ini memiliki pengertian matematis yang tepat dan tidak ambigu. Stok mengakumulasi atau mengintegrasikan alirannya; aliran menuju stok adalah tingkat perubahan dari stok. Oleh karena itu, struktur yang digambarkan dalam Gambar 2.5 di atas sesuai dengan persamaan integral berikut ini :

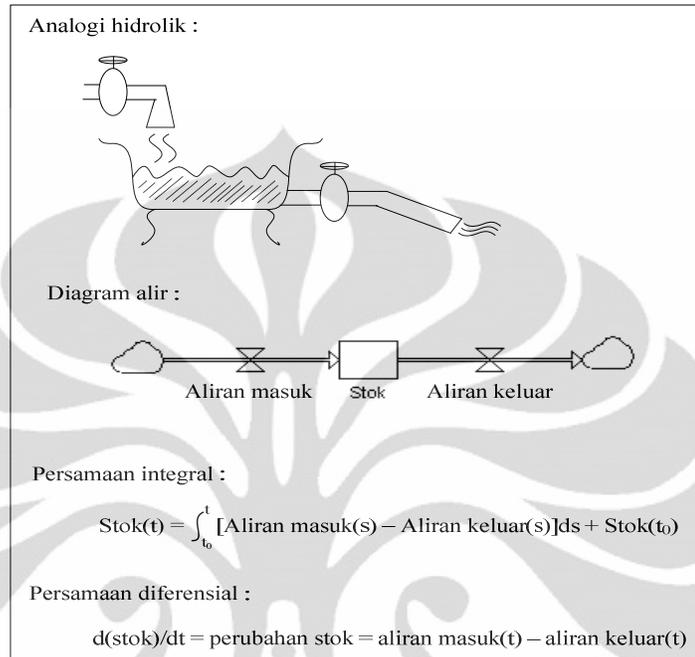
$$\text{Stok}(t) = \int_{t_0}^t [\text{Aliran masuk}(s) - \text{Aliran keluar}(s)] ds + \text{Stok}(t_0) \quad (2-1)$$

dimana aliran masuk (s) mewakili nilai dari aliran masuk pada waktu s antara waktu awal t_0 dan waktu sekarang t. Dengan persamaan yang sama, tingkat perubahan stok adalah aliran masuk dikurangi aliran keluar, yang didefinisikan dengan persamaan diferensial

$$d(\text{stock})/dt = \text{aliran masuk}(t) - \text{aliran keluar}(t) \quad (2-2)$$

Secara umum, aliran akan menjadi fungsi dari stok serta variabel-variabel dan parameter-parameter kondisi yang lain. Gambar berikut menunjukkan empat representasi yang sama dari diagram alir secara umum. Dari suatu sistem

persamaan integral dan diferensial kita dapat membuat peta stok dan aliran yang sesuai:



Gambar 2.6 Representasi Struktur Diagram Alir

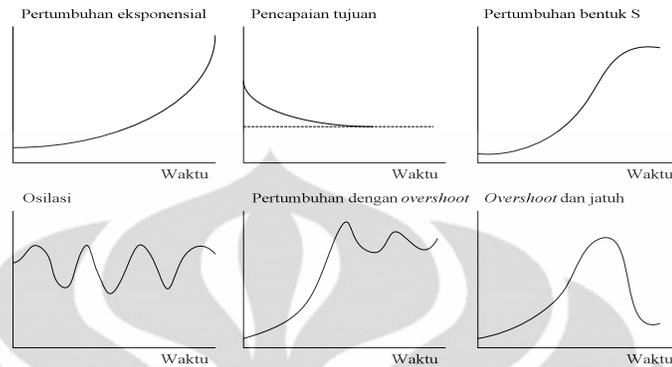
(Sumber: Sterman, 2000, hal.194)

2.1.9 Struktur dan Perilaku Sistem Dinamis

Perilaku dari sebuah sistem muncul dari strukturnya. Di mana sebuah struktur terdiri dari *loop* umpan balik, stok dan aliran, serta kenonlinieran yang diciptakan oleh interaksi dari struktur fisik dan institusional sistem dengan proses pengambilan keputusan dari agen-agen yang bertindak di dalamnya.

Perubahan mengambil banyak bentuk, dan variasi dari kedinamisan di sepenulir penulis sangat mengejutkan. Dapat dibayangkan bahwa ada banyak sekali variasi yang sesuai dari struktur umpan balik yang berbeda-beda untuk menghitung susunan kedinamisan yang bermacam-macam. Pada kenyataannya kedinamisan merupakan contoh kecil dari pola perilaku yang berbeda, seperti

pertumbuhan eksponensial (*exponential growth*) atau osilasi (*oscillation*). Gambar berikut menunjukkan model perilaku secara umum.



Gambar 2.7 Perilaku Model Secara Umum

(Sumber: Sterman, 2000, hal.108)

Tiga bentuk dasar dari perilaku sistem dinamik adalah pertumbuhan eksponensial (*exponential growth*), pencapaian tujuan (*goal seeking*), dan osilasi (*oscillation*). Masing-masing dari ketiga perilaku ini dibentuk oleh struktur umpan balik yang sederhana, yaitu: pertumbuhan muncul dari umpan balik positif, pencapaian tujuan muncul dari umpan balik negatif, dan osilasi muncul dari umpan balik negatif dengan penundaan waktu dalam *loop*. Bentuk umum perilaku lainnya yang muncul dari interaksi nonlinier antara struktur-struktur umpan balik dasar meliputi pertumbuhan bentuk S (*S-shaped growth*), pertumbuhan bentuk S dengan *overshoot* dan osilasi, dan *overshoot* dan jatuh (*collapse*).

2.1.10 Validasi Model

Banyak pemodel yang membicarakan masalah "validasi" atau mengklaim bahwa mereka memiliki model yang telah di "verifikasi". Pada kenyataannya, validasi serta verifikasi tidaklah mungkin. Verifikasi berasal dari bahasa latin "verus" yang berarti kebenaran sedangkan valid didefinisikan sebagai "memiliki satu kesimpulan yang benar yang diturunkan dari premis-premisnya ... dan secara tersirat didukung oleh kebenaran objektif" (Sterman, 2000).

Dengan definisi ini, tidak ada model yang dapat divalidasi atau diverifikasi. Mengapa? Karena semua model adalah salah. Setiap model dibatasi, representasi yang disederhanakan dari dunia nyata. Model berbeda dengan dunia nyata dalam besar dan kecil, angka yang tidak terbatas, berikut cara melakukan validasi model menurut Sterman.

Tabel 2.1 Cara-cara validasi model

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
1	Kecukupan batasan	Menentukan batasan masalah yang dianggap <i>endogenous</i>	Gunakan grafik batasan, diagram sub-sistem, diagram sebab-akibat, peta <i>stock and flow</i> , dan pemeriksaan persamaan model secara langsung
		Apakah perilaku model berubah secara signifikan ketika batasan masalah diubah?	Gunakan <i>interview, workshop</i> untuk mendapatkan opini para ahli, bahan-bahan utama, literatur, partisipasi langsung pada proses sistem
		Apakah rekomendasi kebijakan akan berubah ketika batasan model diperluas?	Modifikasi model untuk mendapatkan struktur tambahan yang mungkin, membuat konstanta dan variabel eksogenus dan endogenus, lalu ulangi analisa kebijakan dan sensitivitas

Tabel 2.1 Cara-cara validasi model (lanjutan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
2	Penilaian struktur	Apakah struktur model konsisten dengan pengetahuan yang relevan dari sistem?	Gunakan diagram struktur kebijakan, diagram sebab-akibat, peta <i>stock and flow</i> , pemeriksaan persamaan model secara langsung
		Apakah tingkat agregasinya mencukupi?	Gunakan interview, workshop untuk mendapatkan para ahli, bahan-bahan utama, literatur, partisipasi langsung pada proses sistem
		Apakah model tersebut menyesuaikan dengan hukum perlindungan alam?	Adakah tes model secara parsial dengan kebijakan yang diinginkan Apakah percobaan laboratorium untuk mendapatkan <i>mental model</i> dan kendali kebijakan dari partisipan
		Apakah kebijakan mengendalikan perilaku sistem?	Bangun sub-model parsial dan bandingkan perilakunya terhadap perilaku secara keseluruhan Perhatikan beberapa variabel kemudian ulangi analisa kebijakan dan sensitivitas
3	Konsistensi dimensi	Apakah tiap persamaan sudah konsisten, tanpa menggunakan parameter yang tidak perlu?	Gunakan <i>software</i> analisa dimensi, periksa persamaan model di variabel-variabel tertentu
4	Penilaian parameter	Apakah parameter nilai telah sesuai dengan pengetahuan deskriptif dan numerik sistem	Gunakan metode statistik untuk memperkirakan parameter Gunakan tes model secara parsial untuk mengkalibrasi sub-sistem
		Apakah setiap parameter memiliki imbang di dunia nyata?	Gunakan metode penilaian berdasarkan <i>interview</i> , opini para ahli, fokus grup, bahan utama, pengalaman langsung, dan sebagainya Gunakan beberapa sub-model untuk memperkirakan hubungan dalam keseluruhan model

Tabel 2.1 Cara-cara validasi model (lanjutan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
5	Kondisi ekstrim	Apakah model tersebut masih sesuai jika inputnya ditaruh sebagai kondisi ekstrim?	Periksa tiap persamaan, tes respon pada nilai ekstrim di tiap input, tiap bagian atau dalam kombinasi
		Apakah model memungkinkan merespon kebijakan, gangguan, dan parameter ekstrim?	Subjek model pada gangguan besar dan kondisi ekstrim. Gunakan tes sesuai dengan aturan dasar (misal: tidak ada inventori, tidak ada <i>shipment</i> , dll)
6	<i>Error</i> dalam integrasi	Apakah hasil simulasi sensitif terhadap pemilihan timestep atau metode integrasi numerik?	Gunakan setengah timestep dan tes perubahan perilakunya. Gunakan metode integrasi berbeda dari tes perubahan perilakunya
7	Reproduksi perilaku	apakah model menghasilkan perilaku penting dari sistem?	gunakan pengukuran statistik untuk melihat kesesuaian antara model dan data
		Apakah variabel endogenus menghasilkan gejala kesulitan pembelajaran?	Bandingkan keluaran model dengan data secara kualitatif termasuk perilaku sederhana, ukuran variabel, asimetris, amplitudo dan fase relatif, kejadian yang tidak biasa
		Apakah model menghasilkan beberapa perilaku sederhana seperti pada dunia nyata?	
		Apakah frekuensi dan fase hubungan antar variabel sesuai dengan data?	Perilaku respon model terhadap input tes, <i>shock event</i> dan <i>noise</i>

Tabel 2.1 Cara-cara validasi model (lanjutan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
8	Anomali perilaku	Apakah ada anomali perilaku ketika asumsi model diubah atau dihilangkan?	<i>Zero out key effect</i> . gantikan asumsi <i>equilibrium</i> dengan asumsi dengan struktur <i>disequilibrium</i>
9	Anggota keluarga	Bisakah model digunakan untuk melihat perilaku di bagian lain dalam suatu sistem?	Kalibrasikan model pada range kemungkinan yang lebih luas dari sistem yang berhubungan
10	Perilaku mengejutkan	Apakah model menghasilkan perilaku yang tak terduga?	Pertahankan akurasi, kelengkapan, dan record data dari simulasi model. Gunakan model untuk mensimulasikan perilaku masa mendatang dari sistem
		Apakah model bisa mengantisipasi respon sistem pada kondisi baru?	Pisahkan semua ketidaksesuaian antara model dengan pengertianmu terhadap sistem nyata Dokumentasikan partisipan serta mental model klien sebelum memodelkannya
11	Analisa sensitivitas	Sensitivitas numerik lakukan perubahan nilai secara signifikan	Gunakan analisa sensitivitas univariat dan multivariat, gunakan metode analitis (linier, lokal dan analisa stabilitas global
		Sensitivitas perilaku lakukan perubahan perilaku sederhana model secara signifikan	Buat batasan model dan daftar tes agregat untuk tes di atas
		Sensitivitas kebijakan lakukan perubahan implikasi kebijakan secara	Gunakan metode optimasi untuk mendapatkan parameter dan kebijakan terbaik
		Kapan asumsi terhadap parameter, batasan dan agregasi bervariasi pada <i>range</i> kemungkinan ketidakpastian?	Gunakan metode optimasi untuk mendapatkan kombinasi parameter yang menghasilkan ketidakmungkinan atau <i>reverse policy outcomes</i>
12	Perbaikan sistem	Apakah proses <i>modeling</i> membantu merubah sistem menjadi lebih baik?	Desain percobaan terkontrol dengan perlakuan dan kontrol grup, tugas acak, penilaian sebelum dan sesudah intervensi

2.1.11 Analisa Sensitivitas Model

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui sensitivitas suatu model terhadap perubahan nilai dari parameter model yang ada dan terhadap perubahan struktur dari model. Dalam analisis sensitivitas, dikenal konsep sensitivitas parameter. Yang dimaksud sensitivitas parameter adalah di mana penulis mempersiapkan nilai-nilai parameter yang berbeda untuk diuji pada model yang telah dibuat agar penulis dapat melihat bagaimana perubahan pada parameter dapat menyebabkan perubahan perilaku pada sistem. Dengan menunjukkan bagaimana perilaku sistem merespons perubahan pada parameter, penulis dapat menjadikan analisis sensitivitas sebagai *tool* yang sangat berguna dalam proses pembentukan maupun evaluasi model.

2.2 Teori Management Flight Simulator

2.2.1 Latar Belakang

Untuk membantu pemahaman terhadap suatu kondisi di dunia nyata, seringkali dibuat sebuah model untuk mensimulasikan kondisi tersebut. Penggunaan simulasi sebagai media pemahaman terhadap suatu kondisi mempunyai beberapa keuntungan, antara lain adalah karena kemudahan visual dan rasa aman yang diberikannya. Contohnya, pada pelatihan penerbangan pesawat di beberapa akademi penerbangan seringkali menggunakan simulator penerbangan untuk melakukan simulasi penerbangan. Selain karena lebih murah, penggunaan simulator penerbangan juga lebih aman dan beresiko rendah ketimbang menggunakan simulasi asli (Saunders, 1998). Selain itu, mereka juga memberikan kesempatan pada pilot untuk menguji beberapa jalur penerbangan sebelum melakukan penerbangan sesungguhnya. Simulator juga bisa digunakan untuk melakukan uji penanganan krisis tanpa perlu melakukan atau membuat krisis yang sesungguhnya. Beberapa maskapai penerbangan di Amerika meminta para pilotnya untuk melakukan ratusan jam simulasi dengan simulator meski mereka adalah pilot yang sudah berpengalaman sekalipun. Contoh kasus di

industri penerbangan Amerika memberikan dorongan untuk digunakannya simulator untuk keperluan lainnya.

Untuk memenuhi kebutuhan akan simulator ini maka diciptakanlah *Management Flight Simulator (MFS)*, yaitu suatu simulator yang digunakan untuk mensimulasikan sebuah 'lapangan latihan' dimana pemain dapat mencoba sistem yang ada dengan membuat pilihan-pilihan sesuai keinginan mereka ("Management Flight Simulators," 2009). Melalui simulator ini, pemain dapat mempelajari model dari sistem tersebut dan memperbaiki asumsi mereka tentang dampak jangka pendek dan jangka panjang dari beberapa pilihan yang ada.

Di dalam simulator, pemain ditempatkan pada posisi dimana mereka berperan sebagai orang yang mengelola sistem. Setiap tahun (atau bulan, kuartal, tergantung kebutuhan) mereka harus membuat keputusan untuk mencapai target tertentu di dalam sistem tersebut. Untuk melakukan hal tersebut, disediakan sebuah antarmuka yang mempermudah akses terhadap informasi pilihan tersebut. Pada umumnya, terdapat empat (4) informasi yang terdapat pada sebuah simulator, yaitu :

a. Keputusan

Biasanya terdapat empat sampai enam keputusan yang harus dibuat oleh pemain, menggunakan kenop, kotak input, atau tombol lainnya.

b. Laporan

Laporan menunjukkan hasil dari indikator penting (terhadap waktu) dari sistem yang dimainkan.

c. Grafik

Selama simulasi, grafik akan membantu pemain untuk memahami tren dari sistem. Seperti yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya, memahami tren sebuah sistem terhadap waktu merupakan bagian penting untuk dapat memahami struktur dari sebuah sistem.

d. Kondisi Awal

Dalam sebuah simulator biasanya terdapat lebih dari sebuah variabel tidak pasti yang secara signifikan mempengaruhi hasil akhir dari simulasi. Sangat penting bagi pemain untuk diberikan kesempatan merubah nilai dari variabel tak pasti ini sebagai bagian dari eksperimen. Salah satu

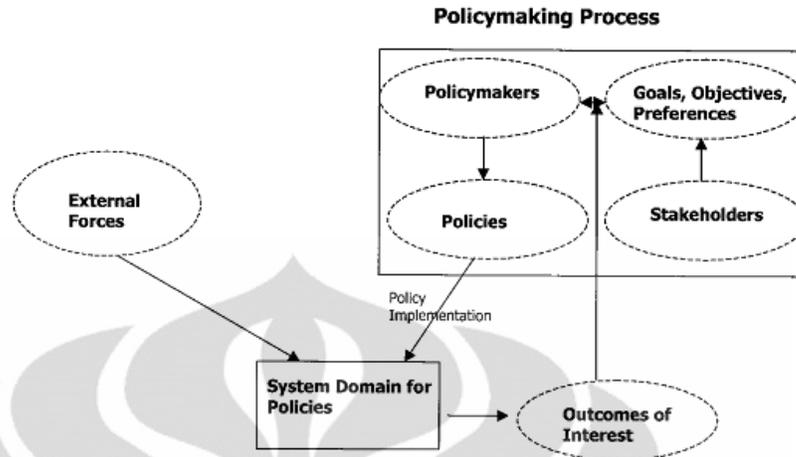
bagian penting dari desain dan penggunaan model adalah membuat asumsi dan parameter yang tersembunyi menjadi kasat mata.

2.3 Teori Analisa Kebijakan

Analisa Kebijakan berkembang dari disiplin ilmu Riset Operasional. Analisa Kebijakan mengalami perkembangan dari riset operasional (akhir tahun 1940-an dan awal tahun 1950-an) melalui analisa sistem (*system analysis*) (akhir tahun 1950-an dan awal 1960-an) kemudian berkembang menjadi analisa kebijakan yang berorientasi pada permasalahan pekerjaan di sektor pemerintah yang dilakukan oleh RAND Corporation pada tahun 1960-an dan 1970-an (Meadows, 2001).

Analisa Kebijakan Publik adalah sebuah pendekatan rasional dan sistematis dalam proses pemilihan alternatif kebijakan pada sektor publik. Analisa kebijakan publik merupakan sebuah proses untuk mendapatkan informasi mengenai konsekuensi yang akan dihadapi ketika mengadopsi berbagai alternatif kebijakan. Tujuannya adalah untuk membantu para pembuat kebijakan dalam memilih tindakan yang tepat diantara berbagai alternatif yang tersedia dalam kondisi yang tidak pasti.

Analisa kebijakan publik tidak ditujukan untuk serta merta menarik keputusan sebagaimana para pembuat keputusan (seperti halnya hasil CT-scan yang tidak dapat menggantikan penilaian dokter), namun, tujuan dari analisa kebijakan adalah untuk mempersiapkan dasar pengambilan keputusan yang lebih baik dengan membantu melakukan klarifikasi masalah, memaparkan alternative yang tersedia, serta membandingkan konsekuensi (komponen biaya/*cost* dan keuntungan/*benefit*) dari tiap-tiap alternative.



Gambar 2.8 Proses Pembuatan Kebijakan

Pendekatan analisa kebijakan bekerja dalam sebuah deskripsi sistem integral dalam bidang kebijakan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2.8. Inti dari deskripsi sistem ini adalah sebuah model yang merepresentasikan domain kebijakan. Dalam Gambar 2.8, tampak adanya dua set pengaruh eksternal yang bekerja pada sistem, yaitu: *external forces* (faktor eksternal) yang berada di luar kendali actor-aktor dalam domain kebijakan serta *policy change* (perubahan kebijakan). Kedua pengaruh eksternal tersebut berkembang di luar batas sistem dan dapat mempengaruhi struktur dari sistem ini sendiri. Perkembangan dari kedua set oengaruh eksternal ini melibatkan faktor ketidakpastian yang sangat tinggi, sebagai akibatnya, kedua set pengaruh eksternal itu sendiri menjadi tidak pasti.

Dengan adanya ketidakpastian yang disebabkan pengaruh eksternal inilah dikenal adanya istilah *scenario*. Skenario adalah perangkat analisis yang digunakan untuk menggambarkan sekaligus melibatkan faktor ketidakpastian. Setiap scenario merupakan deskripsi dari salah satu kemungkinan kondisi sistem di masa depan. Skenario tidaklah meramalkan apa yang akan terjadi di masa depan, scenario hanyalah menggambarkan hal-hal yang mungkin terjadi di masa depan. Di samping itu, scenario juga tidak menggambarkan deskripsi lengkap mengenai keadaan sistem di masa depan, scenario hanya memasukkan faktor-faktor yang mungkin memiliki pengaruh besar terhadap variabel (*outcome*) yang dikaji (Charles, Ryan, Ryan, & Oloruntoba, 2007).

Sementara itu, kebijakan (*policies*) adalah sekumpulan faktor yang dapat dikendalikan oleh actor-aktor yang berperan dalam domain kebijakan yang berpengaruh terhadap struktur dan performa sistem. Sederhananya, kebijakan adalah kumpulan tindakan yang diambil oleh pemerintah untuk mengendalikan sebuah sistem, untuk membantu mengatasi permasalahan yang ada di dalam sistem ataupun permasalahan yang disebabkan oleh sistem tersebut, atau untuk membantu mendapatkan manfaat (*benefit*) dari sistem tersebut. Dalam kaitannya dengan kebijakan nasional, masalah dan manfaat biasanya berhubungan dengan tujuan umum nasional, semisal *tradeoff* antara tujuan nasional mengenai lingkungan, sosial, dan ekonomi.

2.4 Teori Ekonomi Makro

Ekonomi adalah sebuah cabang keilmuan yang mengajarkan manusia tentang bagaimana mengelola sumberdaya yang terbatas untuk memenuhi keinginan manusia yang tidak terbatas. Menurut Samuelson, Ekonomi didefinisikan sebagai :

“Economics is the study of how societies use scarce resources to produce valuable commodities and distribute them among different people” (Samuelson(2005))

Dari definisi diatas terlihat bahwa fokus utama dari ilmu ekonomi adalah :

Pernyataan tentang kelangkaan (*scarcity*)

Penggunaan sumberdaya dengan cara yang paling efektif dan efisien

Pada penelitian ini lebih ditekankan penggunaan prinsip prinsip dasar ilmu ekonomi makro dibandingkan ilmu ekonomi mikro, dimana ilmu ekonomi makro akan memandang produksi agregat dari sebuah Negara untuk dihitung sebagai dasar kemakmuran Negara tersebut. Perbedaan antara ekonomi makro dan mikro adalah :

- Ekonomi Mikro

- memusat perhatian pada kegiatan ekonomi individual atau kelompok individu tertentu,
 - Mengabaikan hubungan keterkaitan antar pasar & mengasumsikan bahwa hal-hal lain yang terjadi di luar pasar tidak berubah
- Ekonomi Makro
 - Memusatkan perhatian pada besaran-besaran agregat: PDB dan gap PDB, trade off pengangguran dan inflasi, kebijakan fiskal, moneter dan dampaknya, ekspor, impor, dll.
 - Secara eksplisit memperhitungkan keterkaitan antar pasar: produk, tenaga kerja, uang, keputusan-keputusan pemerintah dan individu

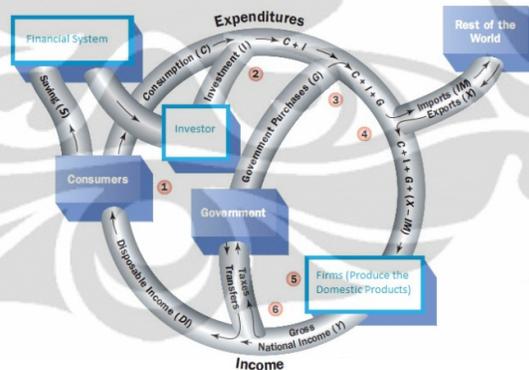
2.4.1 Prinsip-Prinsip Ekonomi Makro

Dalam prinsip ekonomi makro juga dikenal berbagai macam mazhab atau aliran pemahaman ekonomi yang dicetuskan oleh pemikir pemikir kenamaan ekonomi di dunia. Salah satu yang dijadikan sebagai acuan dalam melihat analisa makro ekonomi adalah mazhab dari John Maynard Keynes. John Maynard Keynes, merupakan seorang tokoh yang cara pandanganya terhadap ekonomi menjadi sebuah landasan baru dalam menjalankan roda ekonomi sebuah Negara. Dia berpendapat bahwa Negara tidak dapat hanya berperan sebagai pemain dan membiarkan “tangan tangan yang tak terlihat membiarkan ekonomi berjalan dengan semestinya”, Keynes berpendapat bahwa Negara harus berperan aktif sebagai regulator ekonomi, berperan sebagai jembatan dan wasit di dunia ekonomi, pendapat ini tentunya berbeda dengan pendapat dari Adam Smith yang mengatakan bahwa campur tangan pemerintah tidak dibutuhkan dalam ekonomi, dimana aturan dan pergerakan dari ekonomi itu sendiri akan dengan sendirinya mengatur diri menjadi seimbang.

2.4.1.1 Peran Pemerintah Dalam Ekonomi

Dalam mazhab ekonomi Keynesian, pemerintah mendapatkan peran yang lebih besar ketimbang apa yang disampaikan oleh Adam Smith dalam bukunya “*Wealth of Nations*”. Dalam ekonomi Keynesian, pemerintah memegang peranan penting sebagai regulator yang ikut campur tangan langsung ke dalam struktur ekonomi, dalam bentuk peraturan fiskal dan moneter, namun pemerintah juga dapat masuk dalam struktur ekonomi sebagai pemain, hal ini kita jumpai pada perusahaan-perusahaan milik pemerintah.

Salah satu bentuk intervensi yang paling kuat adalah adanya pajak, instrument pajak adalah salah satu bentuk instrument fiskal yang dimiliki oleh pemerintah yang berfungsi selain sebagai pemasukkan pemerintah juga membuat adanya kesetaraan dalam daya saing sehingga perusahaan baru dapat masuk pada pasar yang membuat adanya penerimaan tenaga kerja baru yang dapat mendorong konsumsi dan investasi. Bentuk peranan yang menyerupai siklus ini disebut siklus ini disebut siklus ekonomi, untuk lebih jelas siklus ekonomi dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.9 Siklus Ekonomi Keynesian

(Sumber: The Macro Economy Today, McGraw-Hill)

Selain bentuk intervensi fiskal, pemerintah juga memiliki kewenangan moneter yang membuat pemerintah mampu mengatur peredaran uang di masyarakat, dengan mengatur peredaran uang ini pemerintah juga mampu mengendalikan harga barang dan jasa yang ada di masyarakat sehingga tingkatnya

masih dalam tingkatan wajar yang mampu untuk dibeli oleh masyarakat yang mengakibatkan ekonomi juga berjalan dengan sewajarnya.

Sebagai pemain, pemerintah memiliki perusahaan-perusahaan yang ikut serta dalam kegiatan produksi, perusahaan-perusahaan milik pemerintah biasanya bergerak dalam penyediaan barang dan jasa yang kaitannya dengan banyak orang, bersifat strategis maupun memiliki dampak yang besar dalam struktur ekonomi (seperti barang-barang penggerak utama inflasi yaitu: beras, kelapa sawit dll), adanya kegiatan produksi ini membuat pemerintah memiliki kekuatan juga untuk mengendalikan suplai barang dan jasa yang dibutuhkan masyarakat, sehingga ketersediaan pasokan akan hal-hal yang menjadi pendorong utama dalam inflasi dapat di kontrol oleh pemerintah.

Faktor lain yang membuat pemerintah memegang peranan penting adalah adanya konsumsi pemerintah dalam barang dan jasa, konsumsi pemerintah ini merupakan faktor yang hampir sama pentingnya dengan konsumsi rumah tangga, adanya konsumsi juga akan meningkatkan produksi barang dan jasa sehingga ekonomi akan bergerak.

Secara umum peran pemerintah dalam ekonomi dapat dibagi menjadi 4 hal, yaitu:

Pemerintah Sebagai “Wasit” dalam struktur ekonomi

Pemerintah sebagai regulator yang membuat peraturan dalam struktur ekonomi yang dipatuhi secara bersama

Pemerintah sebagai pemain dalam struktur ekonomi

Pemerintah sebagai redistributor melalui pembayaran transfer berupa subsidi dan transfer daerah, sebagai bentuk pemerataan ekonomi

2.4.2 Faktor Produksi Ekonomi : Persamaan Cobb-Douglass

Dalam ekonomi, produksi merupakan indikator utama pengukuran kemakmuran dari sebuah Negara, dan untuk mampu melakukan produksi

dibutuhkan faktor faktor penunjang, Fungsi produksi Cobb-Douglas diperkenalkan oleh Cobb, C.W dan Douglass, P.H (1982), dalam artikelnya “*A Theory of Production*”. Artikel ini dimuat dalam majalah *American Economic Review* 18, halaman 139-165. faktor faktor tersebut digambarkan oleh persamaan Cobb-Douglas, persamaan tersebut digambarkan seperti dibawah ini.

$$Y = K^{\alpha} L^{\beta} E^{(1-\alpha-\beta)}$$

Dimana:

Y = Nilai produksi sebuah Negara E=Jumlah Energi dibutuhkan Negara

K = Kapitalisasi modal produksi Negara α dan β = Konstanta

L = Jumlah tenaga kerja sebuah Negara

Dari persamaan diatas terlihat jelas persamaan dan hubungan yang terjadi antara faktor Ekonomi (yang dilambangkan oleh kapitalisasi modal, faktor Sosial (Ketersediaan tenaga kerja) dan faktor energy (dilambangkan dengan jumlah energy yang dibutuhkan), lebih dari itu jurnal ini membahas bagaimana korelasi yang terbangun antara tiap sektor, dimana sebagai ilustrasi digambarkan bagaimana kenaikan permintaan energi pada sebuah sektor mampu memicu pergerakan harga (dalam hal ini inflasi) yang nantinya juga akan mempengaruhi besarnya penerimaan dari sektor sektor lain sehingga total produksi dari sektor tersebut bisa saja berkurang, maupun bisa saja meningkat apabila peningkatan permintaan dapat diimbangi oleh peningkatan penawaran sehingga peningkatan permintaan tersebut dapat menjadi stimulus terhadap produksi sektor yang berkaitan dan dampak dari permintaan yang dapat diimbangi oleh penawaran adalah dampak yang disebut efek pengali, dimana sebuah permintaan mampu meningkatkan produksi di sektor lainnya.

2.4.2.1 Faktor Investasi Modal Uang

Akumulasi modal (capital accumulation) terjadi apabila sebagian dari pendapatan ditabung dan diinvestasikan kembali dengan tujuan memperbesar output dan pendapatan di kemudian hari. Pengadaan pabrik baru, mesin-mesin, peralatan, dan bahan baku meningkatkan stock modal (capital stock) fisik suatu negara (yakni, total nilai riil “neto” atas seluruh barangmodal produktif secara

fisik) dan hal itu jelas memungkinkan terjadinya peningkatan output di masa-masa mendatang. Investasi produktif yang bersifat langsung tersebut harus dilengkapi dengan berbagai investasi penunjang yang disebut investasi “infrastruktur” ekonomi dan sosial. Di samping investasi yang bersifat langsung banyak cara yang bersifat tidak langsung untuk menginvestasikan dana dalam berbagai jenis sumber daya. Di samping itu ada juga Investasi dalam pembinaan sumber daya manusia dapat meningkatkan kualitas modal manusia, sehingga pada akhirnya akan membawa dampak positif yang sama terhadap manusia. Segenap kegiatan yang dijelaskan di atas merupakan bentuk-bentuk investasi yang menjurus ke akumulasi modal.

2.4.2.2 Faktor Tenaga Kerja

Pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan angkatan kerja (yang terjadi beberapa tahun kemudian setelah pertumbuhan penduduk) secara tradisional dianggap sebagai salah satu factor positif yang memacu pertumbuhan ekonomi. Jumlah tenaga kerja yang lebih besar berarti akan menambah jumlah tenaga produktif, sedangkan pertumbuhan penduduk yang lebih besar berarti meningkatkan ukuran pasar domestiknya. Meskipun demikian, kita masih mempertanyakan apakah begitu cepatnya pertumbuhan penawaran angkatan kerja di Negara-negara berkembang (sehingga banyak diantara mereka yang mengalami kelebihan tenaga kerja) benar-benar akan memberikan dampak positif, atau justru negatif, terhadap pembangunan ekonominya. Sebenarnya, hal tersebut (positif atau negativenya pertambahan penduduk bagi upaya pembangunan ekonomi) sepenuhnya tergantung pada kemampuan sistem perekonomian yang bersangkutan untuk menyerap dan secara produktif memanfaatkan tambahan tenaga kerja tersebut. Adapun kemampuan itu sendiri lebih lanjut dipengaruhi oleh tingkat jenis akumulasi modal dan tersedianya input atau faktor-faktor penunjang, seperti kecakapan manajerial dan administrasi.

2.4.2.3 Faktor Energi

Pertumbuhan ekonomi juga mengakibatkan adanya pertumbuhan dalam permintaan energi, menurut *International Energy Agency (IEA)*, yaitu sebuah badan di bawah naungan kelompok negara OECD (*Organization for Economic*

Cooperation and Development), dalam laporan tahunannya yang bertajuk *World Energy Outlook 2008* (International Energy Agency (IEA), 2008), konsumsi tahunan energi primer dunia pada tahun 2008 berada di level 12.000 MTOE (juta ton of oil equivalent); meliputi minyak, batu bara, gas, biomassa, nuklir, hidro, dan energi terbarukan lainnya. Bila diproyeksikan ke depan, konsumsi tahunan energi dunia di tahun 2030 diprediksi berada di level 17.000 MTOE. Angka prediksi ini sudah mengakomodir skenario berbagai kebijakan/policies yang sudah dibuat dan diimplementasikan berbagai negara di dunia sampai tahun 2008. Dalam pengertian, jika setelah tahun 2008 tidak ada lagi kebijakan baru yang bisa men-trigger upaya penghematan dan diversifikasi energi lebih lanjut, maka angka ramalan konsumsi energi dunia di tahun 2030 tersebut sangat besar kemungkinan bisa terjadi.

Pertambahan konsumsi energi dunia dalam 20 tahun ke depan didominasi oleh negara-negara non-OECD yang nota bene merupakan negara-negara berkembang di Timur Tengah, Afrika, Eropa Timur (Eurasia), Amerika Latin, dan negara-negara Asia lainnya termasuk Indonesia, serta dua negara yang bakal menjadi raksasa ekonomi dunia, yaitu China dan India. Hal ini bisa difahami karena sebagian besar negara-negara non-OECD ini sedang mengalami proses industrialisasi dan sedang dalam proses meningkatkan taraf hidup warganya, sehingga diperlukan tambahan pasokan energi yang lebih banyak dari tahun ke tahun untuk mencukupi kebutuhan energinya hingga sampai mencapai titik ekuilibrium tertentu. Separuh dari pertambahan permintaan energi dunia dalam dua dasawarsa mendatang akan dipakai untuk memenuhi pertumbuhan konsumsi energi di China dan India (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2008).

Energi fosil mendominasi konsumsi energi dunia hingga 80% dari bauran energi (energy mix) di tahun 2030. Pemanfaatan batubara meningkat paling tajam di antara ketiga jenis energi fosil tersebut. Permintaan minyak bumi meningkat dari level 85 juta barel per hari pada tahun 2008 menjadi 106 juta barel per hari di tahun 2030 dengan porsi 30% dari total bauran energi primer. Penambahan produksi minyak untuk memenuhi kebutuhan dunia dalam 20 tahun mendatang

diharapkan datang dari negara-negara OPEC yang memiliki jumlah cadangan besar dan biaya produksi relative. Di sisi lain, negara-negara OECD menunjukkan penambahan kebutuhan energi yang jauh lebih kecil dibandingkan negara-negara non-OECD (BP plc, June 2009). Negara-negara OECD bahkan diprediksi mampu menurunkan konsumsi minyak bumi sekitar 2,7 juta barel per hari di tahun 2030. Negara-negara OECD yang sebagian besar merupakan negara-negara industri maju memang memiliki potensi mampu melakukan penghematan dan diversifikasi energi karena didukung oleh beberapa faktor: budaya efisien, kurva *supply-demand* energi dapat dikatakan sudah mencapai titik ekuilibrium sehingga angka elastisitas energinya kecil – bahkan beberapa negara di Eropa Barat ada yang elastisitasnya negatif, memiliki kekuatan finansial, serta memiliki kemampuan iptek (ilmu pengetahuan dan teknologi) (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, 2008). Menurut skenario dalam WEO 2008, produksi minyak dunia akan bisa memenuhi kebutuhan sampai 20 tahun mendatang asalkan ada penambahan investasi secara terus menerus untuk membiayai kegiatan eksplorasi dan peningkatan teknologi – termasuk teknologi laut dalam dan teknologi EOR (Enhanced Oil Recovery) bagi lapangan-lapangan minyak yang akan mengalami penurunan produksi (*declining*) (International Energy Agency (IEA), 2008). Dengan adanya tambahan investasi ini diharapkan adanya tambahan temuan cadangan minyak baru dan tambahan produksi baru.

2.4.2.4 Faktor Teknologi

Sejarah telah membuktikan bahwa penemuan dan kemajuan teknologi terusberlangsung sehingga dapat meningkatkan kemungkinan produksi (*production possibility*) baik di Eropa, Amerika Utara maupun di Jepang. Kemajuan teknologi ditandai dengan adanya perubahan proses produksi, diperkenalkannya produk baru, ataupun peningkatan besarnya output dengan menggunakan input yang sama. Penemuan yang telah dapat meningkatkan produktivitas tersebut diantaranya mesin uap, motor bakar, proses Bessener untuk memproduksi baja, dan mesin jet. Secara fundamental kemajuan teknologi termasuk juga penemuan produk seperti telepon, radio, televisi, dan pesawat terbang. Kemajuan teknologi yang sangat pesat dewasa ini dipacu oleh ditemukannya peralatan elektronika dan komputer. Penemuan baru ini merupakan

terobosan yang besar dalam kemajuan teknologi, namun kemajuan teknologi juga merupakan proses yang masih terus menerus berlanjut. Salah satu tolok ukur dari kemajuan teknologi ini dapat dilihat dari jumlah hak patent yang terus bertambah.

Pada masa lalu teknologi diasumsikan tetap sepanjang waktu. Sehingga seluruh variabel pertumbuhan per kapita akan tetap untuk jangka panjang. Asumsi ini tidak sesuai dengan pertumbuhan ekonomi yang telah terjadi. Model Harrod-Domar tentang pertumbuhan juga didasarkan pada asumsi bahwa koefisien produksi bersifat tetap. Begitu juga Model Neoklasik masih menganggap kemajuan teknologi bersifat eksogen. Kendrick, Kaldor, dan Solow antara lain merupakan pengkritik terhadap pendekatan ini (Jhingan, 1999). Sebelum membahas model kemajuan teknologi akan dibahas dulu mengenai kemajuan teknologi yang bersifat netral dan tidak netral yang akan melandasi model tersebut (International Monetary Fund, 2009).

2.4.3 Pendapatan Nasional

Salah satu tolok ukur yang dapat digunakan untuk menilai kondisi perekonomian suatu negara adalah pendapatan nasional. Tujuan dari perhitungan pendapatan nasional ini adalah untuk mendapatkan gambaran tentang tingkat ekonomi yang telah dicapai dan nilai output yang diproduksi, komposisi pembelanjaan agregat, sumbangan dari berbagai sektor perekonomian, serta tingkat kemakmuran yang dicapai (Sukirno, 2008, p55). Selain itu, data pendapatan nasional yang telah dicapai dapat digunakan untuk membuat prediksi tentang perekonomian negara tersebut pada masa yang akan datang. Prediksi ini dapat digunakan oleh pelaku bisnis untuk merencanakan kegiatan ekonominya di masa depan, juga untuk merumuskan perencanaan ekonomi untuk mewujudkan pembangunan negara di masa mendatang (Asia Pacific Energy Research Centre, 2006).

Pendapatan nasional dapat diartikan sebagai nilai barang dan jasa yang dihasilkan dalam suatu negara (Sukirno, 2008, p36). Pengertian berbeda dituliskan dengan huruf besar P dan N, dimana Pendapatan Nasional adalah jumlah

pendapatan yang diterima oleh faktor produksi yang digunakan untuk memproduksi barang dan jasa dalam suatu tahun tertentu (Sukirno, 2008, p36). Terdapat beberapa cara yang digunakan dalam perhitungan pendapatan nasional, yaitu pendapatan nasional bruto dan pendapatan domestic bruto.

Gross National Product (GNP) atau disebut juga dengan Pendapatan Nasional Bruto (PNB) merupakan nilai barang dan jasa dalam suatu negara yang diproduksi oleh faktor-faktor produksi milik warga negara tersebut, termasuk nilai produksi yang diwujudkan oleh faktor produksi yang digunakan di luar negeri, namun tidak menghitung produksi yang dimiliki penduduk atau perusahaan dari negara lain yang digunakan di dalam negara tersebut (Sukirno, 2008, p35).

2.4.3.1 Pendapatan Domestik Bruto (PDB)

Gross Domestic Product (GDP) atau disebut juga dengan Pendapatan Domestik Bruto (PDB) merupakan nilai pasar dari semua barang dan jasa final yang diproduksi dalam sebuah negara pada suatu periode (Mankiw, 2006, p6), meliputi faktor produksi milik warga negaranya sendiri maupun milik warga negara asing yang melakukan produksi di dalam negara tersebut.

Untuk menghitung PDB suatu Negara dapat digunakan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan menggunakan pendekatan produk netto. Produk netto dapat diartikan sebagai nilai tambah yang diciptakan dalam suatu proses produksi (Sukirno, 2008, p42). Sehingga perhitungan pendapatan nasional dengan cara netto diperoleh dengan menjumlahkan nilai tambah yang diwujudkan oleh perusahaan di berbagai lapangan usaha dalam perekonomian negara tersebut. Cara ini dapat memberikan informasi tentang seberapa besar pengaruh sektor-sektor tersebut terhadap perekonomian negara.

2.4.4 Ekonomi dan Dampak Sosial

Pembangunan dan peningkatan ekonomi tentunya memiliki dampak sosial dimana tujuan utama dari sistem ekonomi adalah tercapainya kemakmuran sebuah Negara yang dilihat dari indikator indikator sosial, indikator seperti jumlah orang

miskin dan pengangguran menjadi topic pembicaraan utama dalam makro ekonomi.

2.4.4.1 Ekonomi dan Pengangguran

Gambaran secara menyeluruh dari kondisi perekonomian suatu daerah dapat diperoleh dengan mengukur dengan tingkat pertumbuhannya yang kita kenal dengan konsep Produk Domestik Bruto (PDB) sebagai salah satu indikator makro ekonomi. Dalam konsep penghitungan PDB, yang dihitung adalah nilai bruto dari seluruh barang dan jasa yang dihasilkan oleh semua unit ekonomi dalam wilayah yang diukur. Salah satu aspek untuk melihat kinerja perekonomian adalah seberapa efektif penggunaan sumber-sumber daya yang ada sehingga lapangan pekerjaan merupakan perhatian dari pembuat kebijakan. Angkatan kerja merupakan jumlah total dari pekerja dan pengangguran, sedangkan pengangguran merupakan persentase angkatan kerja yang mengganggu (Bank Indonesia, 2009).

Pertumbuhan ekonomi dan pengangguran memiliki hubungan yang erat karena penduduk yang bekerja berkontribusi dalam menghasilkan barang dan jasa sedangkan pengangguran tidak memberikan kontribusi. Studi yang dilakukan oleh ekonom Arthur Okun mengindikasikan hubungan negatif antara pertumbuhan ekonomi dengan pengangguran, sehingga semakin tinggi tingkat pengangguran, semakin rendah tingkat pertumbuhan ekonomi.

2.4.4.2 Ekonomi dan Kemiskinan

Proses pembangunan memerlukan *Gross National Product (GNP)* yang tinggi dan pertumbuhan ekonomi yang cepat. Dibanyak negara syarat utama bagi terciptanya penurunan kemiskinan yang tetap adalah pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi memang tidak cukup untuk mengentaskan kemiskinan tetapi biasanya pertumbuhan ekonomi merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan, walaupun begitu pertumbuhan ekonomi yang bagaimanapun menjadi tidak akan berarti bagi masyarakat miskin jika tidak diiringi dengan penurunan yang tajam dalam pendistribusian atau pemerataannya.

2.4.5 Ekonomi dan Lingkungan Hidup

2.4.5.1 Produksi, Energi, dan Lingkungan Hidup

Konsumsi bahan bakar fosil yang besar sesudah revolusi industri selain memberikan kepraktisan dan kenyamanan dalam kehidupan manusia, juga menyebabkan peningkatan populasi secara drastis. Sebelum revolusi industri, penduduk bumi hanya meningkat sedikit, di awal abad 18 populasi dunia menjadi sekitar 600 juta jiwa. Sesudah revolusi industri jumlah penduduk mulai meningkat dengan cepat, berdasarkan estimasi tahun 1999 sekitar 6 milyar orang mendiami bumi. Jadi, penduduk dunia dari sejak kemunculan manusia hingga abad 18 dalam waktu beberapa juta tahun hanya meningkat menjadi 600 juta orang, tetapi sesudah revolusi industri hanya dalam waktu 300 tahun bertambah menjadi 5 milyar orang. Penduduk dunia di abad 21, pada tahun 2050 akan mencapai 15 milyar (United Nations, 2009), sebagian besar penambahan penduduk diperkirakan terjadi di negara berkembang. Akibat pertumbuhan ini antara lain terjadi kekurangan pangan dan konsumsi energi dalam jumlah besar. Konsumsi energi dunia pada tahun-tahun terakhir meningkat pesat. Hampir semua energi yang dikonsumsi adalah bahan bakar fosil berupa batubara, minyak dan gas alam, selebihnya adalah energi nuklir atau tenaga air. Sebagai akibat dari konsumsi energi yang besar ini (khususnya bahan bakar fosil), negara-negara industri maju mengalami pertumbuhan ekonomi yang besar, masyarakat menjalani kehidupan dengan makmur. Selanjutnya diperkirakan populasi akan meningkat dengan pesat, negara-negara berkembang mengejar pertumbuhan ekonomi untuk meningkatkan taraf hidupnya, dan seiring dengan meningkatnya GDP, dibutuhkan energi dalam jumlah sangat besar (Blackburn, 2007)

Sebagai akibatnya, seperti yang sudah ditunjukkan di atas, muncul masalah polusi lingkungan yang menyertai konsumsi energi dalam jumlah besar. Pada awalnya akibat konsumsi batubara yang besar, daerah di sekitar pabrik penuh asap, polusi udara karena materi beracun seperti jelaga dan asam sulfat mengganggu kesehatan pekerja dan penduduk. Terakhir, timbul masalah pemanasan global akibat CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, dan ini memberikan pengaruh yang besar kepada kebijakan energi di tiap-tiap

negara, dan walaupun telah dilakukan diskusi secara internasional, akan sangat sulit untuk menemukan cara menekan CO₂, karena CO₂ dikeluarkan dari rentang aktivitas yang luas. Dengan latar belakang ledakan penduduk semacam ini, untuk pertumbuhan atau mempertahankan ekonomi dibutuhkan konsumsi sumberdaya dan energi dalam jumlah besar, yang akibatnya akan muncul rangkaian sebab akibat berupa memburuknya lingkungan. Hubungan erat antara pertumbuhan ekonomi, sumberdaya energi dengan masalah lingkungan disebut masalah trilema, dan saat ini sepertinya belum ada kebijakan untuk mengatasi hal ini.

2.5 Millennium Development Goals

Millennium Development Goals (MDG), atau Sasaran Pembangunan Milenium dalam bahasa Indonesia, adalah delapan sasaran pembangunan internasional yang telah disepakati oleh seluruh 192 negara anggota PBB dan 23 organisasi internasional untuk dicapai pada tahun 2015. Tujuan dari penetapan MDG adalah untuk mendorong pembangunan global dengan memperbaiki kondisi ekonomi dan sosial dari negara khususnya negara-negara miskin. MDG ditetapkan secara resmi pada Deklarasi Millennium tahun 2000 yang bertempat di New York (Annan, 2000).

Millenium Development Goals (MDG) berfokus pada 3 area pengembangan manusia, yaitu meningkatkan kualitas sumber daya manusia, perbaikan infrastruktur, dan meningkatkan hak ekonomi, sosial, dan politik, dengan fokus utama adalah meningkatkan taraf hidup manusia (United Nations Development Program (UNDP), 2010). Objektif untuk meningkatkan kualitas SDM diantaranya adalah memperbaiki nutrisi, peningkatan kesehatan, termasuk mengurangi tingkat kematian anak dan penyakit endemik seperti HIV/AIDS, dan peningkatan kualitas reproduksi. Untuk perbaikan infrastruktur, objektifnya meliputi peningkatan infrastruktur melalui air minum yang sehat, teknologi komunikasi informasi dan energi yang modern, dan perbaikan infrastruktur transportasi. Untuk peningkatan hak ekonomi, sosial dan politik, objektifnya meliputi persamaan gender dan pemberdayaan perempuan, mengurangi tingkat kekerasan, dan persamaan akses untuk fasilitas publik. MDG juga menekankan

pentingnya peran dari negara maju terhadap perkembangan negara berkembang, seperti yang dijabarkan pada Sasaran nomor 8. Sasaran nomor 8 mengajak negara maju untuk menjalin kerjasama global untuk pembangunan dengan mendukung perdagangan adil dan pelepasan hutang bagi negara-negara berkembang.



Gambar 2.10 Delapan Sasaran Pembangunan Millennium

Berikut adalah penjelasan rinci tentang 8 sasaran dari MDG :

1. Mengurangi kemiskinan dan kelaparan
Terdiri dari 3 target utama yaitu :
 - Mengurangi proporsi dari masyarakat dengan penghasilan kurang dari 1 US Dollar per hari
 - Meningkatkan jumlah masyarakat yang telah bekerja untuk wanita, pria, ataupun generasi muda
 - Mengurangi proporsi masyarakat yang menderita kelaparan
2. Peningkatan pendidikan secara universal
Terdiri dari 1 target, yaitu :
 - Semua anak-anak dapat mengenyam sampai pendidikan dasar pada tahun 2015
3. Mendukung persamaan gender dan pemberdayaan perempuan
Terdiri dari 1 target, yaitu :

Mengelminasi perbedaan gender pada pendidikan dasar dan sekunder pada 2005, dan pada seluruh tingkat masyarakat pada 2015

4. Mengurangi tingkat kematian anak

Terdiri dari 1 target, yaitu :

Mengurangi jumlah kematian balita sebesar dua per tiga antara 1990 dan 2015

5. Meningkatkan kesehatan ibu

Terdiri dari 2 target, yaitu :

Mengurangi tingkat kematian ibu hamil sebesar tiga per empat antara 1990 dan 2015

Mampu untuk memberikan akses universal terhadap informasi kesehatan reproduksi pada tahun 2015

6. Perlawanan terhadap HIV/AIDS, malaria, dan penyakit lainnya

Terdiri dari 3 target, yaitu :

Mengurangi dampak dari penyebaran HIV/AIDS pada 2015

Mampu memberikan layanan pengobatan HIV/AIDS secara universal pada 2010

Mengurangi dampak dari penyebaran Malaria pada 2015

7. Menjamin daya dukung lingkungan hidup

Terdiri dari 4 target, yaitu :

Mengintegrasikan prinsip dari perkembangan berkelanjutan pada kebijakan-kebijakan negara

Mengurangi laju pengurangan biodiversitas pada 2010

Mengurangi jumlah masyarakat yang tidak memiliki akses ke air bersih pada 2015

Memperbaiki kualitas penghuni daerah kumuh pada 2020

8. Mengembangkan kemitraan global untuk pembangunan

2.6 Pilot Testing

Pilot testing, atau Tes Percobaan dalam bahasa Indonesia, merupakan salah satu metode dari metode *Proof of Concept* (POC), yaitu metode untuk menguji kelayakan dari suatu konsep untuk mendapatkan verifikasi bahwa konsep tersebut dapat digunakan secara umum. Sebuah uji kelayakan POC biasanya dilakukan dalam lingkup kecil dan bisa tidak diselesaikan oleh pengembang konsep. POC adalah sebuah metode yang dapat digunakan pada berbagai bidang, baik itu bidang akademis, pengembangan bisnis, atau bahkan dunia hiburan.

Pada pengembangan sebuah software, *Pilot Testing* atau Tes Percobaan adalah tahap pengenalan software kepada calon pengguna. Software diujikan kepada cakupan yang terbatas, seperti kepada orang-orang tertentu yang ahli dalam bidang yang ingin dicakup oleh software tersebut. Pengujian dilakukan dalam jumlah kecil dengan tujuan untuk mendapatkan *feedback* dari penguji yang akan digunakan sebagai dasar untuk penyempurnaan software sebelum diluncurkan untuk umum.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini, akan dibahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Seperti yang telah dijelaskan pada bab 2, data-data yang dikumpulkan dapat berupa data tertulis, data numerik maupun data mental. Alur pengumpulan dan pengolahan data dimulai dari pengolahan terhadap data mental untuk mengidentifikasi permasalahan dan kondisi yang ada. Dari konsep permasalahan yang dipahami pada data mental, kemudian ditentukan variabel dan parameter kunci yang akan digali informasinya lebih lanjut dengan mengumpulkan dan mengolah data tertulis dan data numerik. Integrasi dari pengolahan data-data inilah yang kemudian digunakan sebagai landasan dalam perancangan model simulasi yang akan dibahas pada bab berikutnya.

3.1 Pengumpulan Data

Pada bagian ini dilakukan pembahasan mengenai pengumpulan data-data yang digunakan sebagai landasan dalam pembentukan konsep terhadap permasalahan yang ada di dalam industri biodiesel. Konsep yang telah didapatkan dan dipahami dari data-data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan kerangka berpikir sebagai landasan dalam pembuatan model simulasi serta sebagai acuan dalam menentukan pengumpulan dan pengolahan data tertulis dan data numerik.

3.1.1 Pengumpulan Data Mental dari Jurnal Penelitian

Bagian ini membahas mengenai pengumpulan data mental yang diperoleh dari jurnal penelitian yang meneliti tentang permasalahan yang terdapat di dalam program pengembangan bahan bakar nabati dari sudut pandang berpikir system sehingga nantinya akan didapatkan sebuah hipotesis dinamik

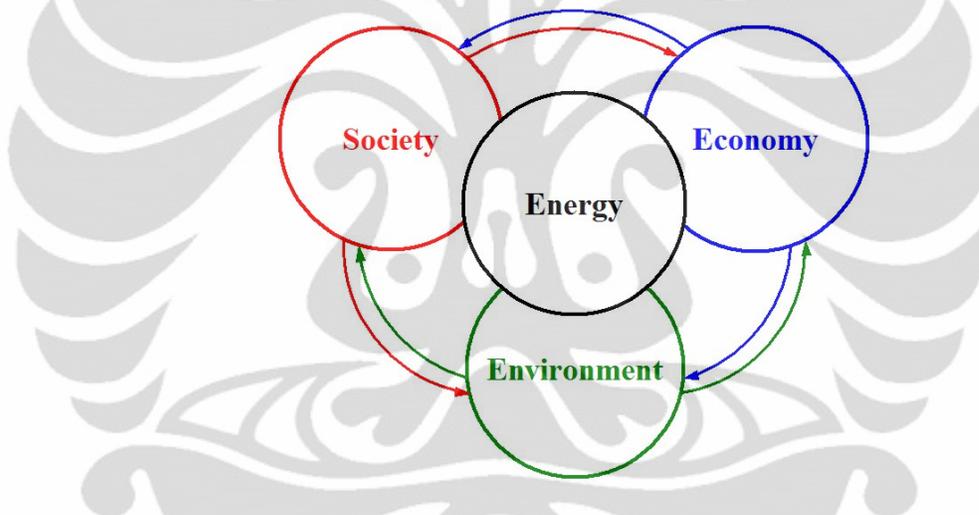
3.1.1.1 Dampak Sektor Energi pada Aspek Keberlanjutan Negara : Sebuah pemahaman dari Jurnal Modeling US Energy with Threshold 21

Amerika Serikat saat ini sedang menghadapi sebuah kesulitan yang berkaitan satu sama lainnya, pengamat mengatakan bahwa problem yang dihadapi oleh pemerintahan Amerika Serikat saat ini merupakan problem sistemik dimana satu sector akan mempengaruhi bahkan menambah buruk keadaan disektor lain. Hal ini tercermin dari nilai hutang domestic Amerika yang semakin membumbung tinggi, keuangan mereka bergantung secara besar terhadap Republik Rakyat China, serta neraca perdagangan mereka yang semakin hari menumpuk nilai deficit, menjadikan Amerika sebagai sebuah Negara yang sebenarnya sedang dilanda penyakit yang akut. Ditambah pula dengan nilai kebergantungan Amerika yang sangat besar pada komoditas energy dari Negara lain dan kompetisi yang makin ketat terhadap suplai energy dengan China dan India makin membuat kondisi Amerika saat ini sedang terdesak.pada tahun 2008 menjelang akhir kepemimpinannya, Presiden George W. Bush mengajukan proposal perubahan system keamanan sosial yang menurut klaimnya mampu mengatasi permasalahan multi dimensional yang saat ini sedang dihadapi oleh Amerika Serikat. Dalam pidatonya, Presiden Bush juga menitikberatkan bahwa perubahan system kemanan sosial ini juga nantinya mampu menunjang berbagai isu lainnya (seperti: Perang melawan terorisme, keamanan dalam negeri, ketergantungan akan sumber energy dari pihak asing.

Masyarakat yang semakin bingung akan hadirnya isu yang rumit seperti ini menjadi tidak mampu memberikan pandangan yang tepat terhadap kebijakan yang dijalankan oleh pemerintah, untuk itulah dibutuhkan sebuah metode yang mampu meningkatkan pemahaman dan pengertian masyarakat terhadap isu rumit yang sedang berkembang seperti ini. Model T-21 yang berbasis pada permodelan menggunakan dasar dasar system dinamis menjadi sebuah pilihan yang baik untuk mampu menggambarkan relasi dan ketergantungan sebuah sector terhadap sector lainnya(Bassi, 2008). Tujuan utama dari model T-21 adalah menggambarkan dan mengevaluasi sebuah dampak dari kebijakan sebuah sector terutama pada sector energy terhadap sector lainnya. Relasi makro dari model ini ditunjukkan oleh gambar 3.1

Pada gambar 3.1 diperlihatkan bahwa terdapat 4 aspek utama dalam model yang dibangun yang juga merupakan 4 aspek utama dalam sebuah negara. Aspek-aspek tersebut adalah:

- 1 Aspek Ekonomi = Dilambangkan sebagai indikator utama kemakmuran sebuah Negara yang berasal dari perhitungan nilai Pendapatan Domestik Bruto, nilai akumulasi investasi, nilai produksi sektoral (pertanian, industry dan jasa)
- 2 Aspek Sosial = Dilambangkan sebagai indikator utama kemajuan dari struktur sosial sebuah negara dimana yang berasal dari perhitungan jumlah tenaga kerja, pemerataan pendapatan dan jumlah



Gambar 3.1 Gambar Relasi Makro Model T-21

- 3 Aspek Lingkungan Hidup = Dilambangkan sebagai indikator utama dari keberlanjutan sebuah struktur, dimana unsure lingkungan hidup menjadi basis dari modal lainnya. Aspek lingkungan hidup diwakili oleh indikator seperti jejak karbon nasional per kapita, ketersediaan *Biocapacity*, dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar fosil.

Ketiga aspek ini akan dielaborasi oleh sebuah aspek lainnya yang tidak kalah penting yaitu aspek energy. Dalam elaborasi energy kepada tiga aspek lainnya, energy akan memegang peranan kunci sebagai jembatan antara hubungan ketergantungan sebuah aspek terhadap aspek lainnya. Aspek energy secara nyata akan mempengaruhi nilai produksi sesuai dengan persamaan dalam fungsi *Cobb-*

juga dipengaruhi oleh aspek lainnya. Aspek lainnya yang mempengaruhi aspek energi antara lain adalah aspek sosial dan ekonomi, dimana kenaikan permintaan, suplai energi dan pergerakan harga dari energi dipengaruhi oleh aspek aspek sosial dan ekonomi, sebagai ilustrasi ketika aspek sosial berupa populasi meningkat maka seyogyanya kebutuhan akan energi juga akan meningkat seiring dengan peningkatan dari populasi itu sendiri, selain hal itu faktor suplai energi juga dapat dipengaruhi oleh peningkatan nilai teknologi nasional, yang akan meningkatkan efektifitas maupun efisiensi dari produksi sektor energi, sedangkan faktor teknologi juga dipengaruhi secara langsung oleh faktor ekonomi yaitu investasi dalam setiap sektor produksi maupun dipengaruhi oleh pengeluaran pemerintah untuk pendidikan yang secara langsung dapat meningkatkan tingkat teknologi dimana tingkat teknologi tersebut akan memberikan umpan balik dalam mempengaruhi faktor faktor lainnya.

Pada intinya, melalui penjelasan dan *causal loop diagram* dari jurnal penelitian ini didapatkan pemahaman mengenai struktur interaksi antara sistem ekonomi, sosial dan lingkungan hidup di sebuah negara sebagai berikut:

- Adanya interaksi timbal balik antara faktor ekonomi, sosial dan lingkungan hidup yang dijumpai oleh faktor teknologi dan produksi
- Aspek energi juga menjadi jembatan dan akselerator dalam interaksi faktor faktor ekonomi, sosial dan lingkungan hidup dimana faktor energi menjadi batasan dan penyeimbang terhadap kemajuan yang terjadi
- Terlihatnya batasan pertumbuhan (*Limits to growth*) dari model ini yang mengakibatkan bahwa pertumbuhan ekonomi maupun lainnya terbatas oleh *reinforcing loop* yang ada dalam model

3.1.1.2 Simplifikasi sebuah Model Simulasi untuk Media Pembelajaran : Sebuah pemahaman dari jurnal *Simplifying a Simulation Model for National Development*

Negara berkembang mempunyai tantangan untuk mengelola perubahan sosial-ekonomi terhadap sejumlah target pembangunan. Perubahan tersebut biasanya diiringi dengan masalah-masalah pembangunan seperti kelangkaan bahan pangan, kemiskinan, infrastruktur yang kurang baik, kerusakan lingkungan dan sebagainya. Masalah-masalah tersebut timbul akibat berbagai macam faktor, baik faktor internal seperti rendahnya kepedulian pemerintah dan korupsi di pemerintahan, atau faktor eksternal seperti meningkatnya harga barang komoditas dunia. Membuat rencana pembangunan strategis untuk sebuah negara, khususnya negara berkembang, membutuhkan pemahaman akan hubungan kompleks antar berbagai sektor yang mempengaruhi pembangunan negara, yaitu sektor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Seringkali pembuatan rencana pembangunan negara menjadi salah arah karena sulitnya memahami hubungan langsung dan tidak langsung, umpan balik, atau efek tunda dari antar sektor terkait. Namun, memahami hubungan antar sektor yang kompleks bukan perkara mudah. Dibutuhkan pengalaman dan eksperimen langsung terhadap kondisi di nyata, dan tentu hal itu membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Oleh karena itu, pembelajaran menggunakan media simulasi komputer merupakan salah satu solusi dari permasalahan ini.

Sudah banyak penelitian yang ditujukan untuk membuat sebuah model simulasi untuk pembangunan negara (Dangerfield,2007; International Institute for Applied Systems Analysis,2001; Pedercini & Barney, in press; Pedercini, Sanogo, & Camara, 2007; Qureshi,2008; Saeed,1994,1998). Dari sekian banyak model simulasi tersebut, model Threshold 21 (T21) yang dikembangkan oleh Millennium Institute mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan serta mencakup hampir semua isu jangka panjang yang dihadapi oleh negara berkembang dalam mencapai tujuan mereka, seperti masalah kemiskinan, pendidikan pertumbuhan ekonomi, dan kerusakan lingkungan. Sampai saat ini, model T21 sudah diciptakan secara spesifik dan diaplikasikan di lebih dari 20 negara. Namun, membangun sebuah model T21 yang spesifik dan mempelajari cara menggunakannya membutuhkan waktu yang cukup lama, apalagi bagi masyarakat awam yang tidak mempunyai latar belakang Sistem Dinamis. Waktu tersebut diperlukan untuk membuat model yang detail dan bisa digunakan sebagai alat analisa kebijakan.

Namun, waktu yang terlalu lama tersebut tentu tidak efektif jika ditujukan sebagai bahan pembelajaran. Atas dasar itu, System Dynamics Group di Universitas Bergen bekerja sama dengan Universitas Iowa untuk membuat sebuah permainan simulasi berbasis komputer yang dapat digunakan sebagai alat pembelajaran dari model pembangunan negara. Bergen Learning Environment for National Development (disingkat BLEND) adalah sebuah permainan berbasis komputer tentang perencanaan jangka panjang dari pembangunan nasional sebuah negara. Pemain berperan sebagai pemerintah dan membuat kebijakan untuk mempelajari dampak dan konsekuensi jangka panjang dan sistemik dari keputusan mereka. Tujuan dari permainan ini adalah untuk mengajari pemain bahwa pembangunan nasional dipengaruhi oleh hubungan-hubungan non-linear, efek tunda, dan umpan balik antar sektor (Kopainsky, 2009).

Permainan BLEND didasarkan atas model simulasi T21 dari negara berkembang yang sudah dibuat sebelumnya. Tetapi, pembuatan permainan membutuhkan modifikasi dan simplifikasi dari model terkait. Hal ini dikarenakan model T21 asli mempunyai tujuan yang berbeda dengan model yang akan digunakan sebagai basis dari permainan BLEND. Model T21 asli dibuat untuk melakukan sebuah analisa kebijakan yang detail, dimana ketersediaan semua faktor yang terlibat sangat dibutuhkan untuk merepresentasikan kondisi di dunia nyata. Namun, dalam permainan BLEND, dimana tujuan penggunaannya lebih sederhana, maka tingkat kompleksitas model asli harus dikurangi. Sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya, sebuah permainan simulasi akan menjadi lebih efektif ketika model di dalamnya disederhanakan dari model aslinya, sehingga pemain dapat lebih fokus kepada variabel-variabel kunci dan hubungan tertentu yang ingin diajarkan lewat permainan tersebut (Boreham,1985; Brooks & Tobias,1999; Chwif, Barretto, & Paul, 2000; Dittrich,1977; Dorner,1980; Hays & Singer,1989; Nobel,2002).

Simplifikasi model adalah sebuah pendekatan semi-formal untuk memampatkan sebuah model berskala besar menjadi model yang berisi struktur-struktur esensial yang menghasilkan dinamika dasar dari model. Simplifikasi mampu untuk menguatkan klarifikasi dari model dengan menghilangkan

komponen-komponen (variabel, umpan balik) yang memiliki pengaruh kecil terhadap perilaku dari model (Saysel & Barlas, 2006). Dalam menyederhanakan model untuk pembangunan nasional, tujuan model asli untuk melakukan analisa kebijakan yang detail berubah menjadi untuk mengajarkan karakteristik dari sebuah sistem yang dinamis dan kompleks dan pembuatan kebijakan untuk mengelola sistem tersebut secara efektif. Pada BLEND, model T21 yang dijadikan referensi adalah model T21 dari negara-negara berkembang di daratan Sahara, Afrika tengah. Dua negara yang dijadikan referensi adalah model T21 Ghana dan Mali. Model T21 Ghana menunjukkan efek yang dapat ditimbulkan dari intervensi kebijakan dalam mencapai target Millennium Development Goals (MDG). Dari model ini dapat dipelajari bahwa kebijakan untuk meningkatkan kualitas hidup dan pengurangan angka kematian ternyata lebih mahal ketimbang kebijakan lain dan meningkatkan biaya dari pencapaian target MDG. Dari model itu pula diketahui bahwa dengan meningkatkan kualitas pendidikan dan penggunaan alat kontrasepsi dapat lebih membantu dalam pencapaian target MDG. Singkat kata, model T21 Ghana ingin menunjukkan bahwa kebijakan jangka panjang lebih membuahkan hasil ketimbang kebijakan jangka pendek. Sementara itu, model T21 Mali menekankan pada hubungan antara kemiskinan dan pertumbuhan kualitas penduduk. Model ini menunjukkan bahwa sumber daya dengan waktu implementasi yang lama (mis: investasi pendidikan) membutuhkan waktu investasi jauh lebih dulu dari waktu dimana mereka diharapkan terwujud. Dari dua model referensi tersebut, tujuan BLEND adalah untuk mengajarkan efektivitas dari sebuah kebijakan relatif terhadap indikator pembangunan dan bukan tentang bagaimana mengimplementasikan kebijakan tersebut.

Dalam menyederhanakan model, tujuan dari penggunaan model akan menentukan sejauh apa model tersebut akan disederhanakan. Pada BLEND, model simulasi ditujukan agar mampu memperlihatkan hubungan antar sektor yang berpengaruh terhadap pembangunan nasional. Oleh karena itu, proses penyederhanaan model yang dijadikan referensi harus bisa mempertahankan hubungan antar sektor sembari menyederhanakan atau mengagregasi aspek detail dari tiap sektor. Saysel dan Barlas (2006) menunjukkan langkah-langkah dalam menyederhanakan model. Langkah-langkah ini tidak wajib, tetapi tergantung dari

persepsi yang didapat setelah mempelajari model referensi. Berikut adalah tahapan penyederhanaan model :

- Mendapatkan persepsi dari model referensi
- Mengeliminasi komponen model dengan hubungan umpan balik yang lemah
- Mengagregasi perhitungan dari variabel atau parameter terkait
- Menyederhanakan keputusan atau persamaan
- Mengagregasi atau *bypass* struktur stock-and-flow model

Berikut adalah perbandingan komponen dari model yang sudah disimplifikasi dan model referensi pada BLEND :

Setelah model disederhanakan, model kemudian divalidasi dengan menggunakan *Indirect Structure Test*, *Behaviour Sensitivity Test*, dan *Extreme Condition Test*. *Indirect Structure Test* digunakan untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam penyederhanaan model. Sementara itu *Behaviour Sensitivity Test*, dan *Extreme Condition Test* digunakan untuk mengetahui apakah model masih mempunyai sikap yang sama dengan nilai input yang jauh berbeda.

3.1.2 Pengumpulan Data Tertulis dan Numerik

Model yang digunakan pada penelitian ini mengacu kepada model Biodiesel Sustainability Model (BSM) tentang dampak berkelanjutan dari industri Biodiesel di Indonesia. Model ini dikembangkan berdasarkan model Treshold 21 (T21) yang dikembangkan oleh Millennium Institute. Model tersebut dibuat disesuaikan dengan Roadmap Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati, sehingga jangka waktu simulasi model tersebut berkisar antara tahun 2006-2025. Model BSM tersebut sesuai dengan batasan penelitian ini, yaitu memodelkan industri Biodiesel dari tahun 2006-2025 sejalan dengan Roadmap Pemanfaat BBN. Oleh karena itu, model simulasi pada penelitian ini menggunakan data yang sama dengan model BSM.

Adapun beberapa data yang terdapat di model BSM sebagian besar adalah data-data makro ekonomi seperti data inflasi, data pertumbuhan sektoral, data pertumbuhan ekspor dan impor, data data pengeluaran dan pendapatan pemerintah, data investasi luar negeri dan beberapa data indikator lain. Kemudian ada juga data-data untuk indikator sosial seperti data kependudukan. Hampir semua data yang terdapat di model BSM merupakan data sekunder yang diambil dari berbagai sumber internasional maupun lokal yang sudah dipercaya. Berikut adalah kumpulan sumber data yang digunakan pada model BSM :

- Sumber data makro ekonomi :
 - *World Bank: World Development Indeks Report and Database 2009*
 - Ringkasan Laporan APBN 2005-2010
 - *International Monetary Fund Report and Economic Outlook 2009*
 - Sistem Neraca Sosial Ekonomi Indonesia 2005
 - *Statistical Database Bank Indonesia*
 - *Food and Agriculture Organizations (FAO) Statistics*
- Sumber data indikator sosial :
 - *World Bank: World Development Indeks Report and Database 2009*
 - Sistem Neraca Sosial Ekonomi Indonesia 2005
 - *International Labor Organization Report*
 - Organisation For Economic Co-Operation And Development (OECD) Report
 - Data Biro Pusat Statistik
- Sumber data indikator lingkungan :
 - *World Bank: World Development Indeks Report and Database 2009*
 - *Food and Agriculture Organizations (FAO) Statistics*
 - *FAO reports on Forestry and Water Utilization*
- Sumber data indikator energi :
 - Handbook Energi Kementrian ESDM 2005-2010

- *Energy Information Administration (EIA) International Energy Outlook (IEO)*

Sumber Data	Penggunaan
World Bank : World Development Index	Carbon Dioxide Emission per Capita
	Literacy Rate
	Dependency Ratio
	Life Expectancy
	Agricultural, Industrial, Service Production
Sumber Data	Penggunaan
FAO : World Forestry Report	Crops Production
	Harvested Area
	Harvest Capability
Sumber Data	Penggunaan
UN : Energy Statistics Yearbook	Total Energy Demand
	Transportation Petroleum Demand
	Electricity Demand

Gambar 3.2 Daftar sumber data dari variabel per sektor

3.2 Konseptualisasi Model

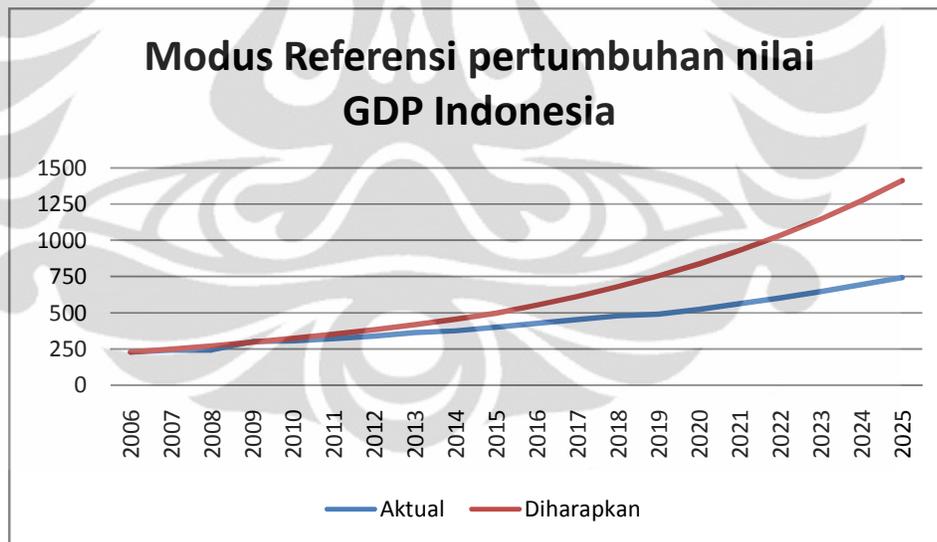
Sesuai dengan langkah-langkah pembuatan model simulasi yang sudah dijelaskan pada bab terdahulu, maka langkah pertama dari empat tahap pembuatan model simulasi adalah tahap konseptualisasi. Tahap konseptualisasi bisa dimulai setelah didapat data yang cukup untuk mengonseptualisasikan model. Karena data dari penelitian ini adalah data mental dari jurnal dan model simulasi yang sudah pernah dikembangkan sebelumnya, maka penelitian sudah memiliki data yang cukup untuk dapat memasuki tahap konseptualisasi. Ada lima hal yang harus dibuat dalam tahap konseptualisasi model, yaitu pembuatan Modus Referensi, penetapan Hipotesa Dinamis sebagai hipotesa awal penelitian, pembuatan Diagram Sistem (*System Diagram*) sebagai gambaran umum dari model penelitian, pembangunan Diagram Sebab-Akibat (*Causal Loop Diagram*) yang merupakan gambaran dari mental model yang akan dijadikan dasar dalam

formulasi dari model, dan penetapan Poin Pembelajaran (*Learning Points*) sebagai poin-poin yang akan diajarkan kepada pemain.

3.2.1 Modus Referensi

Dalam sebuah pemodelan sistem dinamis, perilaku terhadap waktu (*Behavior Over Time/ BOT*) adalah perhatian utama ketika menganalisa sebuah sistem, untuk itu sebelum melakukan permodelan terlebih dahulu dilihat perilaku terhadap waktu dari sistem yang sudah ada, hal ini akan memberikan pemahaman tentang bagaimana sistem tersebut berjalan dan berinteraksi.

Untuk dapat melihat modus referensi, maka diperlukan indikator dari dalam sistem yang akan dilihat perubahan terhadap waktunya. Karena cakupan dari penelitian ini adalah dampak dari kehadiran industri biodiesel pada aspek-aspek keberlanjutan negara (sosial, ekonomi, lingkungan), maka indikator tersebut lah yang akan dijadikan dasar dari pembuatan modus referensi.

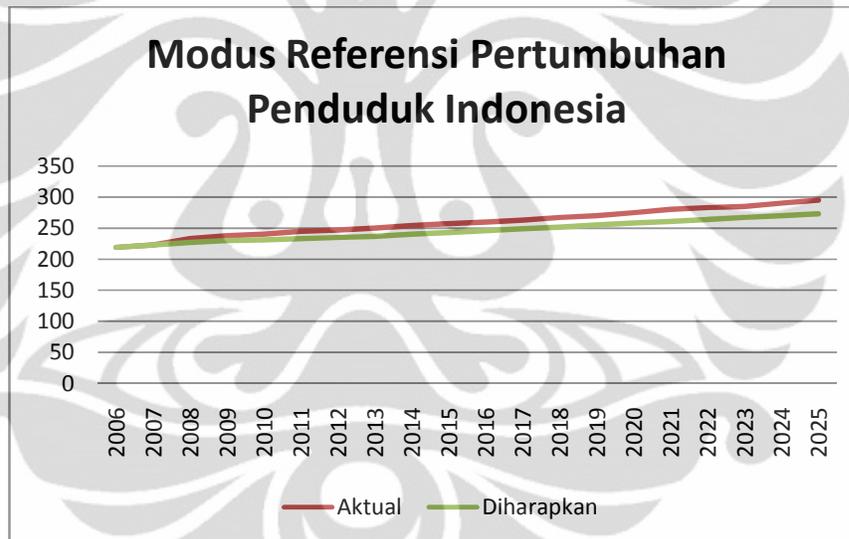


Gambar 3.3 Modus Referensi nilai GDP Indonesia

Gambar 3.3

Sesuai dengan target Visi Indonesia 2030 (Tanjung, 2007), Pendapatan Domestik Bruto (PDB / GDP) Indonesia pada tahun 2025, dengan laju pertumbuhan Tahap Pembenahan (2006-2015) sebesar 5-7 persen per tahun, dan laju pertumbuhan Tahap Akselerasi (2016-2025) sebesar 9-11 persen per tahun,

akan mencapai angka 1,5 triliun US Dollar. Jika memasuki Tahap Keberlanjutan (2026-2030) dengan laju pertumbuhan 7-9 persen per tahun, maka angka PDB yang diproyeksikan akan menembus angka 5,1 triliun US Dollar. Tetapi, jika menilik dari kondisi aktual, dan diproyeksikan hingga tahun 2025, maka bisa dilihat bahwa target tersebut mungkin tidak dapat tercapai seperti yang diharapkan. Ada banyak faktor yang bisa mempengaruhi hal tersebut, namun penelitian ini tidak akan berfokus kepada faktor-faktor tersebut. Intinya, untuk dapat mencapai target tersebut, maka diperlukan sebuah kebijakan dari pemerintah yang dapat meningkatkan pertumbuhan PDB Indonesia sehingga bisa menembus angka 1,5 triliun US Dollar pada tahun 2025.



Gambar 3.4 Modus Referensi Pertumbuhan Penduduk Indonesia

Hal yang sama bisa dilihat pada indikator sosial. Menurut target Visi Indonesia 2030, laju pertumbuhan penduduk Indonesia diharapkan dapat berkurang, sehingga pada tahun 2025 mencapai angka 275 juta jiwa. Tetapi jika menilik ke kondisi aktual dan diproyeksikan hingga tahun 2025, maka akan didapat angka pertumbuhan penduduk yang lebih tinggi dari yang diharapkan. Kondisi ini menyebabkan tidak tercapainya target jumlah penduduk pada tahun 2025.

Berkaca dari dua modus referensi diatas, maka dapat diambil hipotesa dimana dengan kondisi aktual seperti sekarang, maka Indonesia kemungkinan akan mengalami kesulitan untuk mencapai target Visi Indonesia 2030. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kebijakan yang akan membantu Indonesia untuk mencapai target Visi 2030. Salah satu kebijakan tersebut adalah penerapan industri Biodiesel. Namun, karena kurangnya pemahaman akan pengaruh dan dampaknya terhadap aspek-aspek berkelanjutan Indonesia, maka pemerintah seolah-olah belum serius menggarap industri Biodiesel di Indonesia.

Model yang akan dikembangkan bertujuan untuk memberikan pengetahuan baru bagi *Stakeholder* terhadap dampak yang diberikan oleh industri Biodiesel bagi aspek aspek keberlanjutan Negara, sehingga analisis yang disampaikan adalah analisis *with or without condition*, dimana diperbandingkan kondisi dengan adanya penerapan Biodiesel dan tanpa penerepan Biodiesel.

3.2.2 Hipotesa Dinamis

Layaknya semua jenis penelitian ilmiah, sebelum penelitian dilakukan selalu ditarik terlebih dahulu sebuah hipotesa awal. Hipotesa awal inilah yang akan dibuktikan lewat penelitian tersebut. Pada metodologi Sistem Dinamis, hipotesa awal penelitian disebut Hipotesa Dinamis. Hipotesa dinamis ini nantinya akan digunakan sebagai dasar dari pengolahan data atau formulasi model dengan membuat *Causal Loop Diagram*.

Hipotesa dinamis yang diambil adalah industri biodiesel akan mampu mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi, sehingga ekonomi Indonesia akan lebih stabil dari gejolak perubahan harga minyak. Selain itu, berkembangnya industri biodiesel juga memunculkan peluang ekspor baru bagi negara, sehingga memunculkan sumber devisa baru. Ketika kondisi perekonomian negara meningkat, yang ditandai dengan meningkatnya Pendapatan Domestik Bruto (PDB), maka konsumsi masyarakatnya juga akan meningkat, yang secara tidak langsung akan mendorong tingkat produksi untuk memenuhi permintaan akan barang yang meningkat. Untuk dapat meningkatkan produksinya, perusahaan tentu membutuhkan tambahan tenaga kerja, sehingga kondisi ini akan menyerap

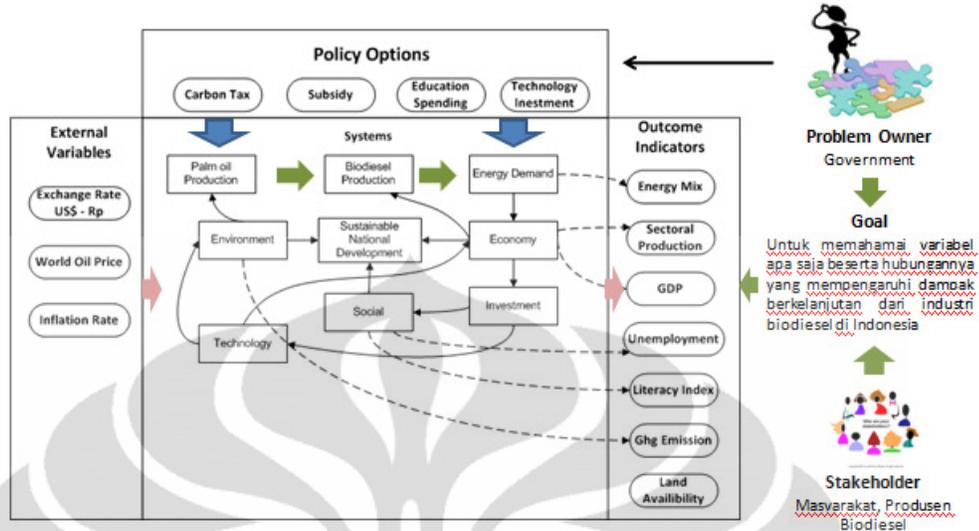
tenaga kerja baru dan mengurangi angka pengangguran secara langsung. Ketika kondisi ekonomi dan sosial dari Indonesia sudah stabil, maka masyarakat diharapkan akan mempunyai waktu lebih banyak untuk memikirkan keadaan lingkungannya, sehingga diharapkan akan mampu mengurangi laju kerusakan lingkungan.

Berdasarkan hipotesa dinamis tersebut, maka bisa disimpulkan bahwa pertanyaan utama dari penelitian ini adalah :

- Apakah industri Biodiesel mempunyai dampak terhadap indikator keberlanjutan sebuah negara ?
- Apakah penerapan kebijakan industri Biodiesel di Indonesia bisa memberikan kontribusi positif terhadap perekonomian Indonesia ?

3.2.3 Diagram Sistem

Permodelan menggunakan sistem dinamis merupakan sebuah metode simulasi yang memperhatikan secara erat antara keterkaitan dari sebuah variabel dan umpan balik yang diberikan maupun diterima dari masing masing variabel. Untuk itu, sebuah gambaran sistemik yang mencakup pandangan keseluruhan dari model diperlukan untuk melihat secara utuh bagaimana model tersebut dibentuk dan dikembangkan, diagram sistem merupakan sebuah alat yang dapat digunakan untuk memberikan pemahaman secara utuh terhadap model yang akan dikembangkan, berikut adalah diagram sistem untuk model yang akan dikembangkan ini.



Gambar 3.5 Diagram Sistem Penelitian

Dalam diagram sistem dapat dilihat bahwa terdapat pilihan kebijakan yang dapat diambil oleh pemerintah sebagai *Problem Owner* untuk melakukan optimasi terhadap kontribusi Biodiesel yang diharapkan. Diagram sistem ini mengedepankan *Input* dan *Output* yang diperlukan model untuk berjalan. Dalam simulator yang akan dibangun, pemain akan berperan sebagai pemerintah, yang dapat mengatur kebijakan-kebijakan nasional untuk dapat melihat dampak dari industri tersebut kepada indikator-indikator pembangunan nasional sesuai dengan *Millennium Development Goals* (MDG).

3.2.4 Pembangunan Causal Loop Diagram

3.2.4.1 Causal Loop Diagram Makro

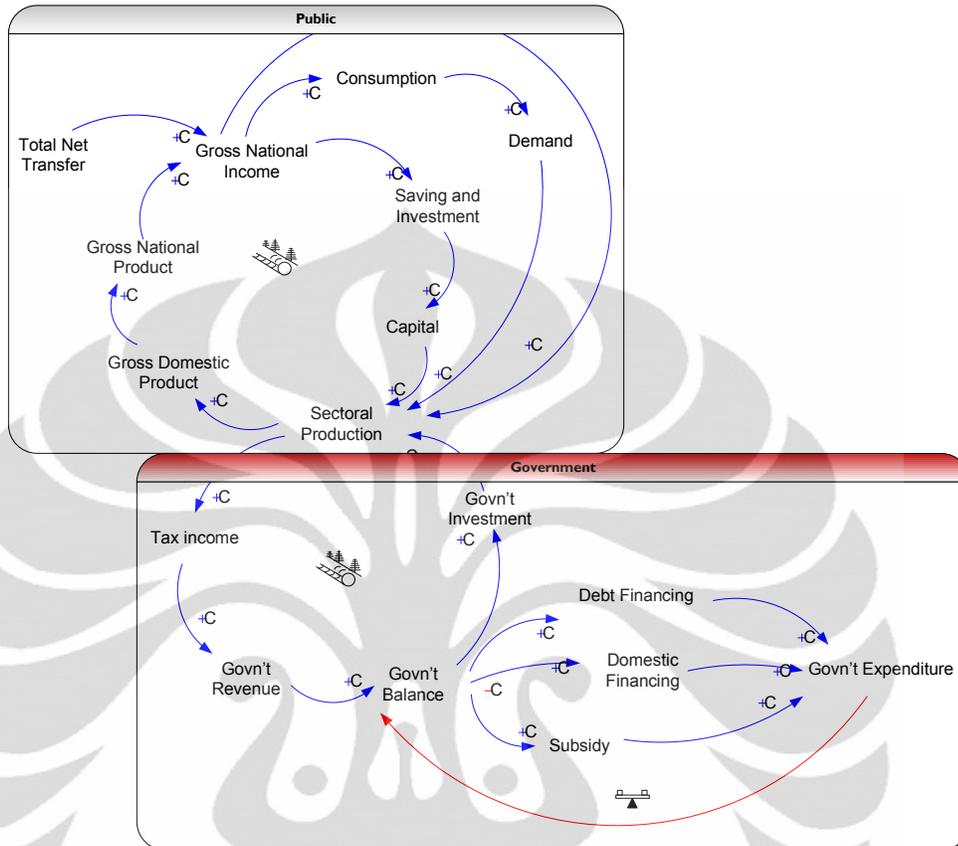
Causal Loop Diagram (CLD) adalah sebuah alat yang digunakan untuk merepresentasikan mental model yang dimiliki oleh pembuat model (modeler) sebagai dasar sudut pandang modeler dalam membangun model. CLD ini juga dibangun berdasarkan sumber-sumber data mental yang diperoleh, sehingga modeler dapat melakukan validasi terhadap mental model yang dimilikinya. CLD yang dibangun merupakan gambaran dari logika umum model atau hubungan sebab-akibat dari komponen-komponen yang ada di dalam model.

investasi. Investasi disini maksudnya adalah investasi pendidikan dan kesehatan, yang secara langsung akan meningkatkan produktivitas dari masyarakat sehingga memberikan peluang untuk dapat meningkatkan kapasitas produksi nasional. Investasi disini juga bisa digunakan sebagai investasi modal industri untuk meningkatkan kapasitas produksinya.

Pada sisi energi, peningkatan produksi akan meningkatkan permintaan akan energi. Dalam pembangunan CLD ini, penggunaan energi difokuskan kepada penggunaan Biodiesel sebagai bahan baku alternatif. Oleh karena itu, permintaan energi yang meningkat akan meningkatkan laju pembukaan lahan untuk perkebunan sawit, yang merupakan bahan baku utama dari Biodiesel. Laju pembukaan lahan sawit yang meningkat akan meningkatkan jumlah produksi Biodiesel, dan dengan meningkatnya penggunaan Biodiesel maka jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan juga akan berkurang, yang berimplikasi terhadap membaiknya kesehatan masyarakat. Akan tetapi, laju pembukaan lahan perkebunan sawit yang terlampaui tinggi akan mengurangi jumlah lahan hutan di Indonesia, yang secara tidak langsung dapat mempengaruhi produksi dari kelapa sawit itu sendiri. Ketika jumlah lahan yang tersedia untuk membuka perkebunan sawit baru menjadi berkurang, maka produksi Biodiesel akan tertahan pada suatu level tertentu. Ketika permintaan terhadap energi terus meningkat seiring meningkatnya produksi, maka pada suatu waktu persediaan Biodiesel akan berkurang. Oleh karena itu ketersediaan akan sumber daya alam dan energi ini menjadi fungsi penghalang yang disebut sebagai *Balancing Loop* yang membatasi peningkatan produksi yang mungkin terjadi.

3.2.4.2 Causal Loop Diagram per Sektor

Setelah pembuatan CLD utama dari model, maka langkah selanjutnya adalah mengembangkan CLD utama model menjadi bagian-bagian yang lebih detail lagi. Karena tujuan awal penelitian adalah melihat dampak dari industri Biodiesel terhadap indikator keberlanjutan sebuah negara dilihat dari sisi ekonomi, sosial, dan lingkungan, maka CLD utama model pun dibagi lagi menjadi 3 bagian yang menggambarkan alur umpan balik (*feedback*) dari masing-masing sektor.

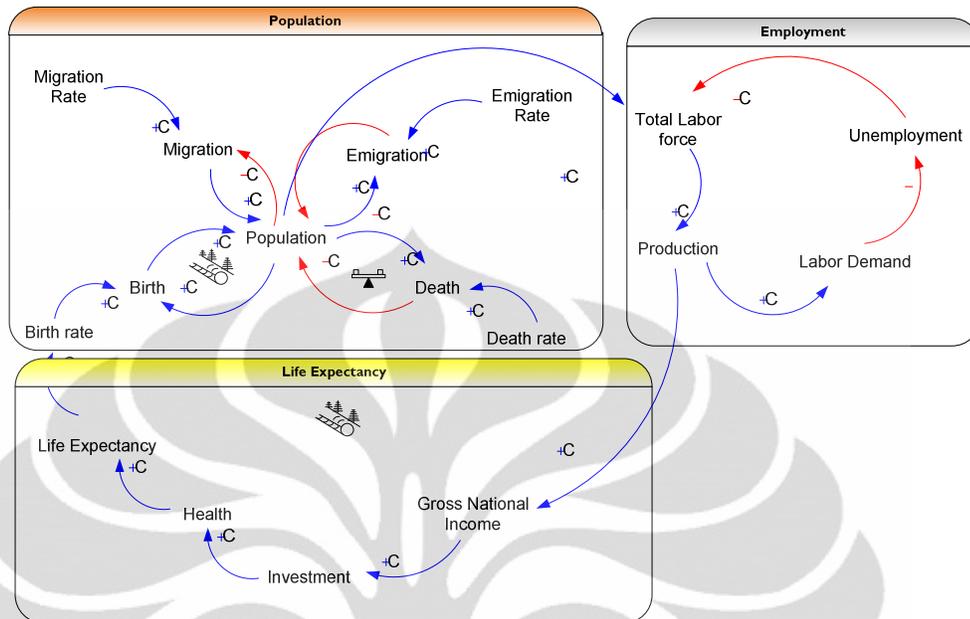


Gambar 3.7 Causal Loop Diagram sektor ekonomi

Causal Loop Diagram sektor ekonomi ini dilihat dari 2 sudut pandang aktor utama, yaitu pemerintah untuk menggambarkan ekonomi makro, dan masyarakat untuk menggambarkan ekonomi mikro. Dari sisi ekonomi mikro, ketika produksi sektoral meningkat, maka Pendapatan Domestik Bruto (PDB / GDP) dari masyarakat akan meningkat, yang secara langsung akan meningkatkan pendapatan nasional. Ketika pendapatan masyarakat meningkat, maka jumlah uang yang dikeluarkan untuk investasi pun ikut meningkat. Investasi ini nantinya akan menjadi tambahan modal bagi industri untuk terus meningkatkan tingkat produksinya. Peningkatan pendapatan masyarakat juga akan meningkatkan konsumsi masyarakat. Konsumsi akan barang dan jasa yang meningkat akan meningkatkan permintaan, yang akan mendorong industri untuk meningkatkan produksinya. *Loop* yang terjadi pada hubungan di ekonomi mikro ini adalah

Reinforcing Loop, dimana hubungan antar variabel yang ada akan terus menguat/melemah ke satu arah tertentu.

Sementara itu untuk ekonomi makro, terdapat 2 *loop* di dalam CLD sisi pemerintah. Dimulai dari kondisi yang sama, yaitu peningkatan produksi sektoral, maka penerimaan pajak pemerintah akan ikut meningkat. Meningkatnya penerimaan pajak pemerintah akan meningkatkan pendapatan pemerintah, yang tentunya akan diikuti dengan meningkatnya kas pemerintah. Meningkatnya kas pemerintah memberikan peluang bagi mereka untuk berinvestasi kepada industri lewat program insentif dan sejenisnya yang akan memicu meningkatnya produksi sektoral. Kondisi ini membentuk sebuah *Reinforcing loop* yang akan bermuara pada terus meningkatnya produksi sektoral. Di satu sisi, peningkatan kas pemerintah tentu akan memperbesar jatah dari kas tersebut untuk pembayaran hutang negara. Alokasi pembayaran hutang negara yang meningkat tentu akan meningkatkan pengeluaran pemerintah, yang jika penerimaan diasumsikan tetap, maka akan mengurangi ketersediaan kas negara. Tetapi jika kas negara berkurang, maka alokasi untuk pembayaran hutang pun akan berkurang dan pengeluaran negara juga ikut berkurang, sehingga bisa kembali meningkatkan kas negara. Kondisi ini menciptakan sebuah *balancing loop* yang berfungsi menjadi penyeimbang pada sektor ekonomi ini.



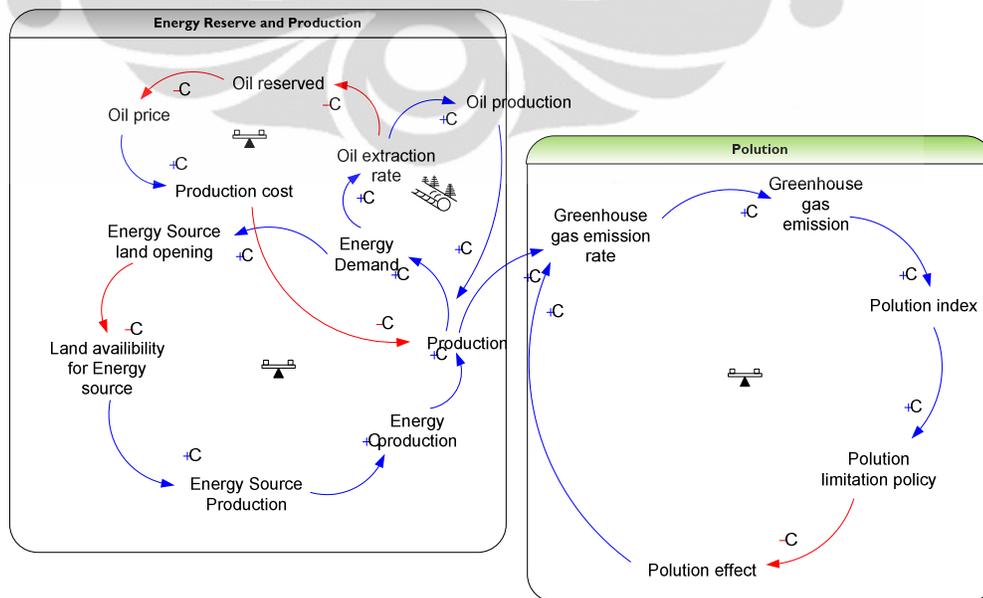
Gambar 3.8 Causal Loop Diagram sektor sosial

Sementara itu *Causal Loop Diagram* sektor sosial terbagi menjadi tiga bagian kecil dilihat dari sisi nilai indikator yang akan dihasilkan oleh model penelitian, yaitu jumlah populasi, jumlah pengangguran, dan angka harapan hidup. Jumlah populasi masyarakat dipengaruhi oleh 2 faktor utama, yaitu perpindahan penduduk dan jumlah kelahiran-kematian. Semakin tinggi angka laju kelahiran, maka semakin tinggi pula jumlah populasi penduduknya. Jumlah populasi yang meningkat berarti akan meningkatkan angka laju kematian pula sehingga mengakibatkan jumlah populasi yang berkurang. Berkurangnya populasi tentu akan mengurangi jumlah kemungkinan masyarakat untuk melahirkan, sehingga akan menurunkan angka laju kelahiran. Hal ini akan berimplikasi kepada berkurangnya jumlah populasi penduduk, yang seperti diketahui secara tidak langsung akan mengurangi angka laju kematian. Tetapi, berkurangnya angka kematian justru akan kembali meningkatkan jumlah populasi, yang akan meningkatkan angka laju kelahiran dan berimplikasi kepada kembali naiknya jumlah populasi. Hubungan *loop* seperti ini disebut dengan *Balancing Loop*, dimana suatu kondisi yang terus menerus meningkat akan diimbangi oleh suatu keadaan yang akan menurunkan pertumbuhannya. Hal yang sama juga berlaku pada sisi perpindahan penduduk, dimana jumlah imigrasi penduduk ke suatu

populasi akan menambah jumlah populasinya, tetapi akan diimbangi dengan meningkatnya jumlah emigrasi yang akan mengurangi jumlah populasi tersebut.

Peningkatan jumlah populasi tentunya akan mempengaruhi jumlah tenaga kerja pada populasi tersebut. Meningkatnya populasi berarti jumlah tenaga kerja di populasi tersebut bertambah sehingga bisa menghasilkan produksi yang lebih besar lagi. Meningkatnya produksi tentu juga akan memerlukan tambahan tenaga kerja, sehingga kondisi tersebut akan meningkatkan kebutuhan akan tenaga kerja baru, yang secara langsung akan mengurangi jumlah pengangguran di populasi tersebut. Berkurangnya jumlah pengangguran tentu akan semakin menambah jumlah tenaga kerja aktif di populasi tersebut, yang akan mengulangi *loop* yang sudah dijelaskan sebelumnya. Kondisi ini menghasilkan sebuah *Reinforcing Loop* yang akan berujung dengan terus meningkatnya jumlah tenaga kerja.

Seperti yang sudah diketahui, peningkatan jumlah populasi akan meningkatkan angka produksi dari suatu negara. Peningkatan produksi tersebut tentunya akan memberikan profit yang lebih tinggi dan akan meningkatkan pendapatan dari masyarakat. Meningkatnya pendapatan masyarakat tentu meningkatkan kemungkinan investasi kesehatan kepada masyarakat tersebut, sehingga akan meningkatkan angka indeks kesehatan dan berujung dengan bertambahnya angka harapan hidup dari populasi tersebut.



Gambar 3.9 Causal Loop Diagram sektor lingkungan

Bagian terakhir dari pengembangan *Causal Loop Diagram* penelitian adalah CLD untuk sektor lingkungan. Pada sektor lingkungan ini, dilibatkan pula variabel energi sebagai faktor yang mempengaruhi indikator lingkungan. Inti dari masalah lingkungan dari setiap negara berkembang adalah berkurangnya lahan (hutan) yang tersedia akibat meningkatnya produksi masyarakat yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah populasi. Selain itu, tingkat produksi yang meningkat juga akan meningkatkan laju pembuangan emisi bahan bakar di lingkungan yang akan mempengaruhi kesehatan masyarakat. Seperti yang sudah dijelaskan pada CLD utama penelitian, meningkatnya produksi suatu masyarakat berarti meningkat pula kebutuhan masyarakat tersebut akan sumber energi. Meningkatnya kebutuhan akan energi akan membuat pencarian akan sumber energi baru meningkat, yang tentunya akan mengurangi level ketersediaan mereka di alam. Pada kasus industri Biodiesel, maka kebutuhan energi yang meningkat akan mengurangi jumlah lahan hutan yang tersedia akibat pembukaan lahan untuk pengembangan kelapa sawit. Ketika jumlah lahan yang tersedia berkurang, maka jumlah energi yang dapat dihasilkan juga menjadi terbatas, bila pembukaan lahan tersebut tidak dijaga pada level tertentu. Hal ini tentunya akan mengurangi jumlah produksi masyarakat dan akan terus mengulangi kondisi dari *loop* tersebut. Dari sisi ketersediaan minyak bumi, jumlahnya akan berkurang seiring dengan peningkatan permintaan akan minyak bumi. Jumlah minyak bumi yang semakin sedikit akan meningkatkan harganya karena faktor kelangkaan, sehingga meningkatkan biaya produksi dan pada akhirnya akan mengurangi jumlah produksi masyarakat.

Di lain sisi, penggunaan energi yang semakin banyak tentu akan meningkat jumlah emisi karbon yang dihasilkan. Peningkatan emisi akan meningkatkan tingkat polusi di lingkungan dan akan berdampak buruk bagi kesehatan masyarakat. Memburuknya kesehatan masyarakat akan berakibat menurunnya produktivitas tenaga kerja sehingga tingkat produksi pun akan menurun. Dampak lingkungan inilah yang coba ditanggulangi oleh penggunaan Biodiesel.

3.2.5 Penetapan *Learning Points* (Poin Pembelajaran)

Langkah berikutnya dari tahap konseptualisasi model adalah penetapan *Learning Points* (Poin Pembelajaran). Poin pembelajaran perlu ditetapkan pada penelitian ini karena simulator yang dihasilkan bertujuan untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Poin pembelajaran inilah yang nantinya akan disampaikan kepada pemain.

Karena tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak berkelanjutan dari industri Biodiesel, maka poin pembelajaran dibagi menjadi 3 bagian meliputi faktor ekonomi, sosial, dan lingkungan. Selain itu, ditambahkan pula poin dari pengaruh industri Biodiesel terhadap ketersediaan energi di Indonesia.

Poin pembelajaran ditentukan dengan cara wawancara dengan pengembang model penelitian sebelumnya. Dari wawancara tersebut, didapatkan poin-poin apa saja yang dihasilkan oleh penelitian sebelumnya dan apa saja yang bisa dipahami dari pengguna model tersebut. Setelah melakukan wawancara, maka didapat poin pembelajaran sebagai berikut :

Tabel 3.1 Poin Pembelajaran (*Learning Points*) simulator

Poin Pembelajaran	Efek Ekonomi	Efek Sosial	Efek Lingkungan	Efek Energi
Pemahaman dampak penerapan industri Biodiesel terhadap aspek ekonomi, sosial, lingkungan, dan cadangan energi negara	•	•	•	•
Pemahaman perubahan kurs Rupiah mempunyai pengaruh yang tidak signifikan terhadap PDB dan produksi sektoral negara, tetapi berdampak	•	•		

signifikan terhadap jumlah pengangguran				
Pemahaman bahwa pelepasan subsidi BBM mempunyai pengaruh kecil terhadap kondisi perekonomian dan sosial negara	•	•		
Pemahaman bahwa industri Biodiesel dapat mengurangi jumlah emisi gas rumah kaca			•	
Pemahaman bahwa industri Biodiesel mampu mengurangi ketergantungan negara terhadap minyak bumi				•
Pemahaman bahwa investasi teknologi yang meningkat akan meningkatkan jumlah produksi secara signifikan	•	•		
Pemahaman bahwa perubahan harga minyak dunia cukup mempengaruhi jumlah produksi sektoral dan angka pengangguran negara	•	•		
Pemahaman bahwa peningkatan pada sektor ekonomi akan memberikan pengaruh positif pada sektor sosial dan permintaan energi, tetapi akan mengurangi	•	•	•	•

ketersediaan lahan lingkungan.				
--------------------------------	--	--	--	--

3.3 Formulasi Model

Tahap selanjutnya setelah konseptualisasi dalam pembuatan sebuah model simulasi adalah formulasi dari model tersebut. Pada penelitian ini, model simulasi didasarkan pada model BSM (Biodiesel Sustainability Model) yang mengacu pada model Treshold 21 (T21) Indonesia yang sudah dikembangkan pada penelitian terdahulu (Sutrisno, 2010). Karena tujuan pembuatan simulator pada penelitian ini berfungsi sebagai media pembelajaran, maka model simulasi tidak lagi dibangun dari awal, melainkan hanya merupakan simplifikasi atau penyederhanaan dari sebelumnya agar tujuan pembelajaran dari simulator dapat lebih mudah tersampaikan kepada pemain. Selain itu, pembuatan antarmuka (*User Interface*) simulator juga diperlukan agar pemain mendapat gambaran lebih mudah tentang model sehingga mereka bisa menjalankan model untuk mendapatkan hasil yang dituju. Oleh karena itu, pada penelitian ini, tahap formulasi model terbagi menjadi dua bagian utama yaitu simplifikasi atau penyederhanaan model dan pembuatan desain antarmuka simulator (*Simulator User Interface*).

3.3.1 Simplifikasi Model BSM (Biodiesel Sustainability Model)

Sesuai kutipan dari Sterman, pencipta metode Sistem Dinamis, “*All Models are Wrong*”. Oleh karena itu, formulasi setiap model sistem dinamis harus mempunyai model acuan terlebih dahulu. Pada penelitian ini, model yang dijadikan acuan adalah model simulasi BSM (Biodiesel Sustainability Model) yang sudah dikembangkan pada penelitian sebelumnya. Karena penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah simulator yang akan digunakan sebagai media pembelajaran dampak industri Biodiesel terhadap aspek keberlanjutan negara, maka model yang dibuat pada penelitian ini merupakan simplifikasi atau

penyederhanaan dari model BSM yang juga menghasilkan indikator-indikator keberlanjutan dari sebuah negara.

Model BSM dikembangkan sesuai dengan namanya, yaitu untuk menghasilkan indikator-indikator keberlanjutan sebuah negara terhadap penggunaan Biodiesel. Oleh karena itu, pembangunan modelnya juga terbagi menjadi lima (5) sektor utama, yaitu sektor Ekonomi, Sosial, Lingkungan, Permintaan Energi, dan Produksi Biodiesel. Berikut adalah penjabaran sektor dari formulasi *Stock-and-Flow Diagram* (SFD) model BSM :

- SFD untuk Sub-Model Ekonomi dibagi dalam 3 modul produksi, 1 modul investasi, 3 modul pemerintah, 1 modul perdagangan dan 1 modul harga relatif.
 - Modul Produksi Pertanian
 - Modul Produksi Industri
 - Modul Produksi Jasa
 - Modul Investasi
 - Modul Pendapatan Pemerintah
 - Modul Pengeluaran Pemerintah
 - Modul Neraca Pemerintah
 - Modul Perdagangan Internasional
 - Modul Harga Relatif
- SFD untuk Sub-Model Sosial Teknologi dibagi dalam 1 modul populasi, 1 modul teknologi, 1 modul pendidikan, 1 modul tenaga kerja, 1 modul rumah tangga, 1 modul distribusi pendapatan dan 1 modul harapan hidup
- SFD untuk Sub-Model Lingkungan hidup dibagi dalam 1 modul perubahan iklim, 1 modul air, 1 modul efek rumah kaca dan polusi dan 1 modul kehutanan
- SFD untuk Sub-Model energi dibagi dalam 4 modul permintaan energi, 1 modul biaya minyak bumi, 1 modul eksplorasi minyak bumi, 1 modul total kebutuhan energi
 - Modul Permintaan energi rumah tangga
 - Modul Permintaan energi Industri

- Modul Permintaan energi Jasa
- Modul permintaan energi transportasi
- Modul Eksplorasi Minyak Bumi
- Modul Biaya Minyak Bumi
- Modul Total Kebutuhan energi.
- SFD untuk sub-model biodiesel mencakup agregasi dari indikator untuk model mikro dalam jumlah produksi biodiesel, jumlah tenaga kerja yang diserap, jumlah pendapatan nominal, jumlah kontribusi pajak dan jumlah penggunaan lahan yang dibutuhkan.

Pada penelitian ini, model acuan BSM disimplifikasi menjadi sebuah model simulasi yang lebih sederhana. Tujuan dari penyederhanaan ini adalah untuk mengurangi kompleksitas dari model dengan menghilangkan variabel yang mempunyai hubungan lemah dan mengagregasi persamaan penyusun sebuah variabel. Berikut adalah bagian model yang disimplifikasi :

3.3.1.1 Simplifikasi Sub-Model Ekonomi

Pada model acuan, Sub-model ekonomi terbagi menjadi 3 modul yang terdiri dari 9 sub-modul. Modul Produksi terdiri dari tiga sub-modul, yakni industri, jasa, dan pertanian. Pada modul produksi pertanian, simplifikasi model yang dilakukan adalah mengeliminasi faktor ekstensi lahan pertanian. Hal ini dilakukan karena model simplifikasi mengasumsikan bahwa lahan tersedia untuk pertanian tidak bisa lagi ditambahkan karena faktor lingkungan. Oleh karena itu, salah satu variabel yang dipengaruhi oleh faktor ekstensi lahan pertanian, yaitu lahan panen, mengalami re-formulasi. Sementara itu untuk modul produksi industri dan jasa, formulasi *Stock-and-Flow Diagram* (SFD) nya tidak disimplifikasi. Berikut adalah daftar simplifikasi dan perbandingan antara model referensi BSM dan model penelitian :

Tabel 3.2 Tabel Simplifikasi Modul Produksi

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Modul Ekonomi		
Production Sector		
Industry	yes	Fully Representated

	Service	yes	Fully Representated
	Agriculture	yes	Variable 'Extension Effect on Agri Land' is not included since the extension was caused by the availability of Clean water level that is not presented in the simplified model

Tabel 3.3 Tabel Perbandingan Formulasi Modul Produksi

Variabel	Model Referensi	Model Simplifikasi
Produksi		
Harvested Area	Agri land in use, clean water level, crop intensity	Agri land in use, Crop intensity

Sementara itu modul pemerintah terbagi menjadi tiga sub-modul, yaitu modul neraca pemerintah, modul pengeluaran pemerintah, dan modul penerimaan pemerintah. Pada model penelitian ini, modul pengeluaran pemerintah mengalami simplifikasi dengan dieliminasi variabel anggaran pertahanan dan dan anggaran lain-lain. Hal ini dimaksudkan karena model penelitian ingin lebih memfokuskan pengeluaran pemerintah pada bidang-bidang yang menjadi indikator keberlanjutan suatu negara, yaitu aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Sementara itu modul pendapatan pemerintah juga mengalami simplifikasi dengan dihilangkannya faktor *Carbon Tax* atau pajak karbon. Pajak karbon adalah suatu rencana kebijakan pemerintah untuk mengenakan pajak pada pihak industri yang menghasilkan jumlah emisi karbon diatas batas minimum yang telah ditentukan. Hal ini diharapkan akan mendorong pihak-pihak yang mengeluarkan emisi karbon dalam jumlah besar untuk mengurangi emisi yang dihasilkannya dan mengalihkan bahan bakar nya dari bahan bakar fossil ke bahan bakar nabati, dalam kasus ini, Biodiesel. Kebijakan ini rencananya akan mulai diterapkan di Indonesia pada tahun 2014. Faktor pajak karbon dieliminasi dari model penelitian karena pada model referensi BSM, pajak karbon hanya berpengaruh terhadap pendapatan pajak pemerintah, dan tidak mempunyai hubungan yang bisa menunjukkan terjadinya perubahan preferensi penggunaan dari Solar ke Biodiesel. Sementara

itu model neraca pemerintah tidak mengalami simplifikasi. Berikut adalah daftar simplifikasi dan perbandingan antara model referensi BSM dan model penelitian, beserta formulasi SFD dari masing-masing sub-modul :

Tabel 3.4 Tabel Simplifikasi Modul Pemerintah

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Modul Ekonomi		
Government Sector		
Government Expenditure	√	Government Defense and Other expenditure is neglected because the simplified model focuses on sustainability (economic, social, environment) aspect
Government Debt	√	Fully Representated
Government Revenue	√	Carbon Tax Revenue is neglected since it hasn't been established in the current condition
Government Balance	√	Fully Representated

Tabel 3.5 Tabel Perbandingan Formulasi Modul Pemerintah

Variabel	Model Referensi	Model Simplifikasi
Pemerintah		
Government Expenditure	Education, Environment, Healthcare, Economic, Defense, Energy subsidy, Debt, Others	Education, Environment, Healthcare, Economic, Energy subsidy, Debt
Sectoral Taxes and Goods and Services	Nominal Sectoral Production, Initial Sectoral taxes, Time to collect taxes, Fuel taxes, Carbon tax	Nominal Sectoral Production, Initial Sectoral taxes, Time to collect taxes, Fuel taxes

Sementara itu, modul investasi, modul perdagangan internasional, dan modul harga relatif tidak mengalami simplifikasi karena dianggap sudah merepresentasikan variabel-variabel yang signifikan dalam pembangunan berkelanjutan sebuah negara.

3.3.1.2 Simplifikasi Sub-Model Sosial

Pada model acuan, Sub-model Sosial Teknologi terbagi menjadi 1 modul populasi, 1 modul teknologi, 1 modul pendidikan, 1 modul tenaga kerja, 1 modul rumah tangga, 1 modul distribusi pendapatan dan 1 modul harapan hidup. Pada modul distribusi pendapatan, faktor laju Urbanisasi dieliminasi dikarenakan model penelitian tidak mempertimbangkan faktor urbanisasi sebagai faktor yang mempunyai hubungan kuat dengan terhadap faktor pendapatan masyarakat. Selain itu pada modul teknologi, variabel pengaruh teknologi dunia juga dieliminasi karena model penelitian ingin berfokus kepada peningkatan indeks teknologi yang dipengaruhi oleh penambahan modal. Berikut adalah daftar simplifikasi dan perbandingan antara model referensi BSM dan model penelitian :

Tabel 3.6 Tabel Simplifikasi Sub-Model Sosial Teknologi

Modul		Disertakan	Catatan Asumsi
Social-Technology Module			
Population Sector			
	Population	yes	Variable 'Population Density' is not included since the simplified model does not need to produce that outcome
	Life Expectancy	yes	Fully Representated
Education Sector		yes	Fully Representated
Labor Sector		yes	Fully Representated
Household Sector		yes	Fully Representated
Poverty Sector			
	Income Distribution	yes	Variable 'Urbanisation Rate' is not included since the simplified model assume that urbanisation has little effect on changing the growth rate of Income Class Size Variable 'Income Distribution' and all its supporting variables are not included since the simplified model does not want to produce that outcome

Technology Sector			
	Technology	yes	Variable 'ROW effect on technology' is neglected because the simplified model wants to focus the Technology intensity based on Capital/Investment

Tabel 3.7 Tabel Perbandingan Formulasi Sub-Model Sosial Teknologi

Variabel	Model Referensi	Model Simplifikasi
Distribusi Pendapatan		
Growth Rate	Income Class size, Urbanisation rate, Agri labor demand, Industrial labor demand, Service employed	Income Class size, Agri labor demand, Industrial labor demand, Service employed
Teknologi		
Technology	Tech multiplier, tech investment, ROW tech effect, Education index	Tech multiplier, Tech investment, Education index

Sementara itu modul pendidikan, modul tenaga kerja, modul rumah tangga, dan modul populasi tidak mengalami simplifikasi karena dianggap sudah merepresentasikan variabel-variabel yang signifikan dalam pembangunan berkelanjutan sebuah negara.

3.3.1.3 Simplifikasi Sub-Model Lingkungan

Pada model acuan, Sub-model Lingkungan hidup terbagi menjadi 1 modul perubahan iklim, 1 modul air, 1 modul efek rumah kaca dan polusi dan 1 modul kehutanan. Pada sub-model Lingkungan hidup, tidak semua modul digunakan pada model penelitian ini. Modul air dan modul perubahan iklim tidak disertakan kembali dikarenakan model penelitian ini tidak ingin mengeluarkan indikator yang dihasilkan oleh kedua modul tersebut. Selain itu, pada modul efek rumah kaca dan polusi, variabel Jejak karbon dieliminasi dikarenakan indikator tersebut bukan indikator yang ingin dihasilkan oleh model penelitian ini. Berikut adalah

daftar simplifikasi dan perbandingan antara model referensi BSM dan model penelitian :

Tabel 3.8 Tabel Simplifikasi Sub-Model Lingkungan

Modul		Disertakan	Catatan dan Asumsi
Environment Module			
Land Sector			
	Forestry	yes	Fully Representated
Water Sector			
		no	
Emission Sector			
	Greenhouse gas emission and footprints	yes	Variable 'Carbon Footprints' and 'National Footprints' and all its supporting variables are not included since the simplified model does not want to produce those output
Sustainability Sector			
	Indonesia Climate Change	no	

3.3.1.4 Simplifikasi Sub-Model Permintaan Energi

Pada model acuan, Sub-model energi terbagi menjadi 4 modul permintaan energi, 1 modul biaya minyak bumi, 1 modul eksplorasi minyak bumi, 1 modul total kebutuhan energi. Pada setiap sub-modul pada modul permintaan energi, variabel 'indikasi permintaan energi' dan 'permintaan energi ter-normalisasi' dieliminasi dari model penelitian karena penelitian ini tidak memerlukan jumlah permintaan energi terindikasi. Begitu pula dengan variabel 'permintaan energi ter-normalisasi', yang hanya digunakan untuk menghitung intensitas permintaan energi berdasarkan GDP, dimana nilai tersebut tidak diperlukan dalam penelitian ini. Berikut adalah daftar simplifikasi dan perbandingan antara model referensi BSM dan model penelitian :

Tabel 3.9 Tabel Simplifikasi Sub-Model Lingkungan

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Energy Demand and Supply Module		
Energy Demand Sector		
Industrial Energy Demand	yes	Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy demand for the forthcoming year
		Variable 'Normalized Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate GDP intensity per energy source
Residential Energy Demand	yes	Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy demand for the forthcoming year
		Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy demand for the forthcoming year
Commercial Energy Demand	yes	Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy demand for the forthcoming year
		Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy

			demand for the forthcoming year
	Transportation Energy Demand	yes	Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy demand for the forthcoming year
			Variable 'Total Indicated Energy Demand' and all its supporting variables per energy source are not included in the simplified model since it does not want to calculate indicated energy demand for the forthcoming year

Tabel 3.10 Tabel Perbandingan Formulasi Sub-modul Permintaan Energi

Variabel	Model Referensi	Model Simplifikasi
Permintaan Energi Industri		
Industrial Coal Demand	Coal Price Substitutability, Industrial Elasticity of Coal Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Industrial Coal Demand	Coal Price Substitutability, Industrial Elasticity of Coal Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Industrial Coal GDP intensity
Industrial Natural Gas Demand	Natural gas Substitutability, Industrial Elasticity of Natural Gas Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Industrial Natural Gas Demand	Natural gas Substitutability, Industrial Elasticity of Natural Gas Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Industrial Natural Gas GDP intensity
Industrial Electricity Demand	Electricity Substitutability, Industrial Elasticity of Electricity Demand to Price, Time To Adapt	Electricity Substitutability, Industrial Elasticity of Electricity Demand to Price, Time To Adapt Demand

	Demand To Price Changes, Indicated Industrial Electricity Demand	To Price Changes, Industrial Electricity GDP intensity
Industrial Petroleum Demand	Oil Price Subtitutability, Industrial Elasticity of Oil Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Industrial Petroleum Demand	Oil Price Subtitutability, Industrial Elasticity of Oil Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Industrial Petroleum GDP intensity
Permintaan Energi Residensial		
Residential LPG Demand	LPG Price Subtitutability, Residential Elasticity of LPG Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Residential LPG Demand	LPG Price Subtitutability, Residential Elasticity of LPG Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Residential LPG GDP Intensity
Residential Natural Gas Demand	Natural Gas Price Subtitutability, Residential Elasticity of Natural Gas Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Residential Natural Gas Demand	Natural Gas Price Subtitutability, Residential Elasticity of Natural Gas Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Residential Natural Gas GDP Intensity
Residential Electricity Demand	Electricity Price Subtitutability, Residential Elasticity of Electricity Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Residential Electricity Demand	Electricity Price Subtitutability, Residential Elasticity of Electricity Demand to Coal Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Residential Electricity GDP Intensity
Residential Petroleum Demand	Oil Price Subtitutability, Residential Elasticity of Oil Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Residential Petroleum Demand	Oil Price Subtitutability, Residential Elasticity of Oil Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Residential Petroleum GDP Intensity
Permintaan Energi Komersil		
Commercial LPG	LPG Price Subtitutability,	LPG Price Subtitutability,

Demand	Commercial Elasticity of LPG Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Commercial LPG Demand	Commercial Elasticity of LPG Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Commercial LPG GDP Intensity
Commercial Natural Gas Demand	Natural Gas Price Subtitutability, Commercial Elasticity of Natural Gas Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Commercial Natural Gas Demand	Natural Gas Price Subtitutability, Commercial Elasticity of Natural Gas Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Commercial Natural Gas GDP Intensity
Commercial Electricity Demand	Electiricty Price Subtitutability, Commercial Elasticity of Electricity Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Commercial Electricity Demand	Electiricty Price Subtitutability, Commercial Elasticity of Electricity Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Commercial Electricity GDP Intensity
Commercial Petroleum Demand	Oil Price Subtitutability, Commercial Elasticity of Oil Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Indicated Commercial Petroleum Demand	Oil Price Subtitutability, Commercial Elasticity of Oil Demand to Price, Time To Adapt Demand To Price Changes, Commercial Petroleum GDP Intensity

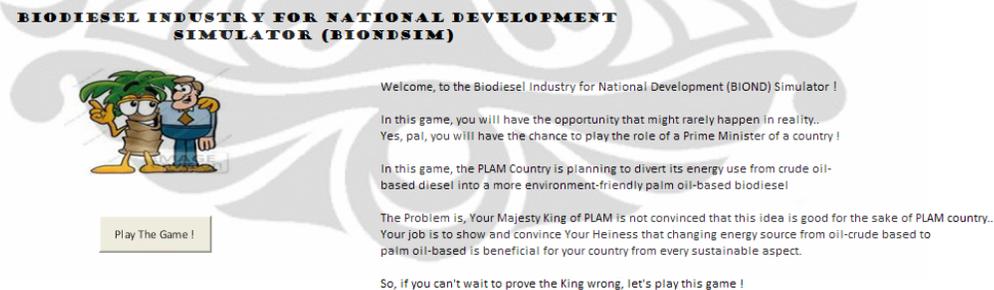
3.3.1.5 Simplifikasi Sub-Model Biodiesel

Pada model acuan, sub-model biodiesel mencakup agregasi dari indikator untuk model mikro dalam jumlah produksi biodiesel, jumlah tenaga kerja yang diserap, jumlah pendapatan nominal, jumlah kontribusi pajak dan jumlah penggunaan lahan yang dibutuhkan. Tetapi karena model mikro tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini, maka semua angka yang dihasilkan oleh sub-model Biodiesel adalah angka yang dihasilkan dengan menjalankan simulasi pada model acuan dan angka tersebut dijadikan input eksternal pada model penelitian. Pada sub-model biodiesel tidak dilakukan simplifikasi, tetapi terjadi reformulasi dari input sumber sub-model.

3.3.2 Perancangan Desain Antarmuka (*Interface*) Simulator

Dalam pembuatan sebuah simulator, perancangan desain antarmuka adalah langkah yang krusial. Hal ini dikarenakan desain antarmuka akan menentukan sejauh mana pemain dapat memahami inti dari poin pembelajaran yang akan diajarkan kepada mereka. Desain antarmuka merupakan media atau tempat untuk menunjukkan variabel-variabel yang harus diperhatikan oleh pemain, baik variabel yang merupakan input ataupun variabel yang akan dijadikan output. Oleh karena itu, pembuatan desain antarmuka simulator pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian utama, yakni halaman antarmuka untuk memasukkan keputusan (input) dan halaman antarmuka untuk menunjukkan hasil simulasi (output). Selain 2 bagian utama tersebut, terdapat juga halaman lain yang menunjukkan informasi dari simulator.

Ketika memulai simulator, maka halaman antarmuka pertama yang akan ditemui pemain adalah halaman pendahuluan (intro). Pada halaman pendahuluan, pemain akan mendapatkan informasi singkat tentang simulator dan tujuan dari simulator. Berikut adalah tampilan dari halaman pendahuluan simulator :



Gambar 3.10 Tampilan halaman antarmuka pendahuluan (intro)

Pada halaman antarmuka terdapat tombol untuk memulai simulasi. Setelah diberikan penjelasan singkat tentang simulator, pemain dapat menekan tombol tersebut untuk memulai simulasi dan memasukkan keputusan.

Biodiesel Industry on National Development Simulator (BIONDSIM)

Scenario: Without Biodiesel, With Biodiesel

External Variable: Rp-USD Exchange Rate: 8900, Inflation Rate: 0.06

Oil Price: Reference Price, Lihat

Government Policy: Subsidized Price: 4500, Education Spending Portion: 20, Investment on Technology: 5, Lumber Productivity: 35, Human Planting: 30000

Initial Decision: Solar Price: 4500, Education Expenditure: 20, Technology Investment: 5, Inflation Rate: 0.06, Rp-USD Exchange Rate: 8900

Control: SUBMIT, Play Again

Gambar 3.11 Tampilan halaman antarmuka input keputusan

Halaman antarmuka input keputusan terbagi menjadi 3 bagian utama, yaitu bagian untuk pengambilan keputusan, bagian untuk menunjukkan keputusan yang sudah diambil, dan bagian pengendalian untuk menjalankan simulasi. Pada bagian pengendalian, tombol yang tersedia memang tidak secara langsung dapat menjalankan simulasi, tetapi dapat memfasilitasi pengguna untuk mengunci dan membuka kotak input keputusan sebelum dan sesudah simulasi.

Pada bagian input keputusan, terdapat 4 jenis keputusan yang bisa diambil. Yang pertama adalah input keputusan utama, yakni keputusan untuk mengembangkan industri biodiesel atau tidak. Keputusan ini berupa *switch* yang menentukan apakah penggunaan biodiesel diperhitungkan dalam melakukan simulasi. Kemudian yang kedua adalah input nilai variabel eksternal pada simulasi. Nilai variabel eksternal yang terdapat pada simulasi adalah nilai kurs Rupiah terhadap Dollar US dan laju inflasi per tahun. Keputusan ketiga adalah penetapan skenario harga minyak dunia. Pemain dapat memilih dari 3 skenario harga minyak dunia, yakni skenario harga tinggi, skenario harga rendah, atau skenario dari proyeksi harga yang berlaku saat ini. Keputusan terakhir adalah kebijakan inisiatif dari pemerintah. Terdapat 5 jenis inisiatif pada keputusan ini, yakni inisiatif pelepasan subsidi solar, besar porsi anggaran pendidikan negara, porsi investasi pada teknologi, laju produktivitas pembukaan lahan, dan skenario

laju penanaman hutan kembali. Berikut adalah tampilan dari bagian input keputusan :

The image shows a decision-making interface with four distinct sections, each with a colored header and a white background for the input fields. The sections are:

- Scenario:** A purple header section containing two radio button options: "Without Biodiesel" (unselected) and "With Biodiesel" (selected).
- External Variable:** A red header section containing two input fields: "Rp-USD Exchange Rate" with the value "8900" and the unit "Rupiah/USD", and "Inflation Rate" with the value "0.06" and the unit "per tahun".
- Oil Price:** A yellow header section containing a dropdown menu labeled "Reference Price".
- Government Policy:** An orange header section containing five input fields:
 - "Solar Price" with a dropdown menu set to "Subsidized Price", a value of "4500", and the unit "Rupiah/Liter".
 - "Education Spending Portion" with a value of "20" and the unit "Persen".
 - "Investment on Technology" with a value of "5" and the unit "Persen".
 - "Lumber Productivity" with a dropdown menu set to "Normal Productiv", a value of "35", and the unit "m3/ha".
 - "Human Planting" with a dropdown menu set to "Normal Rate", a value of "30000", and the unit "ha/yr".

Gambar 3.12 Tampilan halaman antarmuka pengambilan keputusan

Setelah pemain memasukkan keputusan mereka, keputusan tersebut dapat dilihat di bagian yang menunjukkan keputusan pemain pada simulator.

Initial Decisic	
Gasoline Price	4500 Rupiah/Liter
Education Expenditure	20 Persen
Technology Investment	5 Persen
Inflation Rate	0.06 per tahun
Rp-USD Exchange Rate	8900 Rupiah/USD

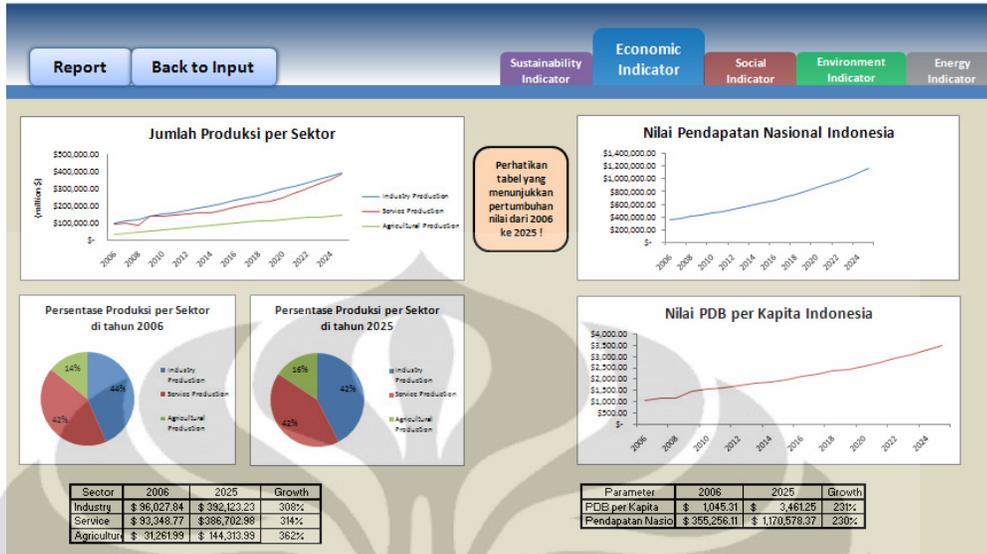
Gambar 3.13 Tampilan halaman antarmuka penunjuk keputusan

Setelah keputusan dimasukkan, maka pemain bisa menjalankan simulasi. Setelah simulasi dijalankan, pemain dapat melihat hasil umum dari simulasi pada bagian hasil simulasi di halaman antarmuka input keputusan. Namun, hanya beberapa indikator utama yang terdapat pada bagian tersebut. Pada bagian atas halaman input keputusan, terdapat tombol yang dapat mengarahkan pemain ke halaman output per sektor jika pemain ingin melihat hasil simulasi yang lebih detail dari masing-masing sektor.

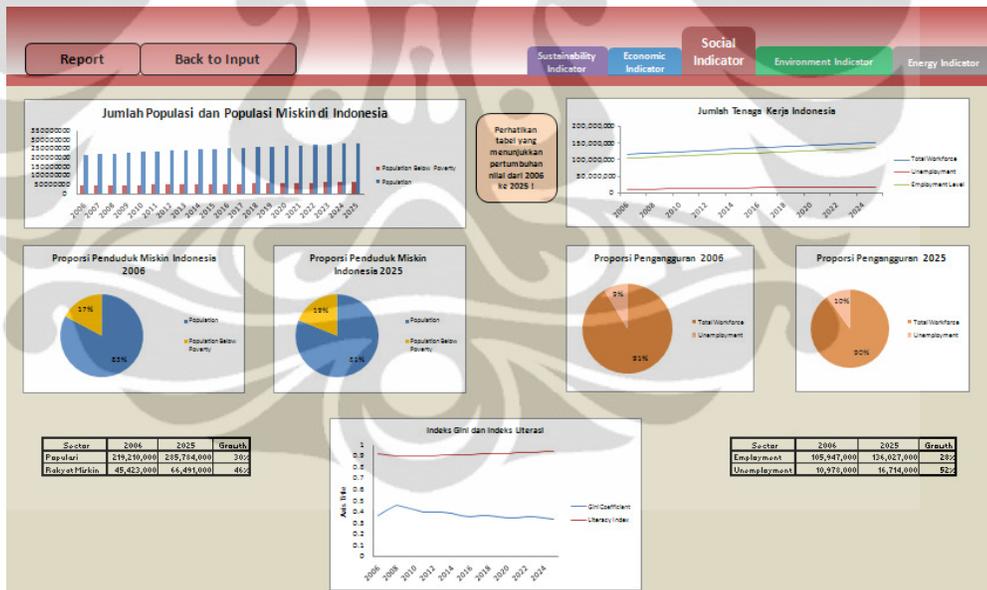


Gambar 3.14 Pilihan menu pada halaman input untuk melihat hasil simulasi

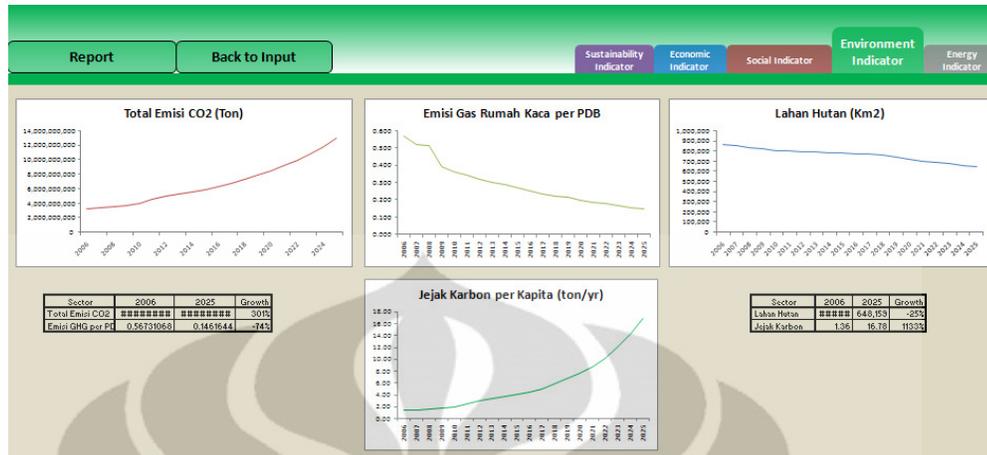
Setelah simulasi dijalankan, maka langkah selanjutnya adalah menunjukkan hasil dari simulasi pada halaman antarmuka output simulasi. Sesuai dengan tujuan penelitian untuk menunjukkan dampak dari penerapan industri biodiesel pada aspek berkelanjutan suatu negara (ekonomi, sosial, dan lingkungan), maka halaman antarmuka output simulasi juga dibagi menjadi sektor-sektor tersebut ditambah dengan sektor energi. Berikut adalah tampilan antarmuka output simulasi per sektor :



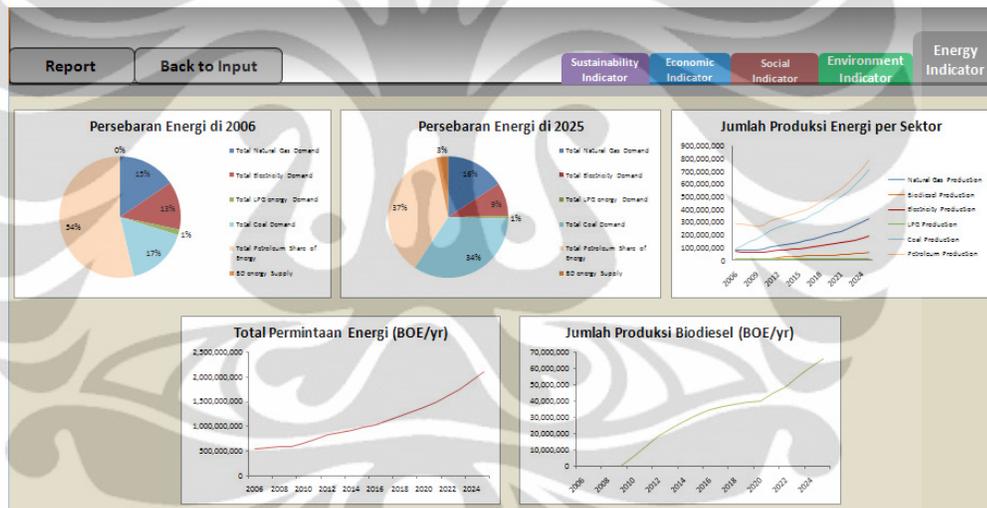
Gambar 3.15 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor ekonomi



Gambar 3.16 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor sosial



Gambar 3.17 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor lingkungan



Gambar 3.18 Tampilan halaman antarmuka output simulasi sektor energi

3.4 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat dapat merepresentasikan kondisi yang sebenarnya. Pada penelitian ini, verifikasi dan validasi model dibandingkan dengan model referensi dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

3.4.1 Verifikasi Model

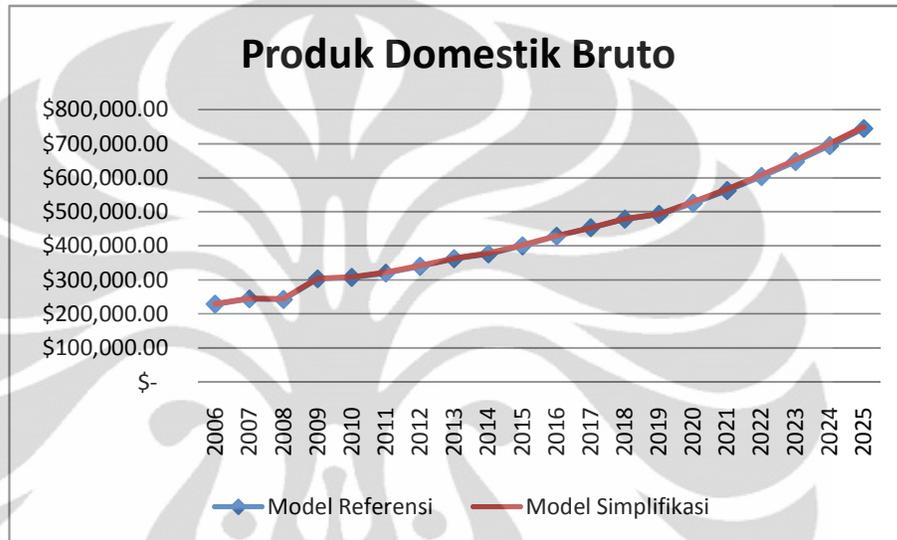
Secara umum, verifikasi dilakukan pada semua variabel pada model. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan karakteristik perubahan nilai dari setiap variabel yang dihasilkan pada model simulasi dengan nilai aktual pada keadaan sebenarnya. Pada penelitian ini, karena model penelitian dibuat berdasarkan model referensi dari penelitian sebelumnya, maka verifikasi dilakukan dengan membandingkan nilai variabel yang dihasilkan pada model penelitian dengan nilai yang dihasilkan oleh model referensi. Variabel-variabel yang dilakukan verifikasi antara lain adalah:

- Dari Sub-Model Ekonomi :
 - Nilai Produksi Domestik Bruto
- Dari Sub-Model Sosial-Teknologi :
 - Populasi Indonesia
- Dari Sub-Model Lingkungan :
 - Total Lahan Hutan
- Dari Sub-Model Energi
 - Total Permintaan Energi

Semua variabel yang disebutkan adalah variabel variabel yang berpengaruh dan merupakan indikator yang akan diperbandingkan hasilnya, oleh karena itu verifikasi terhadap nilai nilai keluaran dari variabel tersebut menjadi sangat penting.

- Verifikasi nilai Produk Domestik Bruto (PDB)

Tabel 3.11 Tabel Verifikasi nilai PDB

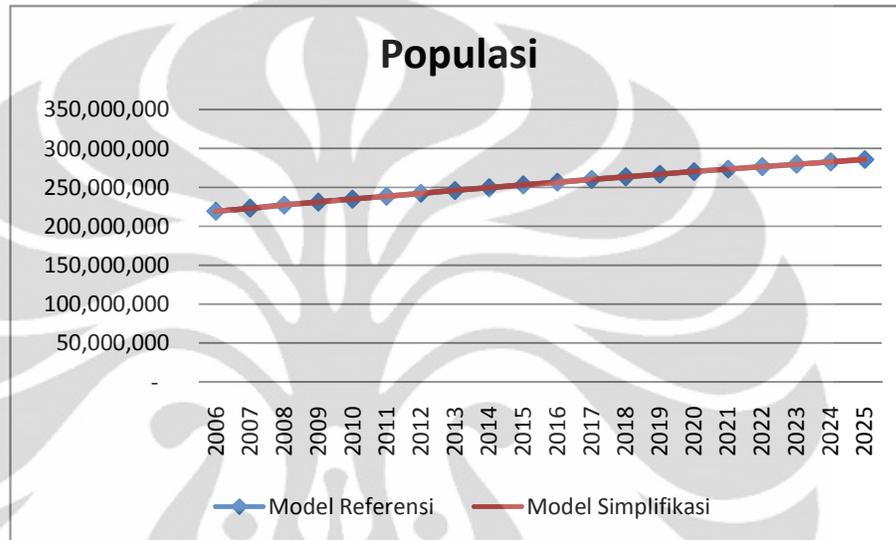


Gambar 3.19 Perbandingan Struktur nilai PDB

Pada variabel ini terlihat juga bahwa nilai perbedaan hasil atau error tidak signifikan sehingga pada variabel sektor ini dapat dikatakan sudah terverifikasi, sedangkan grafik juga menunjukkan bahwa perilaku yang dihasilkan model simplifikasi dengan model referensi serupa dan cenderung berhimpit.

- Verifikasi jumlah Populasi

Tabel 3.12 Tabel Verifikasi jumlah Populasi

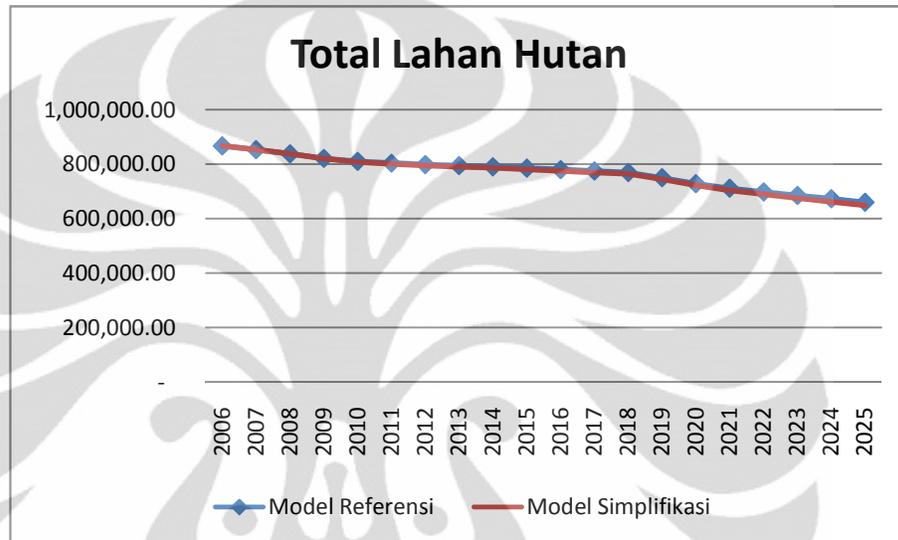


Gambar 3.20 Perbandingan Struktur jumlah populasi

Nampak pada Tabel diatas bahwa perbedaan antara model yang disimplifikasi dengan model referensi tidak memiliki perbedaan yang signifikan, sehingga model masih bisa dikatakan terverifikasi, sedangkan grafik juga menunjukkan perilaku yang sama terhadap model referensi.

- Verifikasi Jumlah Lahan hutan

Tabel 3.13 Tabel Verifikasi Total lahan hutan

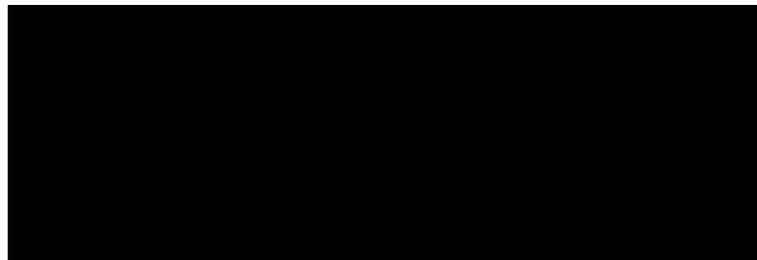


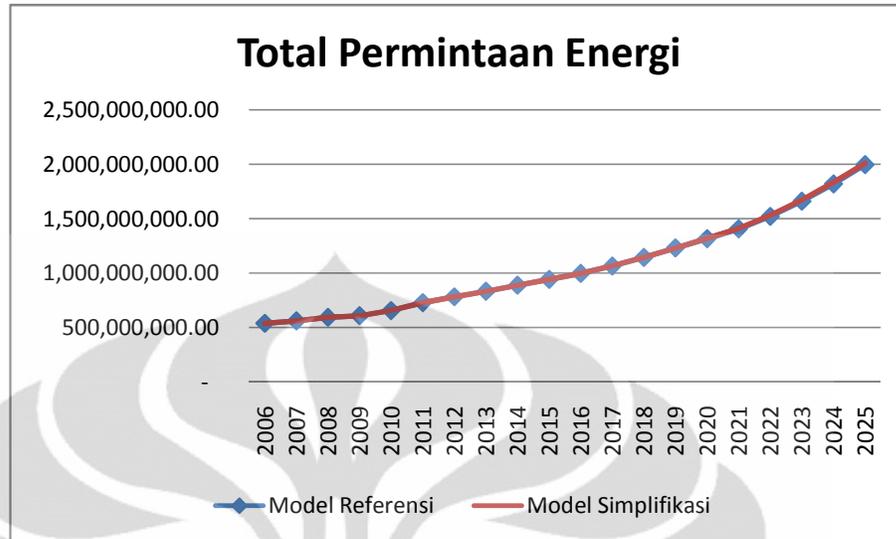
Gambar 3.21 Perbandingan Struktur total lahan hutan

Nampak pada tabel 3.13 bahwa perbedaan hasil antara model referensi dengan model simplifikasi tidaklah berbeda jauh, dengan deviasi pada kisaran dibawah 5% maka model ini masih bisa diterima terverifikasi.

- Verifikasi Total Permintaan Energi

Tabel 3.14 Tabel Verifikasi Total permintaan energi





Gambar 3.22 Perbandingan Struktur total permintaan energi

Nampak pada tabel 3.14 bahwa perbedaan hasil antara model referensi dengan model penelitian yang disimplifikasi tidaklah berbeda jauh, dengan deviasi pada kisaran dibawah 5% maka model ini masih bisa diterima terverifikasi.

3.4.2 Validasi Model

Validasi dilakukan untuk menilai apakah suatu model dapat dianggap memberikan gambaran yang benar mengenai sebuah sistem dan hasilnya. Validasi dilakukan melalui beberapa tes seperti yang telah dijelaskan pada Bab 2, tetapi pada penelitian ini tidak semua metode validasi dilakukan. Beberapa metode validasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- **Kecukupan Batasan**

Tujuan dari dibuatnya model simulasi ini adalah untuk mensimulasikan pemenuhan target jangka panjang biodiesel nasional. Dalam hal ini, batasan yang ditetapkan penulis adalah aspek-aspek yang berkaitan dengan target suplai biodiesel yang ingin dicapai dengan mengacu kepada batasan struktur sistem yang telah dibuat dalam *system*

diagram pada bab sebelumnya, yang mana dibuat berdasarkan pemahaman yang diperoleh dari jurnal penelitian dan kondisi yang berlaku di Indonesia. Dalam hal ini, unsur-unsur di luar itu, seperti korupsi, bencana alam dan terorisme tidak diperhitungkan di dalam model ini.

- **Penilaian Struktur**

Model yang dibuat sudah memiliki struktur yang relevan dengan sistem dan konsep permasalahan yang ada. Hal ini dapat dilihat dari kesesuaian antara model simulasi yang dibuat dengan *causal loop diagram* dengan *system diagram* sebagai kerangkanya.

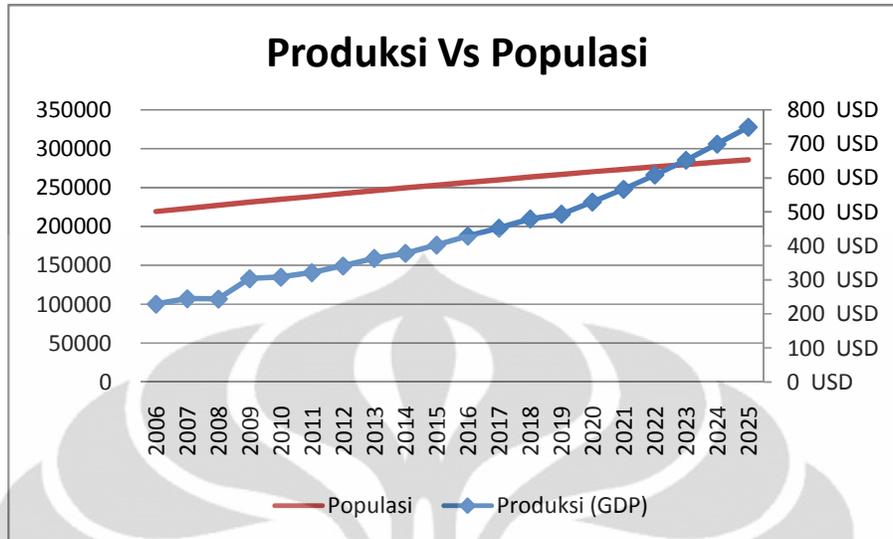
- **Konsistensi Dimensi**

Model simulasi sistem dinamis pemenuhan target jangka panjang biodiesel nasional ini dibuat dengan bantuan aplikasi Powersim Studio 2005 yang menuntut adanya konsistensi dalam dimensi yang digunakan agar simulasi dapat berjalan. Karena model simulasi ini dapat berjalan, maka secara otomatis konsistensi dimensinya telah teruji.

- **Reproduksi Perilaku**

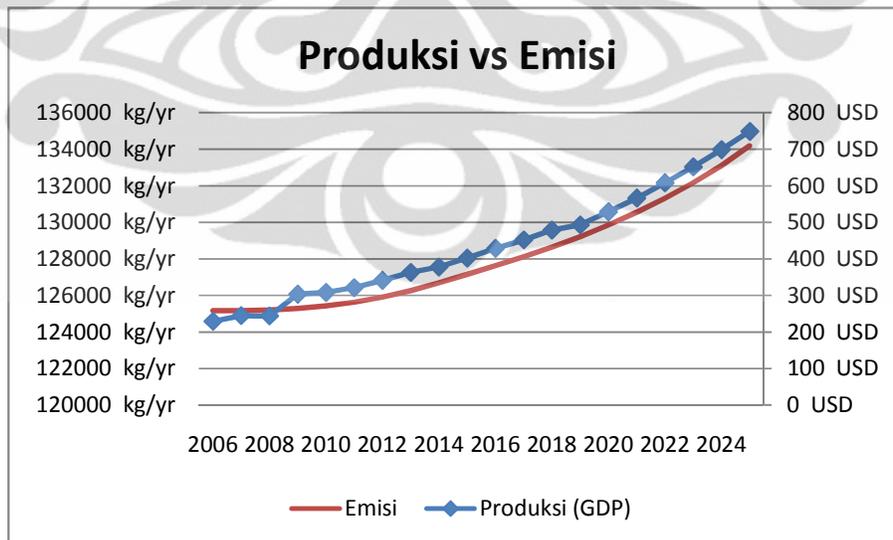
Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah model simulasi yang dibuat menghasilkan perilaku yang penting atau perilaku sederhana dari sistem sesuai dengan yang terjadi pada kondisi nyata. Di dalam pengujian ini, perilaku-perilaku yang ingin diteliti antara lain adalah sebagai berikut:

- Pengaruh peningkatan nilai nominal produksi terhadap emisi gas rumah kaca, secara teoritis berdasarkan studi literatur dan pengembangan CLD yang sudah dibuat, jumlah produksi akan meningkatkan emisi gas rumah kaca.
- Pengaruh peningkatan nilai produksi dengan jumlah populasi. Dimana secara teoritis peningkatan jumlah produksi akan meningkatkan jumlah pendapatan masyarakat dan investasi untuk kesehatan yang dapat meningkatkan jumlah populasi secara keseluruhan.



Gambar 3.23 Grafik perbandingan nilai produksi dan jumlah populasi

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya tingkat produksi masyarakat, yang ditandai dengan nilai Produk Domestik Bruto (PDB), maka jumlah populasi juga ikut meningkat. Hal ini sesuai dengan penggambaran mental model di CLD yang mengatakan bahwa jumlah populasi akan beranjak sesuai dengan beranjaknya nilai produksi.



Gambar 3.24 Grafik perbandingan nilai produksi dan jumlah emisi

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya tingkat produksi masyarakat, yang ditandai dengan nilai Produk Domestik Bruto (PDB), maka jumlah emisi yang dihasilkan juga ikut meningkat. Hal ini sesuai dengan penggambaran di mental model CLD dimana peningkatan produksi akan menghasilkan tingkat emisi yang lebih besar karena penggunaan energi, khususnya minyak bumi (bahan bakar fossil) yang semakin tinggi.



BAB 4

ANALISA

Setelah simulator selesai dikembangkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisa apakah simulator sudah layak untuk dijadikan sebagai sebuah media pembelajaran. Untuk dapat mengetahui hal tersebut, maka dilakukan sebuah *Proof of Concept* (POC) atau yang lebih dikenal dengan *Pilot Testing* (Tes Percobaan). Pada *Pilot Testing* ini, simulator diujikan kepada beberapa mahasiswa untuk dapat mengetahui apakah poin pembelajaran yang ingin disampaikan oleh simulator dapat diterima oleh mahasiswa tersebut.

4.1 Tes Percobaan

Sebelum tes percobaan dilakukan, perlu dibuat terlebih dahulu sebuah petunjuk penggunaan dari simulator. Petunjuk penggunaan ini dibuat dalam bentuk video dan memuat semua informasi tentang simulator yang dibutuhkan oleh pengguna dan langkah-langkah untuk menggunakannya.

Setelah petunjuk penggunaan selesai dibuat, maka tes percobaan dapat dilakukan. Dalam tes percobaan ini, simulator diujikan kepada 8 orang mahasiswa Teknik Industri UI angkatan 2007. Sebelum mencoba simulator, 8 orang mahasiswa tersebut diberikan penjelasan singkat tentang tujuan pembuatan simulator dan dipertunjukkan video cara penggunaan simulator. Setelah mendapatkan pemahaman cukup tentang simulator, mahasiswa-mahasiswa tersebut diberikan kesempatan untuk mencoba-coba simulator tersebut selama 30 menit. Kemudian, di akhir sesi mereka diberikan sebuah lembar refleksi berisi 10 pertanyaan yang telah disesuaikan dengan poin pembelajaran yang telah ditetapkan sebelumnya dan kolom saran untuk simulator kedepannya. Lembar refleksi bisa dilihat pada lampiran. Berikut adalah pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada lembar refleksi untuk mencapai poin pembelajaran :

Tabel 4.1 Pertanyaan lembar refleksi

	Memahami dampak Industri Biodiesel pada aspek ekonomi suatu negara	Memahami dampak Industri Biodiesel pada aspek sosial suatu negara	Memahami dampak Industri Biodiesel pada aspek lingkungan suatu negara	Memahami dampak penerapan Biodiesel pada aspek energi suatu negara
Bagaimanakah hubungan penerapan industri biodiesel dengan pertumbuhan produksi di Indonesia ? Sektor produksi manakah yang mengalami perubahan paling signifikan ?	•			
Bagaimana dampak penggunaan biodiesel terhadap pengeluaran emisi gas rumah kaca per PDB ?			•	
Apa pengaruh penggunaan biodiesel terhadap persebaran penggunaan energi di Indonesia, apakah ketergantungan indonesia terhadap minyak bumi berkurang ?				•
Bagaimana pengaruh perubahan harga minyak dunia pada produksi sektoral dan jumlah pengangguran di Indonesia ?	•	•		

Bagaimana hubungan tingkat pendapatan masyarakat terhadap angka jumlah populasi ?	•	•		
Apakah investasi pada teknologi mempunyai dampak signifikan terhadap produksi pada tiap sektor ?	•	•		
Bagaimana pengaruh kurs rupiah terhadap jumlah pengangguran di Indonesia ?		•		
Bagaimanakah hubungan antara produksi dengan permintaan energi ?	•			•
Asumsikan industri biodiesel berjalan sesuai rencana, bagaimana hubungan kebijakan penanaman hutan kembali terhadap ekosistem Indonesia, apakah dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan biodiesel ?			•	
Faktor apakah yang paling mempengaruhi pertumbuhan produksi dan GDP di Indonesia ?	•	•		

4.2 Hasil Tes Percobaan

Dari percobaan yang dilakukan, semua mahasiswa yang mencoba simulator berhasil untuk memahami hampir semua poin pembelajaran yang ingin disampaikan oleh simulator tersebut. Hal ini dapat diketahui dari pertanyaan pada lembar refleksi. Rata-rata mereka berhasil menjawab 8 sampai 9 pertanyaan mengenai poin pembelajaran setelah mencoba simulator tersebut.

Tabel 4.2 Hasil Tes Percobaan Simulator

	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Soal 6	Soal 7	Soal 8	Soal 9	Soal 10
Mahasiswa 1	√	√	X	√	√	√	√	√	√	X
Mahasiswa 2	√	√	X	√	√	√	√	√	√	√
Mahasiswa 3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Mahasiswa 4	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Mahasiswa 5	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Mahasiswa 6	X	√	√	√	√	√	X	√	√	√
Mahasiswa 7	√	√	√	√	√	√	√	√	X	√
Mahasiswa 8	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Dari lembar refleksi, didapat hasil bahwa 2 orang mahasiswa berhasil mendapat seluruh poin pembelajaran yang terdapat di simulator, 4 orang mahasiswa mendapat 9 dari 10 poin pembelajaran, dan 2 orang mahasiswa lagi mendapat 8 dari 10 poin pembelajaran. Dari hasil tersebut, bisa dilihat bahwa penggunaan simulator telah mampu membuat mahasiswa untuk mendapatkan poin pembelajaran yang ingin disampaikan kepada mereka.

Dari hasil tes percobaan tersebut diketahui bahwa poin pembelajaran 1, mengenai dampak penerapan industri biodiesel terhadap produksi sektoral,

merupakan poin yang paling sulit dipahami oleh mahasiswa dengan 3 orang mahasiswa gagal untuk menjawab pertanyaan tersebut. Setelah dianalisa lebih lanjut, mahasiswa kesulitan untuk melihat dampak dari penerapan industri biodiesel dikarenakan ketidaktelitian mereka dalam membaca hasil dari simulasi. Ketika ditanya sektor produksi mana yang mengalami perubahan paling signifikan dari penerapan industri biodiesel, ketiga mahasiswa tersebut menjawab sektor industri, padahal hasil simulasi menunjukkan bahwa industri agrikultur lah yang mengalami perubahan paling signifikan. Mereka salah dalam menjawab pertanyaan tersebut dikarenakan mereka hanya melihat besar pertumbuhan sektor produksi dari tahun 2006 sampai tahun 2025 saja, padahal tugas dari pertanyaannya adalah membandingkan pertumbuhan produksi per sektor ketika simulator menjalankan industri biodiesel dan ketika tidak dijalankan. Produksi sektor industri memang merupakan sektor dengan pertumbuhan terbesar dengan pertumbuhan sebesar 236% (dengan atau tanpa biodiesel) dari tahun 2006 sampai 2025 dibandingkan dengan pertumbuhan sektor agrikultur yang hanya sebesar 88% (tanpa biodiesel) dan 198% (dengan biodiesel) dari tahun 2006 sampai 2025. Tetapi, pertanyaannya adalah membandingkan laju pertumbuhan sektor produksi ketika industri biodiesel dijalankan atau tidak, dan dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa produksi sektor agrikultur mengalami perubahan paling besar dengan laju pertumbuhan 88% dibandingkan dengan 198% ketika industri biodiesel dijalankan, sementara perubahan pertumbuhan sektor industri justru tidak berubah sama sekali (236%) baik ketika tanpa atau dengan industri biodiesel.

Ketidaktelitian mahasiswa dalam melihat perbedaan tersebut bisa disebabkan oleh berbagai macam faktor, tetapi hasil tersebut menunjukkan bahwa simulator masih kurang interaktif untuk menarik perhatian pengguna dalam melakukan analisa perbedaan tersebut. Dalam hal ini, dalam simulator perlu untuk menggunakan simbol-simbol yang mampu menarik perhatian pengguna agar pengguna bisa mendapatkan maksud yang ditujukan oleh simulator.

Alasan yang sama juga bisa digunakan untuk menjelaskan pertanyaan untuk mengidentifikasi poin pembelajaran 3, yaitu apakah penggunaan biodiesel dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap penggunaan minyak bumi. Poin pembelajaran ini merupakan poin pembelajaran kedua yang sulit dipahami

oleh mahasiswa dengan 2 mahasiswa gagal untuk menjawab pertanyaan dengan tepat. Setelah dianalisa, mereka melakukan kesalahan yang sama dengan mahasiswa yang gagal menjawab pertanyaan 1, yaitu krang telitinya dalam melihat grafik hasil simulasi. Dari hasil simulasi, penggunaan energi minyak bumi memang masih mendominasi penggunaan energi di Indonesia pada tahun 2025 baik tanpa penggunaan biodiesel (porsi sebesar 40%) atau dengan penggunaan biodiesel (porsi sebesar 37%) dari seluruh sumber energi di Indonesia. Tetapi inti dari pertanyaan adalah perbandingan besar porsi energi dari minyak bumi ketika simulator dijalankan menggunakan industri biodiesel atau tidak. Dari angka tersebut dapat diketahui bahwa dengan menggunakan industri biodiesel, ketergantungan Indonesia terhadap penggunaan minyak bumi pada 2025 berkurang dari 40% menjadi 37% karena dengan skenario biodiesel, pada tahun 2025 akan muncul sumber energi biodiesel dengan porsi sebesar 3% dari penggunaan energi total.

Selain itu, dari kolom saran yang terdapat pada lembar refleksi, didapat pula masukan dari mahasiswa tentang saran perbaikan simulator. Salah satu sarannya adalah sulitnya melihat perbedaan dari satu skenario dengan skenario lainnya sehingga mereka harus berulang kali menjalankan simulasi untuk membandingkan skenario. Hal tersebut cukup mengganggu mereka dalam melakukan analisa sehingga kemungkinan terjadinya salah analisa hasil karena kelalaian menjadi lebih besar. Selain itu, istilah-istilah di simulator juga masih terlalu rumit menurut mereka, meskipun sebenarnya istilah tersebut dapat dilihat pada video petunjuk penggunaan, tetapi akan lebih mudah bagi mereka jika petunjuk tentang istilah-istilah tersebut disisipkan pada simulator.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan analisa terhadap penelitian pembuatan simulator kebijakan untuk menganalisa dampak dari penggunaan biodiesel terhadap aspek-aspek berkelanjutan di Indonesia, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

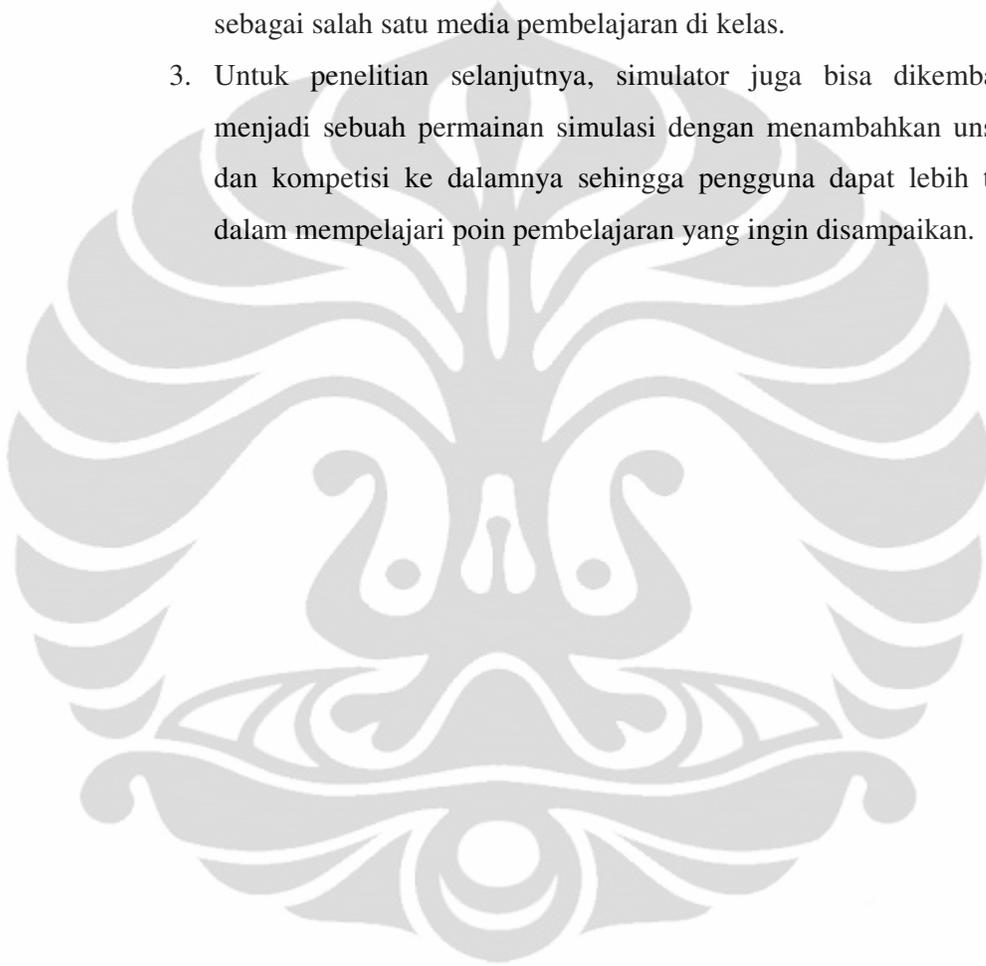
1. Model simulator yang digunakan pada penelitian merupakan simplifikasi dari model Biodiesel Sustainability Model (BSM) yang dikembangkan berdasarkan model Treshold 21 (T21) untuk menunjukkan dampak berkelanjutan dari penerapan industri biodiesel di Indonesia.
2. Simulator kebijakan yang dikembangkan memiliki 8 poin pembelajaran yang memperlihatkan hubungan antar sektor ekonomi, sosial, lingkungan, dan energi dari penerapan industri biodiesel di Indonesia.
3. Simulator kebijakan yang dikembangkan memiliki 3 jenis input utama, yaitu skenario dengan atau tanpa biodiesel, input variabel eksternal (kurs Rupiah, harga minyak dunia, dan laju inflasi), dan input variabel internal (kebijakan pemerintah) serta 14 indikator output yang terbagi dalam 4 sektor utama yaitu ekonomi, sosial, lingkungan, dan energi.
4. Dari tes percobaan yang dilakukan, simulator berhasil untuk mengajarkan pengguna akan poin pembelajaran yang telah ditetapkan. Hal ini disimpulkan dengan keberhasilan responden yang berhasil mengidentifikasi minimal 8 dari 10 pertanyaan tentang poin pembelajaran yang ingin disampaikan.

Selain itu, berdasarkan analisa terhadap penelitian, maka peneliti dapat memberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Dari tes percobaan yang telah dilakukan, diperlukan penambahan simbol-simbol yang lebih interaktif dalam halaman antarmuka simulator, khususnya pada halaman hasil output simulasi, agar

pengguna bisa lebih mudah dalam mengidentifikasi poin pembelajaran yang ingin disampaikan.

2. Untuk penelitian selanjutnya, simulator dapat dimodifikasi ke arah pembelajaran yang lebih umum seperti interaksi antar indikator makro atau nasional agar penggunaannya dapat lebih luas dan bisa dijadikan sebagai salah satu media pembelajaran di kelas.
3. Untuk penelitian selanjutnya, simulator juga bisa dikembangkan menjadi sebuah permainan simulasi dengan menambahkan unsur *fun* dan kompetisi ke dalamnya sehingga pengguna dapat lebih tertarik dalam mempelajari poin pembelajaran yang ingin disampaikan.



DAFTAR REFERENSI

- Annan, K. A. (2000). *We the Peoples: The Role of the United Nations in the 21st Century*. New York: United Nations.
- Asia Pacific Energy Research Centre (2006). *APEC Energy Demand and Supply Outlook 2006: Projections to 2030, Economic Review*. Tokyo: Institute of Energy Economics, Japan.
- Bank Indonesia (2009). Data Statistik Ekonomi & Moneter Indonesia. from Bank Indonesia: <http://www.bi.go.id/web/id/DIBI>
- Bassi, A. M. (2008). *Modelling US Energy Policy with Threshold 21: Understanding Energy Issues and Informing the US Energy Policy Debate with T21, an Integrated Dynamic Simulation Software*. Saarbrücken, Germany: VDM Verlag Dr. Muller Aktiengesellschaft & Co. KG.
- Blackburn, W. R. (2007). *The Sustainability Handbook: Complete Management Guide to Achieving Social, Economic and Environment Responsibility*. London, UK: EarthScan Ltd.
- BP plc (June 2009). *BP Statistical Review of World Energy June 2009*. London, UK: British Petroleum
- Charles, M. B., Ryan, R., Ryan, N., & Oloruntoba, R. (2007). Public policy and biofuels: The way forward? *Energy Policy*, 35, 5737–5746.
- Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (2008). 2008 Statistical yearbook for Asia and the Pacific *Statistical yearbook for Asia and the Pacific* (pp. 199). Bangkok: United Nations Publications.
- Instruksi Presiden No 1/2006. Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuels) sebagai Bahan Bakar Lain (2006).
- International Energy Agency (IEA) (2008). *Energy Policy Review of Indonesia*. Paris: International Energy Agency (IEA).
- International Monetary Fund (2009). *IMF Annual Report*. New York: International Monetary Fund.
- Koh, L. P., & Ghazoul, J. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. *Biological Conservation*, 141, 2450-2460.

- Kopainsky, B., Pedercini, Matteo., Davidsen, Pal I., Alessi, Stephen M. (2009). A Blend of Planning and Learning : Simplifying a Simulation Model of National Development. *Simulation & Gaming*, 41(5), 641 - 662.
- Management Flight Simulators. (2009). Retrieved from <http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/flsim.htm>
- Mayer, I. (2009). The Gaming of Policy and The Policy of Gaming : A Review. *Simulation & Gaming*, 40, 825.
- Meadows, D. L. (2001). Tools for Understanding The Limits to Growth : Comparing a Simulation and a Game. *Simulation & Gaming*, 32(4), 522-536.
- Saunders, J. H. (1998). The Management Flight Simulators, from <http://www.johnsaunders.com/papers/mfs.htm>
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for A Complex World*. Boston: The McGraw Hill Companies, Inc.
- Tanjung, C. (2007). *Visi Indonesia 2030*. Jakarta: Yayasan Indonesia Forum.
- United Nations (2009). *The Millennium Development Goals Report* New York: united Nations.
- United Nations Development Program (UNDP) (2010). *The Millennium Development Goals Report*: United Nation (UN).



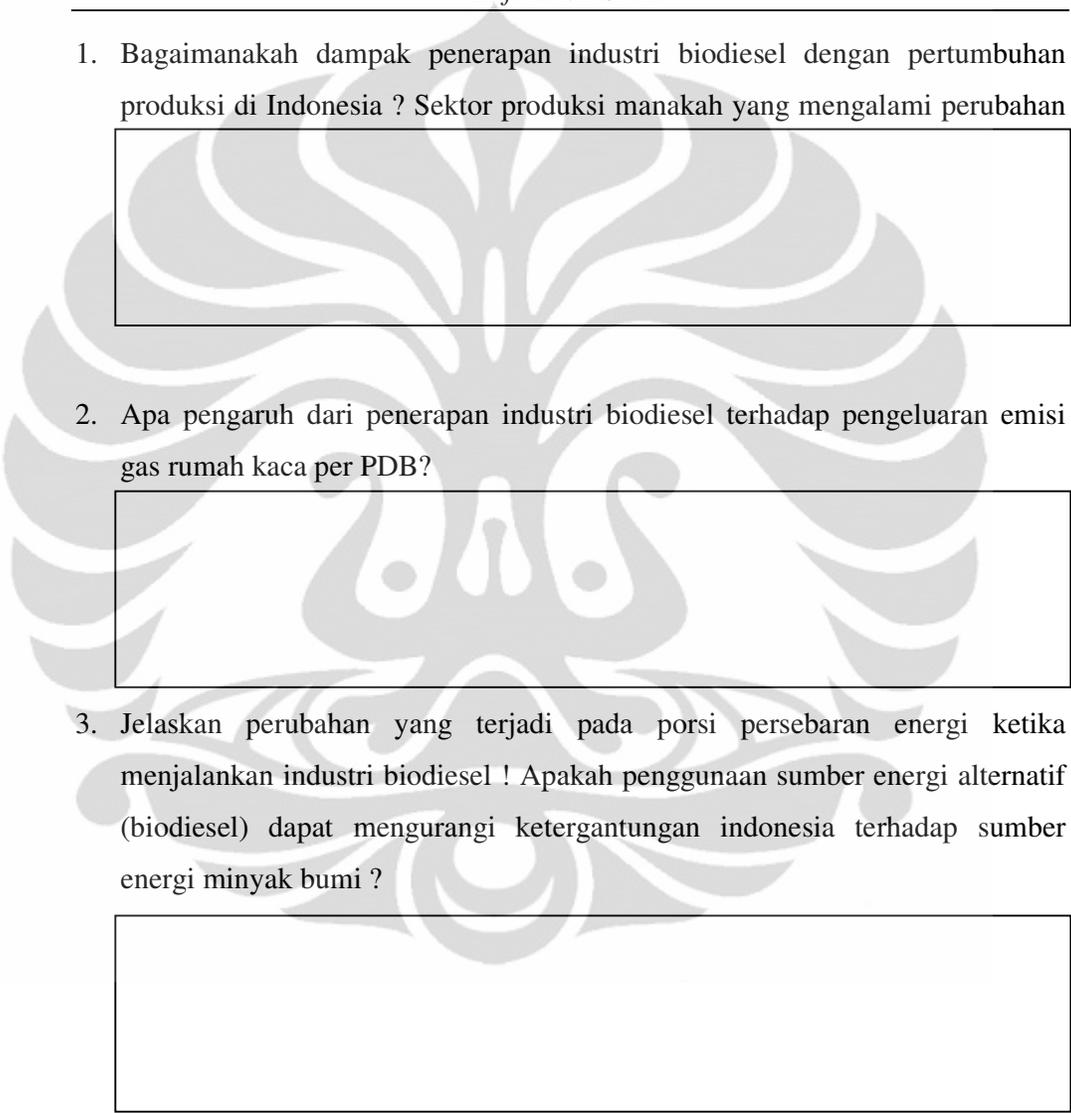
LAMPIRAN

HASIL JAWABAN LEMBAR REFLEKSI

Lampiran 1 : Lembar Refleksi

Biodiesel Industry for National Development Simulator (BIONDSIM)*Reflection Sheet*

1. Bagaimanakah dampak penerapan industri biodiesel dengan pertumbuhan produksi di Indonesia ? Sektor produksi manakah yang mengalami perubahan



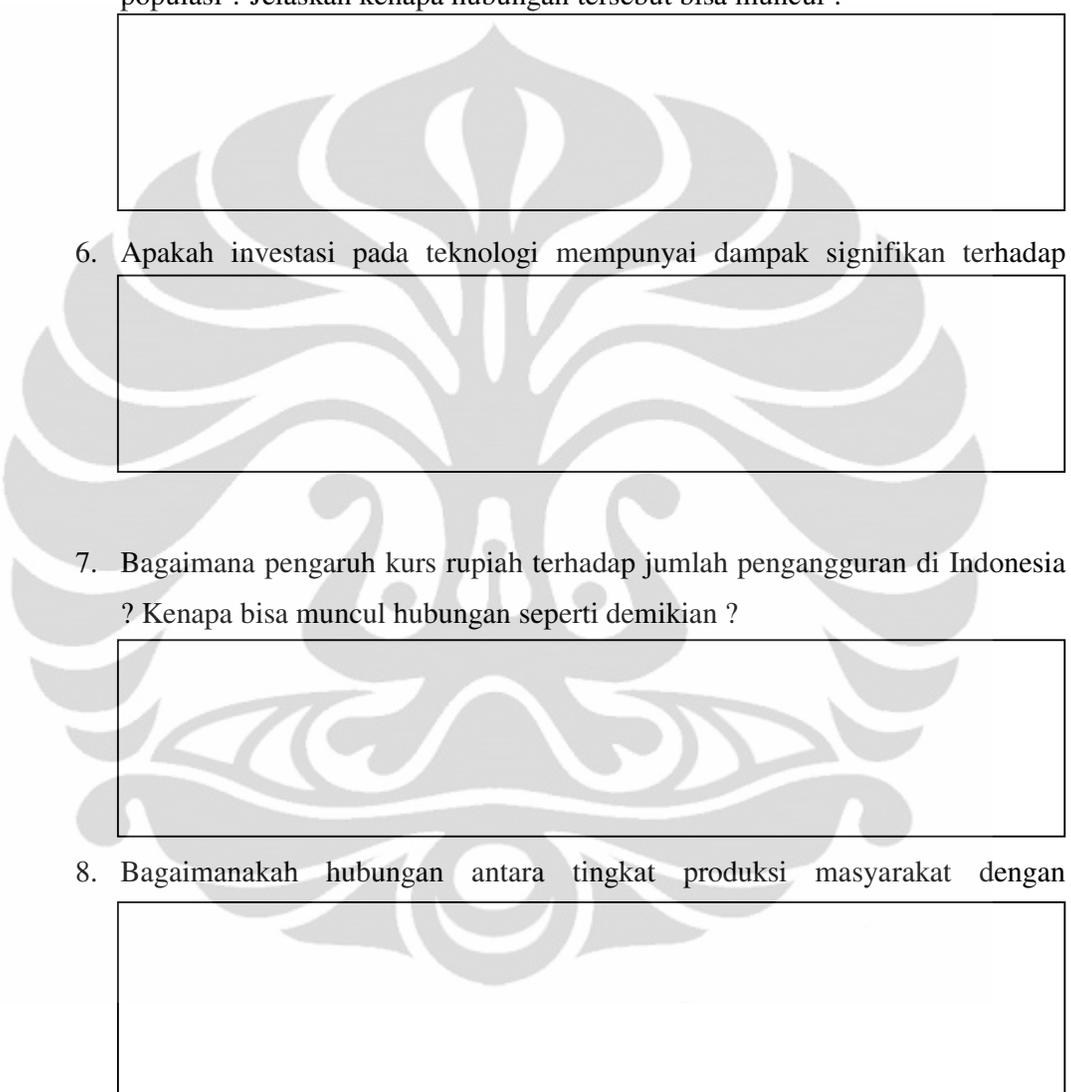
2. Apa pengaruh dari penerapan industri biodiesel terhadap pengeluaran emisi gas rumah kaca per PDB?

3. Jelaskan perubahan yang terjadi pada porsi persebaran energi ketika menjalankan industri biodiesel ! Apakah penggunaan sumber energi alternatif (biodiesel) dapat mengurangi ketergantungan indonesia terhadap sumber energi minyak bumi ?

4. Bagaimana dampak perubahan harga minyak terhadap produksi sektoral dan jumlah pengangguran di Indonesia ?

Lampiran 1 : Lembar Refleksi (Lanjutan)

5. Bagaimana hubungan tingkat pendapatan masyarakat terhadap jumlah populasi ? Jelaskan kenapa hubungan tersebut bisa muncul !



6. Apakah investasi pada teknologi mempunyai dampak signifikan terhadap

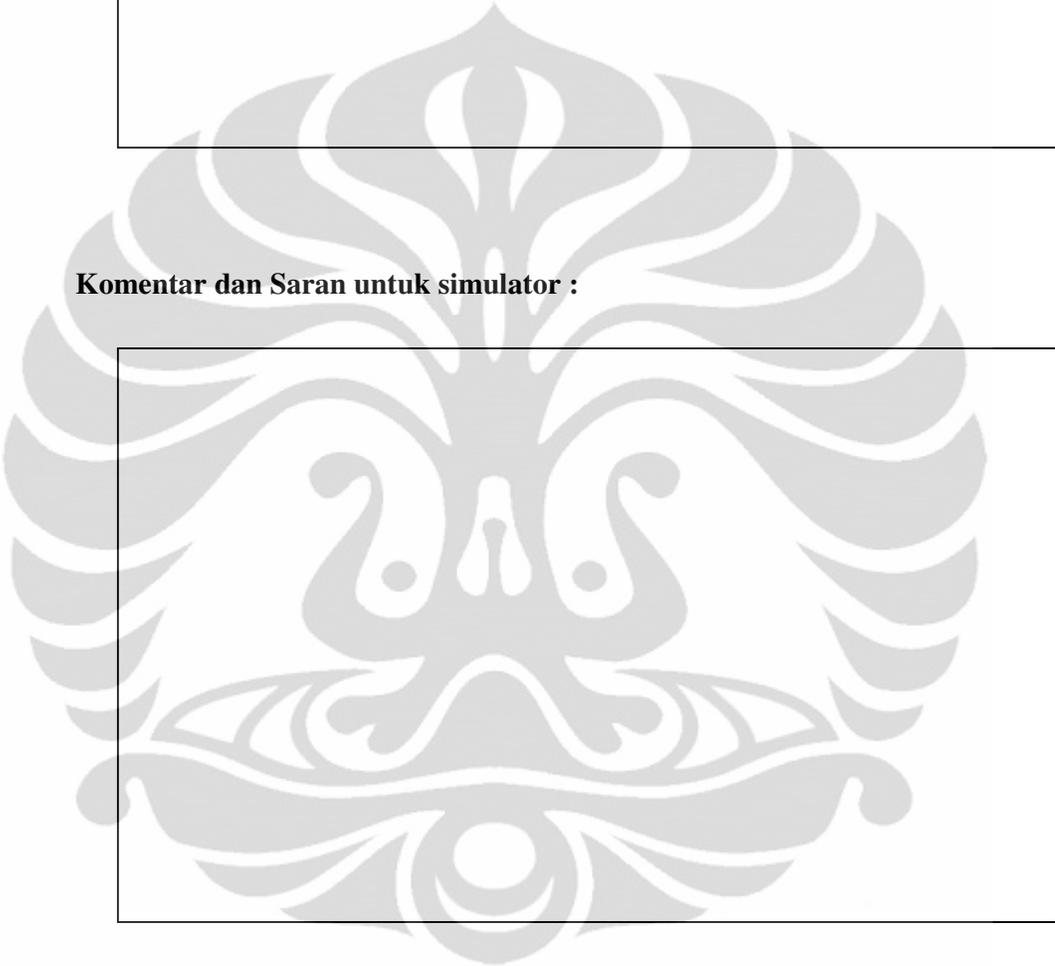
7. Bagaimana pengaruh kurs rupiah terhadap jumlah pengangguran di Indonesia ? Kenapa bisa muncul hubungan seperti demikian ?

8. Bagaimanakah hubungan antara tingkat produksi masyarakat dengan

9. Asumsikan industri biodiesel berjalan sesuai rencana, apakah kebijakan penanaman hutan kembali dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan

Lampiran 1 : Lembar Refleksi (Lanjutan)

10. Faktor apakah yang paling mempengaruhi perubahan nilai produksi sektoral



Komentar dan Saran untuk simulator :

Terima kasih atas waktu yang telah Anda luangkan

W
agtri

Biodiesel Industry for National Development Simulator (BIONDSIM)

Reflection Sheet

1. Bagaimanakah dampak penerapan industri biodiesel dengan pertumbuhan produksi di Indonesia ?
Sektor produksi manakah yang mengalami perubahan paling signifikan ?

✓ Penerapan industri biodiesel menyebabkan pertumbuhan produksi di Indonesia mengalami kenaikan, khususnya untuk sektor ~~pertanian~~ pertanian yang cukup signifikan

2. Apa pengaruh dari penerapan industri biodiesel terhadap pengeluaran emisi gas rumah kaca per PDB?

✓ ~~Tidak~~ ada pengaruh tetapi hanya sedikit

3. Jelaskan perubahan yang terjadi pada porsi persebaran energi ketika menjalankan industri biodiesel ! Apakah penggunaan sumber energi alternatif (biodiesel) dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap sumber energi minyak bumi ?

✓ Perubahan yang terjadi pada porsi persebaran energi hanya berubah pada sumber energi minyak bumi tetapi tidak mempengaruhi yg lain. Ya! Dapat mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi minyak bumi

4. Bagaimana dampak perubahan harga minyak terhadap produksi sektoral dan jumlah pengangguran di Indonesia ?

✓ Apabila scenario tinggi, maka produksi sektoral akan berkurang dan jumlah pengangguran akan naik
Apabila scenario rendah, maka produksi sektoral akan meningkat dan jumlah pengangguran akan berkurang

Apabila scenario reference, maka

5. Bagaimana hubungan tingkat pendapatan masyarakat terhadap jumlah populasi ? Jelaskan kenapa hubungan tersebut bisa muncul !

Apabila tingkat pendapatan masyarakat mengalami kenaikan maka jumlah populasi juga akan mengalami peningkatan. Hal itu terjadi karena jika populasi meningkat maka pendapatan yang dihasilkan dari populasi tersebut juga akan meningkat sehingga kedua faktor saling terkait

6. Apakah investasi pada teknologi mempunyai dampak signifikan terhadap produksi pada tiap sektor ?

Ya! Apabila investasi tda teknologi besar maka produksi pada tiap sektor meningkat dan apabila investasi tda teknologi kecil maka produksi pada tiap sektor menurun

7. Bagaimana pengaruh kurs rupiah terhadap jumlah pengangguran di Indonesia ? Kenapa bisa muncul hubungan seperti demikian ?

Ketika rupiah kuat maka jumlah pengangguran berkurang
Ketika rupiah melemah maka jumlah pengangguran bertambah
karena apabila rupiah kuat maka ekonomi juga kuat ~~sehingga~~,
pendapatan masyarakat juga meningkat sehingga jumlah pengangguran berkurang

8. Bagaimanakah hubungan antara tingkat produksi masyarakat dengan permintaan energi ?

Apabila tingkat produksi masyarakat meningkat maka permintaan energi juga meningkat

9. Asumsikan industri biodiesel berjalan sesuai rencana, apakah kebijakan penanaman hutan kembali dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan biodiesel terhadap lahan hutan di Indonesia ?

Bapat mengurangi! Penurunan jumlah lahan berkurang

10. Faktor apakah yang paling mempengaruhi perubahan nilai produksi sektoral dan PDB di Indonesia ?

✓
Investasi on Technology

Komentar dan Saran untuk simulator :

Teori game nya belum ada penjelasan secara mendalam

Terima kasih atas waktu yang telah Anda luangkan