



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN MODEL DINAMIS UNTUK
MENGGAMBARAKAN DAMPAK BERBAGAI KEBIJAKAN
TERHADAP BEBERAPA ASPEK SOSIAL DAN EKONOMI
DKI JAKARTA**

SKRIPSI

**RICKI MULIADI
08 06 33 79 51**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGEMBANGAN MODEL DINAMIS UNTUK
MENGGAMBARAKAN DAMPAK BERBAGAI KEBIJAKAN
TERHADAP BEBERAPA ASPEK SOSIAL DAN EKONOMI
DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**RICKI MULIADI
08 06 33 79 51**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
DEPOK
JUNI 2012**

ii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Ricki Muliadi

NPM : 0806337951

Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 Juni 2012



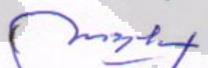
LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Ricki Muliadi
NPM : 0806337951
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Pengembangan Model Dinamis untuk
Menggambarkan Dampak berbagai
Kebijakan terhadap Beberapa Aspek Sosial
dan Ekonomi DKI Jakarta

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 : Dr. Akhmad Hidayatno ST.,MBT ()
Penguji : Armand O. M.,ST.,M.Sc. ()
Penguji : Ir. Amar Rachman, MEIM ()
Penguji : Romadhani Ardi ST.,MT ()

Ditetapkan di : Depok
Tanggal : 20 Juni 2012

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. Dr. Akhmad Hidayatno, ST, MBT. selaku pembimbing yang telah membimbing, memotivasi, memberikan pengarahan dan membantu Penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;
2. Kedua Orang Tua dan keluarga saya, yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan dukungan dalam mengerjakan penelitian ini.
3. Ibu Ariandhini, Msc Selaku Pembimbing Akademis Peneliti selama berkulia di Departemen Teknik Industri UI
4. Irvanu Rahman, rekan yang paling top
5. Stephanie Rengkung, yang dengan dukungan dan motivasinya kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian ini.
6. Teman Teman SEMS Seperjuangan, Oza, Ditha, Tyo, Stefan, Iwan, Ajeng, Laisha untuk kerjasama dan dukungan selama penelitian ini
7. Segenap teman teman di TI08 yang menjadi teman terbaik selama ini
8. Seluruh dosen Departemen Teknik Industri UI atas ilmu dan bimbinganya selama ini.
9. Dan seluruh pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung membantu pengerjaan penelitian ini.

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, 12 Juni 2012

Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Ricki Muliadi
NPM : 0806337951
Program Studi : Teknik Industri
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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 :

Pengembangan Model Dinamis Untuk Menggambarkan Dampak Berbagai Kebijakan Terhadap Beberapa Aspek Sosial Dan Ekonomi DKI Jakarta

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 15 Juni 2012

Yang menyatakan



(Ricki Muliadi)

ABSTRAK

Nama : Ricki Muliadi
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Pengembangan Model Dinamis Untuk Menggambarkan Dampak Berbagai Kebijakan Terhadap Beberapa Aspek Sosial Dan Ekonomi DKI Jakarta

Penelitian ini membahas mengenai pengembangan model pembangunan kota DKI Jakarta yang berkelanjutan yang dapat menggambarkan dampak berbagai kebijakan pemerintah terhadap aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta. Pertumbuhan perekonomian Jakarta yang pesat dapat menimbulkan masalah jika tidak diikuti pengembangan kota yang memperhatikan aspek keberlanjutan. Model dibuat berdasarkan model sistem dinamis dengan menggunakan *causal loop diagram* yang sesuai dengan kondisi nyata. Model ini mampu menggambarkan interaksi aspek keberlanjutan dari kota Jakarta yaitu aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi berbagai kebijakan pemerintah serta pengaruhnya terhadap aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta.

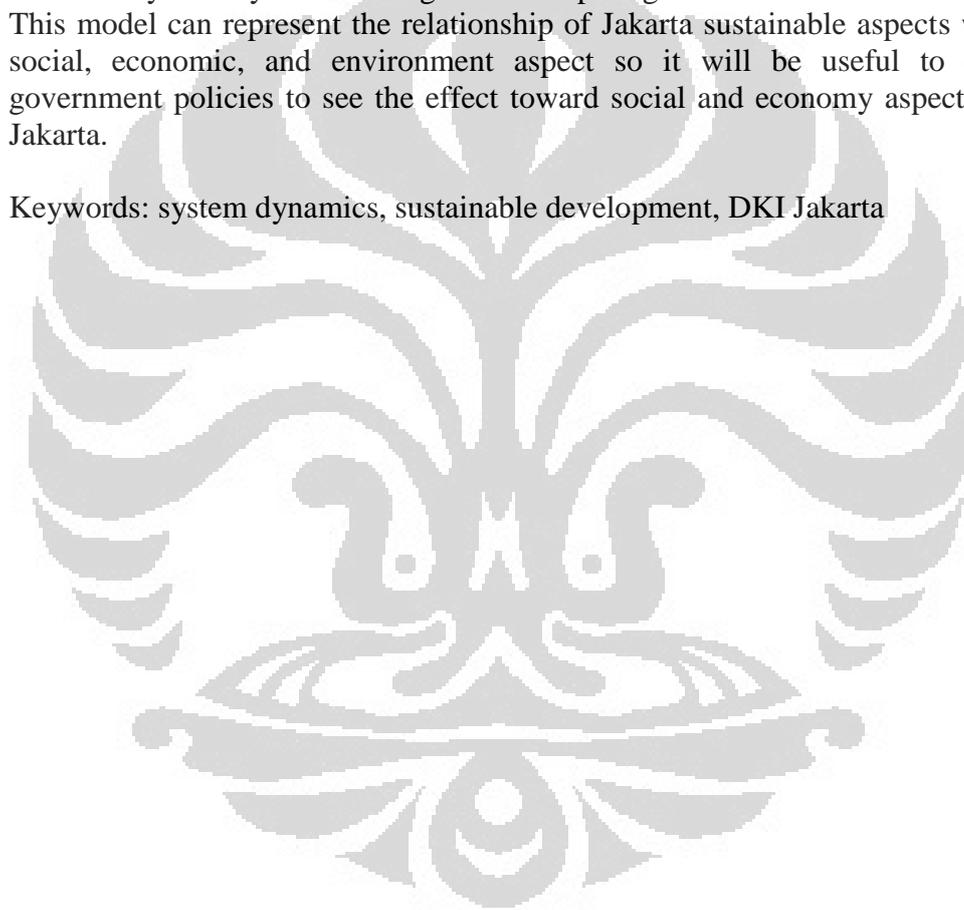
Kata Kunci: sistem dinamis, pembangunan berkelanjutan, DKI Jakarta

ABSTRACT

Name : Ricki Muliadi
Study Program : Industrial Engineering
Title : Developing Dynamic Model to Represent The Effect of Policies toward Social and Economic Aspect of DKI Jakarta

This research discusses about development of DKI Jakarta sustainable urban model which able to represent the effect of government policies toward social and economic aspect of DKI Jakarta. Jakarta rapid economic growth can trigger problems if not followed by sustainable city developmet. The model is developed based on system dynamics using causal loop diagram that reflects the real world. This model can represent the relationship of Jakarta sustainable aspects which is social, economic, and environment aspect so it will be useful to evaluate government policies to see the effect toward social and economy aspect of DKI Jakarta.

Keywords: system dynamics, sustainable development, DKI Jakarta



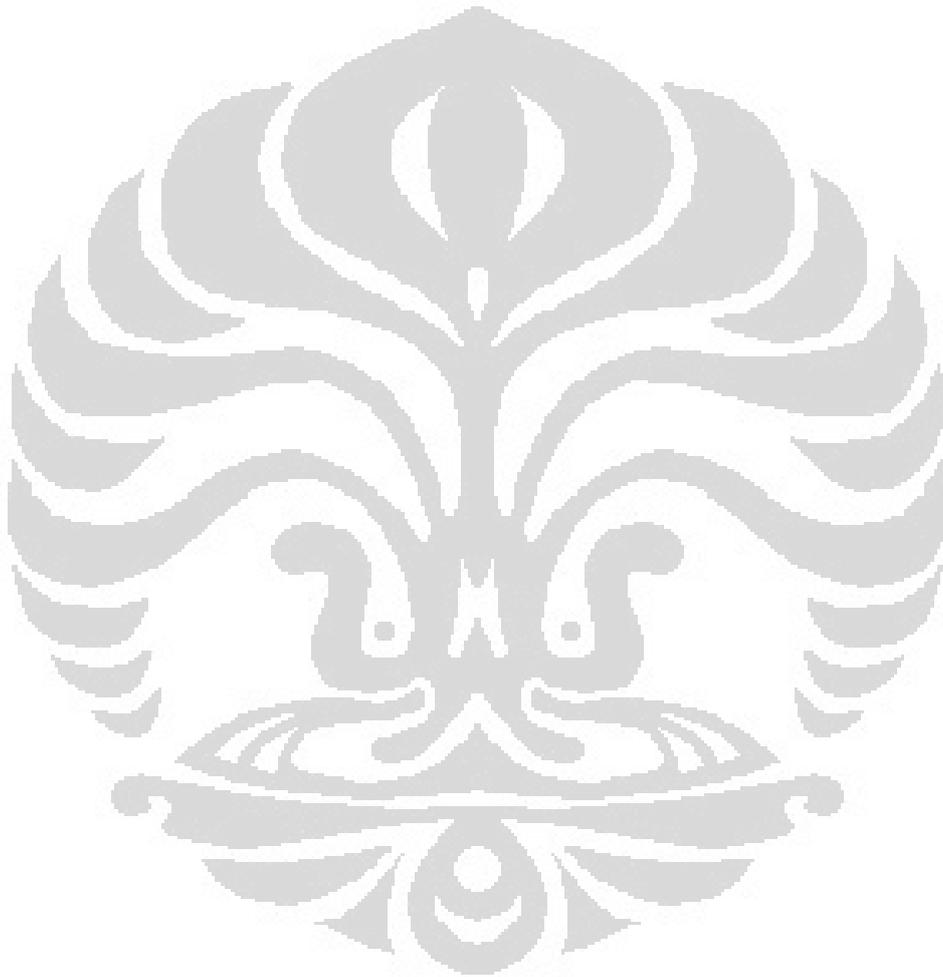
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah	4
1.3. Rumusan Permasalahan	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Batasan Penelitian	5
1.6. Metodologi Penelitian	6
1.7. Sistematika Penulisan	9
2. STUDI PUSTAKA.....	11
2.1. Profil Kota Jakarta	11
2.1.1. Profil Perekonomian.....	11
2.1.2. Profil Kondisi Sosial	11
2.2. Konsep Pembangunan Berkesinambungan.....	12
2.3. Model Threshold 21	13
2.3.1. Tujuan Model T21.....	13
2.3.2. Keistimewaan Model T21	14
2.3.3. Gambaran Model T21	15
2.4. Simulasi.....	17
2.4.1. Definisi Simulasi.....	17
2.4.2. Tujuan Simulasi	18
2.4.3. Penggunaan Simulasi	19
2.4.4. Jenis-jenis Simulasi.....	20
2.4.5. Perbedaan Simulasi, Optimasi, dan Ekonometri.....	24
2.5. Sistem Dinamis	24
2.5.1. Sistem.....	24
2.5.2. Sistem Dinamis	25
2.5.3. Proses Pemodelan Sistem Dinamis	27
2.5.4. Sumber Informasi dalam Pembuatan Model Simulasi.....	29
2.5.5. Umpan Balik (<i>Feedback</i>)	30
2.5.6. Diagram Loop Sebab-Akibat (<i>Causal Loop Diagram</i>).....	31
2.5.7. Diagram Alir (<i>Stock and Flow Diagram</i>)	33
2.5.8. Struktur dan Perilaku Sistem Dinamis	36
2.5.9. Validasi Model.....	37

2.5.10. Analisis Sensitivitas Model.....	42
2.6. Teori Dasar Makro Ekonomi	42
2.6.1. Prinsip-Prinsip Dasar Makro Ekonomi	43
2.6.2. Faktor Produksi Ekonomi	46
2.6.3. Pendapatan Regional.....	48
2.6.4. Ekonomi dan Dampak Sosial	49
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	51
3.1. Pengumpulan Data	51
3.1.1. Pengumpulan Data Mental dari Jurnal Penelitian.....	51
3.1.2. Pengumpulan Data Tertulis dan Numerik.....	54
3.2. Kerangka Sistem dan Pengembangan Model.....	55
3.2.1. Modus Referensi	58
3.2.2. Diagram Sistem.....	60
3.2.3. Pengembangan <i>Causal Loop Diagram</i>	61
3.3. Pengolahan Data Numerik	72
3.3.1. Nilai Tukar Rupiah ke Dolar Amerika.....	72
3.3.2. <i>Birth Rate</i> dan <i>Death Rate</i>	72
3.3.3. Nilai Inflasi.....	73
4. PENGEMBANGAN MODEL.....	74
4.1. Pengembangan <i>Stock and Flow Diagram</i>	74
4.1.1. SFD Sub-Model Ekonomi.....	74
4.1.2. SFD Sub-Model Sosial-Teknologi.....	79
4.2. Output Model	82
5. VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL.....	85
5.1. Perbandingan Output Model terhadap Data Historis	85
5.1.1. Perbandingan PDRB Riil Per Kapita	85
5.1.2. Perbandingan Populasi.....	86
5.2. Kecukupan Batasan.....	87
5.3. Penilaian Struktur.....	87
5.4. Konsistensi Dimensi	87
5.5. Error dalam Integrasi	87
5.6. Reproduksi Perilaku.....	89
5.7. Analisis Sensitivitas	90
6. KESIMPULAN.....	93
6.1. Kesimpulan	93
6.2. Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Perbedaan Optimasi, Simulasi dan Ekonometri	24
Tabel 2-2 Cara-Cara Validasi Model	38
Tabel 3-1 Faktor Eksogen, Endogen, dan Diabaikan.....	58
Tabel 5-1 Perbandingan PDRB Riil Per Kapita.....	85
Tabel 5-2 Perbandingan Populasi	86



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pertumbuhan Ekonomi DKI Jakarta Periode 2008 – 2011 dalam persen.....	2
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.3 Metodologi Penelitian	6
Gambar 2.1 T21 dalam Proses Perencanaan	14
Gambar 2.2 Gambaran Konsep T21	15
Gambar 2.3 Gambaran Detail Konsep T21	16
Gambar 2.4 Simulasi Memberikan Cara Virtual dalam Melakukan Eksperimen Terhadap Sistem	20
Gambar 2.5 Contoh Simulasi Deterministik dan Simulasi Stokastik	22
Gambar 2.6 Perubahan Keadaan Diskrit Disebabkan oleh Adanya Kejadian Diskrit	23
Gambar 2.7 Perbandingan antara Discrete-Change Variable dan Continuous Change Variable	23
Gambar 2.8 Proses Sistem Dinamik	27
Gambar 2.9 Cara Penulisan Diagram Loop Sebab-Akibat	32
Gambar 2.10 Polaritas Hubungan	33
Gambar 2.11 Cara Penulisan Diagram Alir	34
Gambar 2.12 Analogi Hidrolik	35
Gambar 2.13 Representasi Struktur Diagram Alir.....	36
Gambar 2.14 Perilaku Model Secara Umum	37
Gambar 2.15 Siklus Aliran Barang dan Jasa.....	43
Gambar 2.16 Siklus Ekonomi menurut Mazhab Keynesian	45
Gambar 3.1 Relasi Makro Model T21	53
Gambar 3.2 Kerangka Kerja Dasar Model T21	56
Gambar 3.3 Gambaran Umum Indikator Keberlanjutan.....	56
Gambar 3.4 Modus Referensi PDRB Riil Per Kapita	59
Gambar 3.5 Modus Referensi Jumlah Pengangguran.....	59
Gambar 3.6 Diagram Sistem Model Pengembangan Kota Jakarta yang Berkelanjutan.....	60
Gambar 3.7 <i>Causal Loop Diagram</i> Utama Model.....	61
Gambar 3.8 Loop Ekonomi Publik	62
Gambar 3.9 Loop Utama Ekonomi Swasta.....	63
Gambar 3.10 Loop Utama Ketersediaan Tenaga Kerja	64
Gambar 3.11 Loop Populasi dan Pendapatan	65
Gambar 3.12 Loop Utama Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup.....	66
Gambar 3.13 CLD Sektor Produksi Industri.....	67
Gambar 3.14 CLD Sektor Produksi Jasa	68
Gambar 3.15 CLD Sektor Produksi Pertanian	69

Gambar 3.16 CLD Faktor Pemerintah	69
Gambar 3.17 CLD Harga Relatif	70
Gambar 3.18 CLD Populasi	71
Gambar 3.19 CLD Bidang Pendidikan	71
Gambar 3.20 CLD Kesehatan dan Harapan Hidup.....	72
Gambar 3.21 Pergerakan Nilai Tukar Rupiah Tahun 2001-2011	73
Gambar 3.22 Pergerakan Inflasi Tahun 2001-2010.....	73
Gambar 4.1 Modul Sektor Produksi Industri	75
Gambar 4.2 Modul Sektor Produksi Jasa.....	76
Gambar 4.3 Modul Sektor Produksi Pertanian	76
Gambar 4.4 Modul Pendapatan Pemerintah	77
Gambar 4.5 Modul Pengeluaran Pemerintah	77
Gambar 4.6 Modul Investasi.....	78
Gambar 4.7 Modul Harga Relatif	79
Gambar 4.8 Modul Populasi	80
Gambar 4.9 Modul Harapan Hidup.....	80
Gambar 4.10 Modul Teknologi.....	80
Gambar 4.11 Modul Tenaga Kerja	81
Gambar 4.12 Modul Pendidikan	81
Gambar 4.13 Output Model Populasi	82
Gambar 4.14 Output Model Tenaga Kerja	82
Gambar 4.15 Output Model Produksi Sektoral.....	83
Gambar 4.16 Output Model PDRB Riil Per Kapita.....	83
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan PDRB Riil Per Kapita.....	85
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Populasi	86
Gambar 5.3 Hasil Pada <i>Time Step</i> 45 Hari.....	88
Gambar 5.4 Hasil Pada <i>Time Step</i> 22 Hari (Setengah Kali <i>Time Step</i> Alami)	88
Gambar 5.5 Gambar Keluaran Menggunakan <i>Time Step</i> 90 Hari (Dua Kali <i>Time Step</i> alami)	88
Gambar 5.6 Perbandingan antara PDRB dengan Indeks Teknologi.....	89
Gambar 5.7 Perbandingan antara PDRB dengan Indeks Pendidikan	90
Gambar 5.8 Perbandingan PDRB Terhadap Birth Rate.....	91
Gambar 5.9 Perbandingan PDRB Terhadap Anggaran Pemerintah Bidang Pendidikan	91

BAB 1

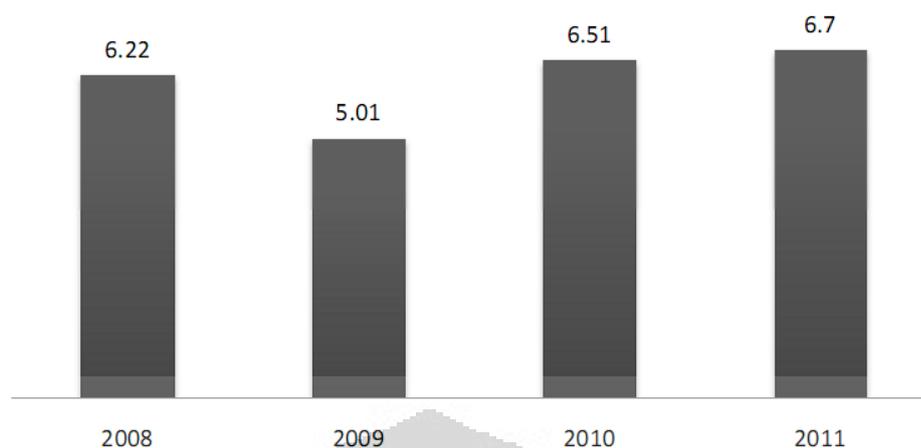
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang di dunia, diprediksi akan memiliki pertumbuhan ekonomi yang baik kedepannya. Berdasarkan proyeksi *The World in 2050*, perekonomian Indonesia diprediksi akan menjelma menjadi kekuatan baru ekonomi global bersama negara negara BRIC (Brazil, Rusia, India dan China) dan mampu melewati perekonomian negara-negara maju seperti Jerman, Prancis, dan Inggris pada tahun 2050 (Hawksworth, 2008).

Jakarta sebagai ibukota dari Indonesia merupakan pusat pemerintahan dan perekonomian di Indonesia. Hal ini membuat Jakarta menjadi salah satu kota urban terbesar di Asia Tenggara, selain Manila (Gavin W. Jones), yang dihuni oleh sekitar 9,6 juta penduduk pada tahun 2010 dengan kepadatan penduduk sekitar 14.476 jiwa/km² (Biro Pusat Statistik, 2010). Angka ini belum ditambah dengan populasi dari kota satelit Jakarta seperti Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi (Bodetabek) yang jika dijumlah mencapai 24,5 juta orang. Setidaknya, 50 persen dari penduduk kota satelit ini beraktivitas di Jakarta. Hal ini membuat Jakarta menjadi salah satu kota terpadat di dunia menurut Michael Pacione (*Urban Geography: A Global Perspective*).

Sebagai pusat perekonomian negara, Jakarta merupakan penyumbang terbesar terhadap PDB Indonesia yaitu sebesar 16,5% (Biro Pusat Statistik, 2010). Perekonomian Jakarta ditopang oleh dua sektor utama yaitu industri dan jasa. Sektor industri menyumbang 28% sedangkan sektor jasa menyumbang 71% dari perekonomian Jakarta (Biro Pusat Statistik, 2010). Hal ini sesuai dengan tema pembangunan ekonomi pulau Jawa yang dicanangkan dalam *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025*, yaitu sebagai “Pendorong Industri dan Jasa Nasional” (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2011). Pertumbuhan sektoral yang terus berkembang ini diperkirakan dapat terus berlangsung dengan pertumbuhan ekonomi yang positif diatas 6% dengan laju pertumbuhan yang stabil di tahun 2012 (Bank Indonesia, 2011).



Gambar 1.1 Pertumbuhan Ekonomi DKI Jakarta Periode 2008 – 2011 dalam persen

Sumber: (Biro Pusat Statistik, 2011)

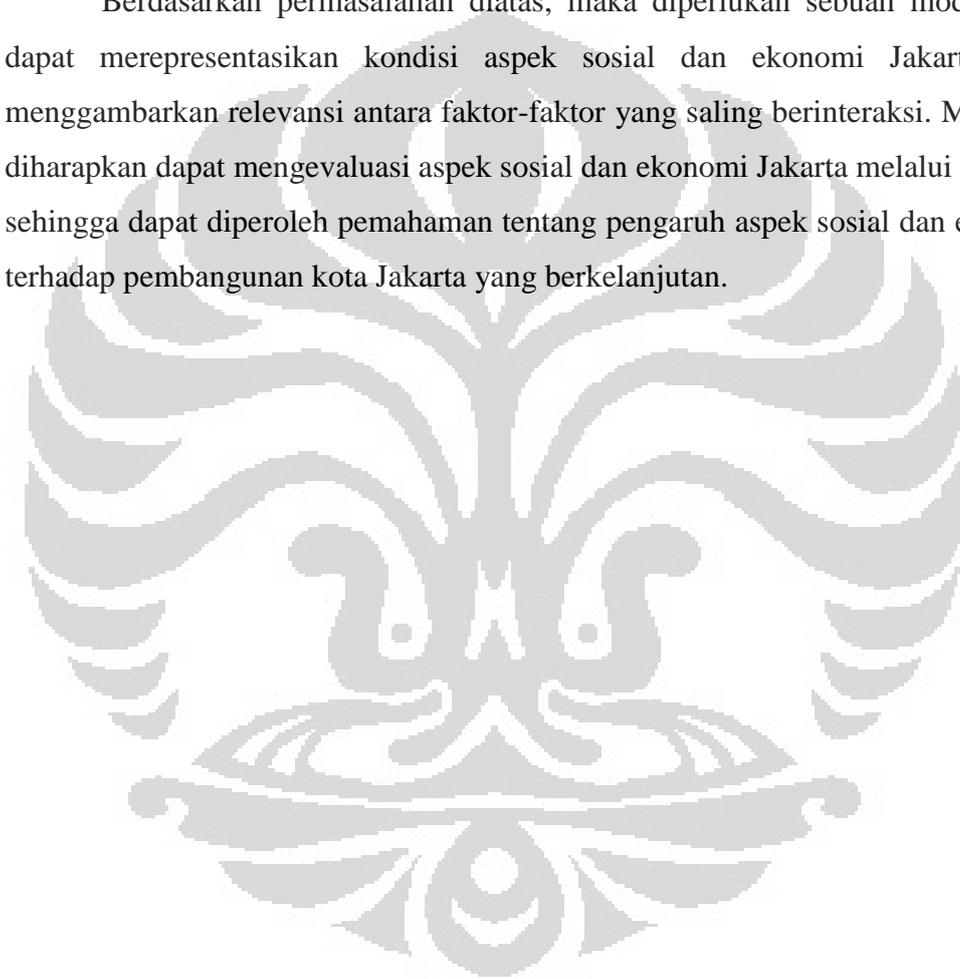
Investasi yang cukup baik pada sektor-sektor utama ini menjadi alasan terciptanya stabilitas perekonomian yang baik. Pertumbuhan ekonomi yang baik berarti peningkatan daya beli masyarakat sehingga mampu menggerakkan perekonomian. Kenaikan tersebut juga didukung hasil survei konsumen rumah tangga yang menunjukkan tingginya penghasilan per kapita dan terkendalinya laju inflasi. Kedua faktor inilah yang secara sinergis memperkuat pertumbuhan ekonomi dalam beberapa tahun ke depan.

Pertumbuhan kota yang terjadi secara pesat di Jakarta harus diimbangi pula oleh sistem pengembangan kota yang berkelanjutan (*sustainable development*). Jika pengembangan kota yang berkelanjutan di Jakarta tidak dilakukan, maka akan muncul timbul berbagai masalah-masalah urban. Berbagai masalah yang dapat timbul adalah peningkatan kepadatan penduduk, peningkatan kemiskinan, pembangunan sumber daya manusia yang buruk, kemacetan, dan kekurangan infrastruktur yang memadai. Selain itu, juga akan terjadi penurunan kualitas lingkungan hidup yang mengakibatkan penurunan tingkat kesehatan, penurunan kualitas hidup dan meningkatnya Angka Kematian Bayi dari masyarakat kota urban tersebut. Hal ini sudah dialami berbagai kota besar di Asia seperti Bangkok, Ho Chi Minh dan Hanoi (Drakakis Smith & Dixon, 1997). Masalah-masalah kota urban diatas pun sudah mulai dialami kota Jakarta.

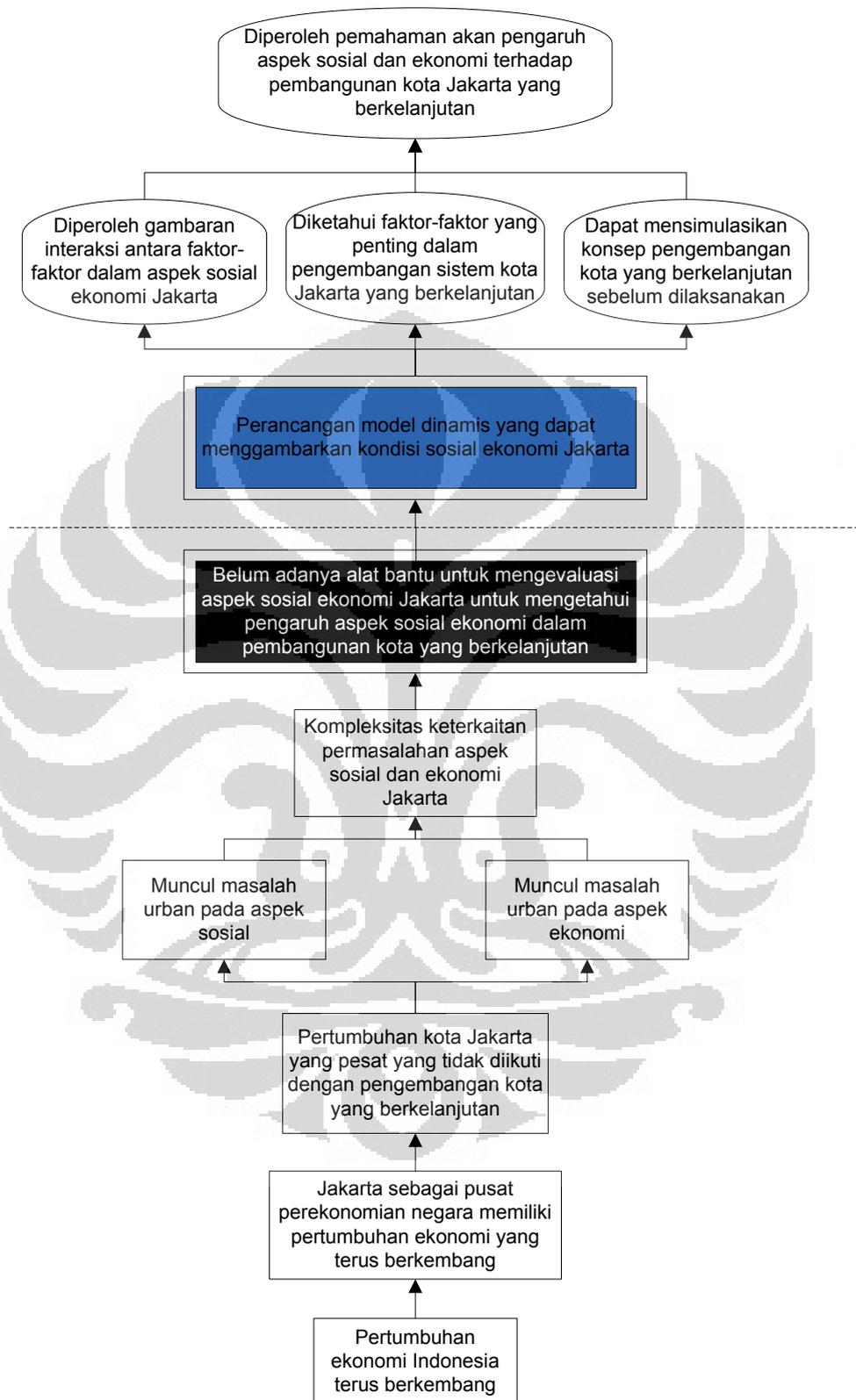
Kompleksnya keterkaitan permasalahan aspek sosial dan ekonomi kota Jakarta membuat konsep pembangunan kota yang berkelanjutan perlu diterapkan dalam perencanaan kota. Pembangunan yang berkelanjutan berarti pengembangan

yang mampu memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi masa depan untuk memenuhi kebutuhan mereka (*World Commission on Environment and Development*, 1987). Konsep pembangunan berkelanjutan pada perkotaan membutuhkan keseimbangan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Chen, Ho, & Jan, 2006). Tujuan dari pembangunan kota yang berkelanjutan adalah untuk mencapai kualitas hidup yang lebih baik bagi setiap orang dan generasi yang akan datang (Ho & Wang, 2005).

Berdasarkan permasalahan diatas, maka diperlukan sebuah model yang dapat merepresentasikan kondisi aspek sosial dan ekonomi Jakarta yang menggambarkan relevansi antara faktor-faktor yang saling berinteraksi. Model ini diharapkan dapat mengevaluasi aspek sosial dan ekonomi Jakarta melalui simulasi sehingga dapat diperoleh pemahaman tentang pengaruh aspek sosial dan ekonomi terhadap pembangunan kota Jakarta yang berkelanjutan.



1.2. Diagram Keterkaitan Masalah



Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3. Rumusan Permasalahan

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi Indonesia, pertumbuhan ekonomi Jakarta sebagai ibukota negara juga mengalami kemajuan yang pesat yang membutuhkan dukungan aspek sosial yang kuat, seperti pendidikan, kesehatan, dan produktivitas kerja. Jika pertumbuhan ini tidak diikuti dengan pengembangan kota yang berkelanjutan maka Jakarta akan beresiko mengalami berbagai masalah sosial yang akan mengganggu pertumbuhan ekonomi di masa yang akan datang.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan sebuah model berbasis sistem dinamis pembangunan kota Jakarta yang berkesinambungan yang dapat digunakan untuk melakukan evaluasi berbagai kebijakan pemerintah yang dapat mempengaruhi aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta.

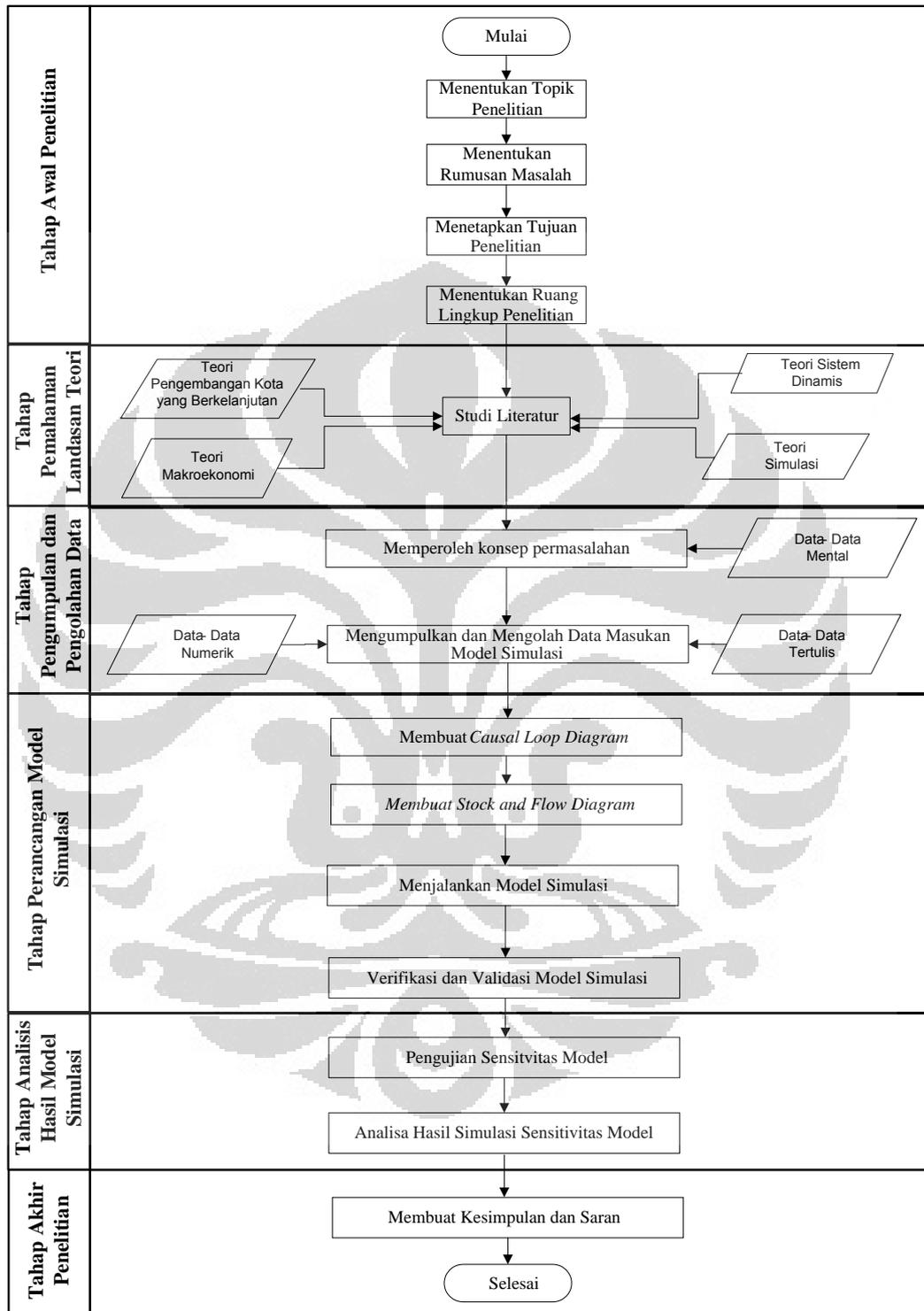
1.5. Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dimaksudkan agar masalah yang diteliti lebih terarah sehingga penelitian berjalan sesuai dengan yang direncanakan. Ruang lingkup dari penelitian ini antara lain:

- Aspek pembangunan kota berkelanjutan yang akan dibahas secara khusus dalam penelitian ini adalah aspek ekonomi dan sosial.
- Sejalan dengan tujuan penelitian, ruang lingkup model simulasi yang dibuat meliputi aspek ekonomi dan sosial untuk memperoleh interaksi kedua aspek tersebut dan kontribusi dalam pembangunan berkelanjutan.
- Jangka waktu model simulasi disesuaikan dengan periode *roadmap* pembangunan jangka panjang kota Jakarta, yakni sampai dengan tahun 2030.
- Pengolahan data dilakukan dengan pengembangan program komputer khusus dengan menggunakan perangkat lunak *Powersim Studio 9* dan *Microsoft Excel*.

1.6. Metodologi Penelitian

Di bawah ini merupakan diagram metodologi penelitian yang dilakukan.



Gambar 1.3 Metodologi Penelitian

Berikut ini penjelasan mengenai metodologi atau langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, sebagaimana tergambar pada diagram alir metodologi

penelitian pada gambar 1.4. 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 pengembangan model sistem dinamis untuk mengevaluasi aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta sebagai media pemahaman dalam perencanaan kota yang berkelanjutan. 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 simulasi, dasar teori sistem dinamis, dasar teori ekonomi makro, dan dasar teori pengembangan kota yang berkelanjutan.

3. Pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan.

Dalam tahap ini, dilakukan proses strukturisasi masalah (*problem structuring*) dan tahap awal perancangan *causal loop diagram* (CLD). Pada intinya, proses ini dilakukan untuk memperoleh gambaran dan data-data yang diperlukan dalam pembuatan model simulasi dinamis. Di dalam proses ini, tahap-tahap yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan identifikasi terhadap permasalahan dan kondisi yang ada dengan mempelajari informasi dan perilaku yang berlaku pada aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta.
- b. Berdasarkan konsep permasalahan yang telah dipelajari, kemudian ditentukan variabel-variabel dan parameter-parameter yang berperan penting dalam aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta.
- c. Melakukan pengumpulan data-data yang relevan dan detail, yakni laporan-laporan kondisi DKI Jakarta, data historis, kebijakan-kebijakan yang pernah berlaku, studi literatur yang bersangkutan atau

yang sudah ada, serta data-data lain berdasarkan variabel dan parameter yang telah didefinisikan.

4. Perancangan Model Simulasi.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses ini merupakan langkah-langkah utama yang diperlukan dalam pembuatan model simulasi sistem dinamis itu sendiri. Dalam hal ini, proses yang dilakukan adalah pembuatan diagram sebab-akibat (*causal loop modelling*) serta perancangan model simulasi sistem dinamis (*dynamic modelling*). Tahapan-tahapan yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Membuat diagram sebab-akibat (CLD) untuk menggambarkan hubungan yang terjadi di antara variabel-variabel yang ada.
- b. Mempelajari perilaku-perilaku yang terjadi seiring dengan berjalannya waktu berdasarkan dinamika yang digambarkan dalam *causal loop diagram*.
- c. Mendefinisikan jenis-jenis variabel (seperti *stock*, *flows*, *converters*, dan lain-lain) dan menyusun *stock and flow diagram* (SFD).
- d. Membangun model simulasi komputer yang didasarkan atas CLD atau SFD yang sebelumnya dibuat. Pada tahap ini dilakukan identifikasi nilai awal dari *stock/level*, nilai-nilai parameter dari hubungan-hubungan yang ada, serta hubungan struktural di antara variabel-variabel yang ada dengan menggunakan *constant*, hubungan grafis, atau fungsi-fungsi matematis yang sekiranya tepat. Pembuatan model ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software Powersim Studio 9.
- e. Mensimulasikan model sesuai dengan periode waktu yang telah ditetapkan sebelumnya.
- f. Menyajikan hasil dalam bentuk grafik atau tabel dari hasil model simulasi dengan menggunakan bantuan *software* komputer. Perilaku yang dihasilkan kemudian dibandingkan dengan data historis atau referensi yang mendukung.
- g. Melakukan verifikasi terhadap persamaan-persamaan, parameter dan batasan, serta melakukan validasi terhadap perilaku model dalam periode waktu yang dijalankan. Inspeksi kemudian dilakukan untuk

melihat tabel dan grafik yang dihasilkan dari model simulasi pada tahap ini.

5. Analisis Hasil Model

Melakukan pengujian sensitivitas untuk mengukur sensitivitas parameter dan nilai awal (*initial value*) model. Pada tahap ini pula kemudian dilakukan identifikasi terhadap area sistem yang memerlukan perbaikan (*improvement*).

6. Hasil dan Kesimpulan.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan terhadap hasil keluaran simulasi dan pengujian kebijakan pada skenario-skenario simulasi yang dijalankan.

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 simulasi, teori sistem dinamis, teori ekonomi makro, dan teori pengembangan kota yang berkelanjutan.

Bab ketiga membahas mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Pada bagian awal dibahas mengenai data tertulis dan data mental yang dikumpulkan yang digunakan untuk mempelajari kondisi dan permasalahan yang ada. Pembahasan kemudian dilanjutkan pada pengolahan data numerik dari variabel-variabel variabel yang relevan dengan kondisi aspek sosial dan ekonomi Jakarta berdasarkan konsep yang telah dipahami untuk kemudian digunakan sebagai input model simulasi yang akan dibuat merupakan perancangan model simulasi dan analisis hasil model simulasi. Bab ini juga membahas pembuatan CLD yang menggambarkan hubungan dari variabel-variabel yang ada.

Bab keempat membahas mengenai proses pembuatan simulasi dinamis dan pembahasan terhadap hasil keluaran model simulasi yang dibuat. Pembahasan dimulai dari pembuatan SFD sebagai dasar dari pembuatan model simulasi sistem dinamis yang dibuat.

Bab kelima membahas mengenai proses verifikasi dan validasi terhadap model simulasi yang dibuat, serta analisis sensitivitas variabel.

Bab keenam adalah kesimpulan dan saran. Bab ini merangkum keseluruhan proses penelitian yang dilakukan serta hasil dan analisis yang diperoleh dari model simulasi yang dibuat sebagai alat bantu untuk mengetahui pengaruh aspek sosial dan ekonomi terhadap pengembangan kota Jakarta yang berkelanjutan. Pada bagian akhir dibahas mengenai saran untuk penelitian berikutnya.



BAB 2

STUDI PUSTAKA

2.1. Profil Kota Jakarta

2.1.1. Profil Perekonomian

Jakarta merupakan kota terpadat di Indonesia dengan densitas penduduk sebesar 14.507 orang/km² pada tahun 2010. Jumlah penduduk yang besar menjadikan perekonomian kota Jakarta terus menguat dan memiliki kontribusi rata-rata sebesar 16 persen terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Pada triwulan I 2011, pertumbuhan ekonomi Jakarta menunjukkan perkembangan yang meningkat dibandingkan triwulan sebelumnya dengan pencapaian pertumbuhan ekonomi sebesar 6.7 persen, lebih tinggi dibandingkan realisasi pertumbuhan ekonomi regional yang mencapai 6.5 persen (Biro Pusat Statistik, 2011).

Peningkatan pertumbuhan ekonomi di Jakarta didukung oleh investasi sektoral yang terus meningkat, baik oleh pemerintah maupun pihak swasta. Sektor-sektor perekonomian yang menopang perekonomian kota Jakarta meliputi sektor industri jasa, keuangan, perhotelan, perdagangan, industri pengolahan, dan konstruksi. Peningkatan pada sektor-sektor tersebut terus berkembang seiring terjadinya peningkatan penduduk.

Mayoritas penduduk Jakarta sendiri merupakan masyarakat kelas menengah dengan jumlah terbesar di Indonesia. Pada tahun 2009, 13 persen warga Jakarta memiliki penghasilan diatas U.S. \$ 10.000. Data tersebut juga didukung oleh laporan “Asian Green City Index” yang diterbitkan oleh Siemens pada tahun 2010 bahwa Jakarta memiliki tingkat pendapatan sebesar U.S. \$ 7.600 per orang (Siemens, 2010). Hal ini menjadikan konsumsi rumah tangga di kota Jakarta terus menguat sehingga perputaran ekonomi bergerak lebih cepat.

2.1.2. Profil Kondisi Sosial

Jumlah penduduk Jakarta dalam periode 2002-2006 terus mengalami peningkatan walaupun pertumbuhannya mengalami penurunan. Tahun 2002

jumlah penduduk sekitar 8,50 juta jiwa, tahun 2006 meningkat menjadi 8,96 juta jiwa, dan dalam lima tahun ke depan jumlahnya diperkirakan mencapai 9,1 juta orang. Kepadatan penduduk pada tahun 2002 mencapai 12.664 penduduk per km², tahun 2006 mencapai 13.545 penduduk per km² dan diperkirakan dalam lima tahun kedepan mencapai 13.756 penduduk per km². Laju pertumbuhan penduduk pada periode tahun 1980-1990 sebesar 2,42 persen per tahun, menurun pada periode 1990-2000 dengan laju 0,16 persen. Pada periode 2000-2005, laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,06 persen per tahun.

Dengan jumlah populasi yang terus membesar, DKI Jakarta memiliki jumlah tenaga kerja potensial yang besar. Namun hal ini harus diimbangi juga dengan jumlah penyerapan tenaga kerja yang besar pula. Pada tahun 2006, angka pengangguran DKI Jakarta mencapai 470.000 orang (Biro Pusat Statistik, 2011). Jumlah ini diharapkan menurun seiring dengan meningkatnya perekonomian DKI Jakarta.

2.2. Konsep Pembangunan Berkesinambungan

Pembangunan berkesinambungan didefinisikan sebagai sebuah konsep “pembangunan ekonomi yang dapat memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi di masa yang akan datang untuk memenuhi kebutuhannya” (United Nations, 1987). Definisi lainnya memiliki pandangan yang lebih luas dengan mendefinisikan pembangunan yang berkesinambungan sebagai “suatu kegiatan manusia yang memelihara dan mengabadikan pemenuhan historis dari keseluruhan komunitas kehidupan di bumi” (Bossel, 1999).

Pembangunan berkesinambungan juga mengambil konsep yang lebih luas dari sekedar mempertahankan lingkungan. Pembangunan berkeberlanjutan menitikberatkan pada keseimbangan aspek ekonomi, sosial, dan keberlanjutan lingkungan (Chen, Ho, & Jan, 2006). Konsep ini digunakan untuk mencerminkan seluruh lapisan dari ekonomi, sosial dan lingkungan. Tema-tema seperti populasi, kemiskinan, kondisi pekerja, kejahatan, dan pemerintahan telah dipertimbangkan untuk berada di bawah “payung” pembangunan kota yang berkesinambungan, seluruh tema tersebut dapat digunakan sebagai kerangka kerja untuk seluruh indikator pembangunan kota (Westfall & de Villa, 2001).

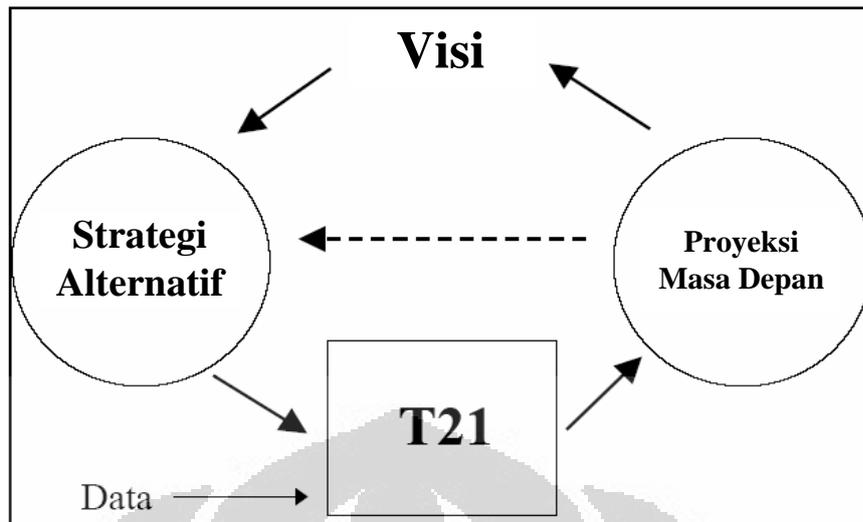
2.3. Model Threshold 21

Model *Threshold 21* (T21) merupakan sebuah model perencanaan terintegrasi berbasis sistem dinamis yang dikembangkan oleh Institut Millenium. Model *Threshold 21* (T21) digunakan dalam penelitian ini sebagai contoh aplikasi model pembangunan dengan pendekatan sistem dinamis untuk provinsi Papua. Model T21 akan digunakan untuk membantu pembentukan pola pikir dalam pembuatan model pembangunan kota Jakarta. Di dalam subbab ini akan dijelaskan lebih jauh mengenai model T21.

2.3.1. Tujuan Model T21

Model T21 dirancang untuk mendukung perencanaan pembangunan yang komprehensif dan terintegrasi. Seperti pada Gambar 2.1, T21 cocok untuk proses perencanaan sebagai alat kuantitatif yang berharga. Visi suatu wilayah dibuat secara eksplisit, dan strategi yang berbeda diusulkan untuk mewujudkan visi tersebut, Model T21 dapat digunakan untuk memperhitungkan konsekuensi di masa depan dari strategi yang berbeda. Setiap kali pengguna memproyeksikan masa depan dengan Model T21, mereka dapat dengan cepat menelusuri perubahan dalam proyeksi kembali pada asumsi dan kebijakan yang menghasilkan perubahan (Millenium Institute, 2000).

Kapabilitas ini membantu pengguna mengidentifikasi *leverage point* yang vital dan asumsi yang sensitif. Pengguna kemudian dapat menyesuaikan usulan strategi dan asumsi dan menjalankan proyeksi yang lebih jauh. Setiap kali pengguna menjalankan proyeksi, mereka memperkuat pemahaman mereka mengenai keadaan pembangunan dan strategi yang dapat membantu mereka mewujudkan visi negara (Millenium Institute, 2000).



Gambar 2.1 T21 dalam Proses Perencanaan
(Sumber : Millennium Institute, 2000, hal. 2)

2.3.2. Keistimewaan Model T21

Seperti dijelaskan sebelumnya, Model T21 dirancang untuk mendukung proses perencanaan pembangunan yang terintegrasi dan komprehensif. Dalam banyak kasus, hal ini tidak hanya mencakup semua komponen dan hubungan yang diperlukan untuk sebuah negara, tetapi juga keistimewaan yang membantu pengguna dan rekannya untuk memahami, menyesuaikan, dan mendiskusikan model. Model T21 memiliki keistimewaan untuk mendukung setiap persyaratan tersebut, yaitu:

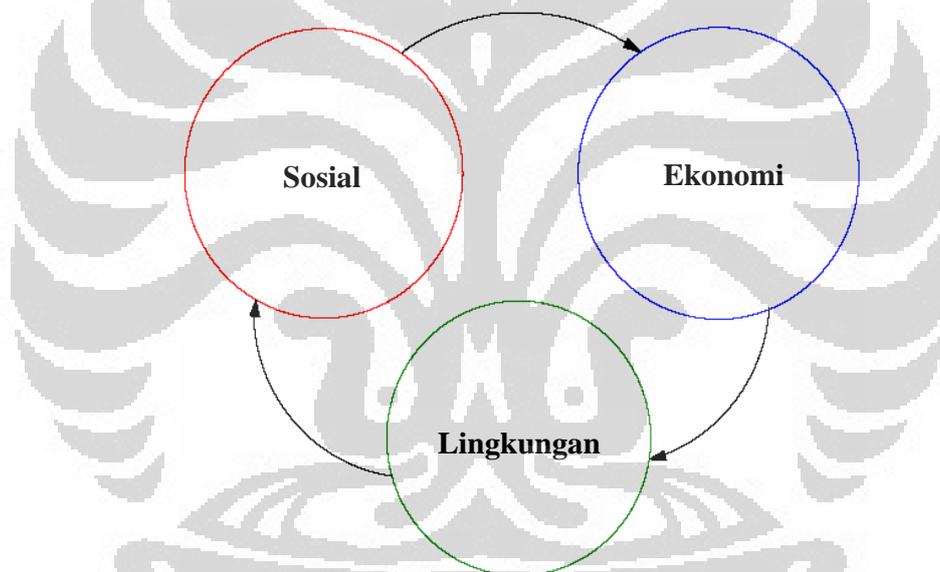
1. Mengintegrasikan elemen-elemen ekonomi, lingkungan, dan sosial menggunakan pendekatan sistem.
2. Menginformasikan strategi dan kebijakan pembangunan dengan mensimulasikan dampak yang mungkin dari alternatif pilihan kebijakan dan pilihan strategi.
3. Membangun dan mentransfer kapasitas untuk proses yang terbatas dan terus menerus dari analisis dan perencanaan pembangunan melalui proses pelatihan dan kemitraan berdasarkan teknologi yang mudah dipahami, digunakan, dan diadopsi.
4. Fleksibel dan dapat disesuaikan agar cocok dengan kebutuhan yang berbeda dari masing-masing negara melalui penggunaan desain modular di mana

sektor yang ada dapat dimodifikasi atau dihilangkan dan sektor yang baru dapat ditambahkan.

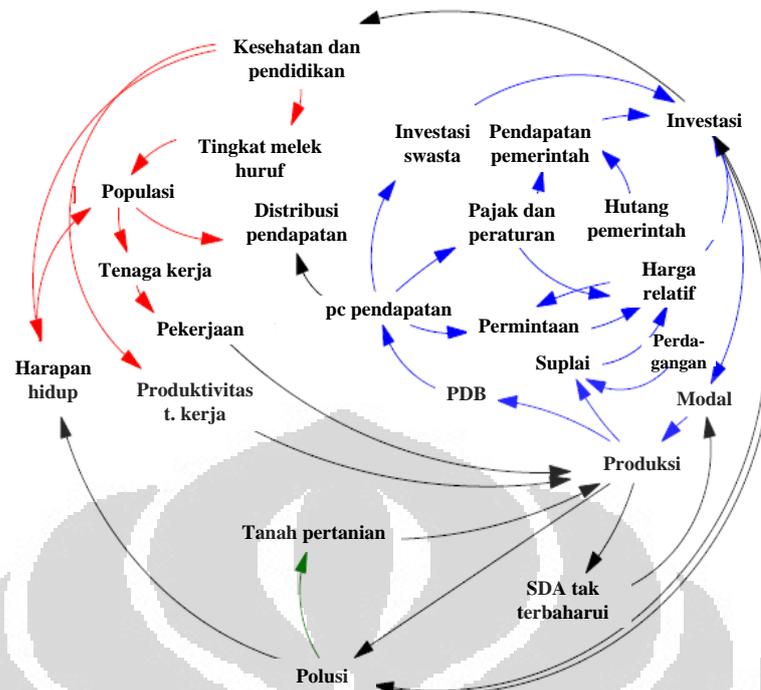
5. Menghasilkan output untuk dokumen kebijakan termasuk anggaran nasional, rencana pembangunan nasional, *the Country Assistant Strategy (CAS)*, *the Poverty Reduction Strategy Paper (PRSP)* atau *UN Development Assistance Framework (UNDAF)*.

2.3.3. Gambaran Model T21

Gambar 2.2 dan gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan gambaran konsep dari T21. Seperti yang dinyatakan sebelumnya, T21 mencakup faktor ekonomi, sosial, dan lingkungan, dengan hubungan-hubungan di antara ketiga faktor tersebut.



Gambar 2.2 Gambaran Konsep T21
(Sumber : Millennium Institute, 2000, hal. 7)



Gambar 2.3 Gambaran Detail Konsep T21

(Sumber : Millennium Institute, 2000, hal. 10)

Sektor produksi (pertanian, industri, dan jasa) adalah fungsi Cobb-Douglas dengan input sumber daya, tenaga kerja, modal, dan teknologi. Pendekatan *Computable General Equilibrium* (CGE) digunakan untuk menyeimbangkan persediaan dan permintaan dan untuk menghitung harga relatif, di mana hasilnya adalah mekanisme pasar untuk mengalokasikan investasi di antara sektor-sektor. PDB (dan populasi) mengendalikan pendapatan per kapita, yang kemudian mempengaruhi investasi swasta dan pendapatan pajak. Pajak, peraturan, dan investasi adalah intervensi melalui model yang dipengaruhi.

Kondisi sosial (khususnya pelayanan kesehatan dan tingkat melek huruf dewasa) mempengaruhi kelahiran dan harapan hidup, yang kemudian menentukan populasi. Populasi menentukan tenaga kerja, yang membentuk pekerjaan. Tingkat pendidikan, bersama dengan faktor lainnya, mempengaruhi produktivitas tenaga kerja. Pekerjaan dan produktivitas tenaga kerja adalah input produksi. Produksi menciptakan polusi dan mengurangi sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Keduanya merupakan umpan balik untuk mempengaruhi produksi.

2.4. Simulasi

2.4.1. Definisi Simulasi

Secara kontekstual menurut *Oxford American Dictionary* (1980), simulasi secara harfiah dapat berarti sebagai cara “untuk mereproduksi kondisi dari suatu situasi, melalui penggunaan model atau alat peraga, untuk keperluan penelitian, percobaan, atau latihan”. Dalam pembahasan pada penelitian ini, definisi simulasi, ditekankan pada penggunaannya dalam membantu metode sistem dinamis.

Simulasi dalam konteks ini dapat didefinisikan sebagai imitasi dari sistem dinamis dengan menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan melakukan perbaikan (*improvement*) terhadap kinerja sistem. Menurut Schriber (1987), simulasi adalah suatu aktivitas memodelkan suatu proses atau sistem sedemikian sehingga model yang dibuat memiliki respon yang menyerupai sistem aktual terhadap kejadian-kejadian yang terjadi seiring berjalannya waktu, perilaku ini yang seringkali disebut sebagai melihat perilaku system terhadap waktu (*Behavior over time*) sehingga lebih mudah mempelajari perilaku sistem secara komprehensif.

Simulasi secara umum dibuat dan dikendalikan menggunakan perangkat lunak untuk membantu proses dan komputasi yang terjadi di dalam model, oleh karena sifat model dari simulasi terutama model simulasi system dinamis merupakan aplikasi dari perhitungan matematis yang kompleks sehingga diperlukan perangkat lunak dan kemampuan komputasi computer untuk mampu menghasilkan hasil yang diinginkan.

Simulasi lalu dirancang memiliki sebuah tampilan grafis yang membantu pembuat kebijakan atau *user* melakukan intervensi terhadap model simulasi, selama jalannya simulasi, *user* dapat secara interaktif mengatur kecepatan simulasi dan bahkan melakukan perubahan pada nilai parameter model untuk melakukan analisis “bagaimana-jika” (*“what-if” analysis*). Teknologi simulasi juga memungkinkan kemampuan untuk melakukan optimasi terhadap suatu model sehingga dihasilkan kondisi yang diinginkan. Bagaimanapun, optimasi ini tidak terjadi karena simulasi itu sendiri, melainkan karena adanya skenario-skenario yang memenuhi kendala-kendala kemungkinan yang ada sehingga model dapat

dijalankan secara otomatis dan dianalisis dengan menggunakan algoritma mencapai tujuan secara khusus.

2.4.2. Tujuan Simulasi

Simulasi memberikan sebuah alternative baru untuk menguji kondisi kondisi yang diatur sehingga dampak dari kondisi kondisi yang diatur tersebut dapat terlihat sebelum di implementasikan dalam dunia nyata, hal ini memberikan sebuah pemahaman apakah suatu keputusan yang telah dibuat merupakan keputusan yang terbaik berdasarkan parameter parameter tertentu yang diinginkan. Simulasi menghindarkan akan metode tradisional yang mahal, memakan waktu, dan menghabiskan banyak sumber daya. Dengan penekanan pada kondisi yang ada sekarang ini, metode pengambilan keputusan tradisional dengan cara *trial-and-error* sudah dianggap tidak sesuai lagi.

Kelebihan simulasi terletak pada kemampuan simulasi menyediakan suatu metode analisis yang tidak hanya formal dan prediktif, tetapi juga secara akurat mampu mengevaluasi kinerja dari suatu sistem, bahkan sistem yang paling kompleks sekalipun. Dengan kondisi persaingan pasar saat ini yang menuntut “*getting it right the first time*”, pentingnya simulasi menjadi semakin jelas agar tidak dilakukan permulaan yang keliru.

Dengan menggunakan komputer untuk memodelkan suatu sistem sebelum sistem itu dibuat atau untuk melakukan uji operasi sebelum sistem itu benar-benar diimplementasikan, kesalahan-kesalahan yang kerap kali ditemukan pada saat suatu sistem yang baru dijalankan atau saat memodifikasi sistem yang lama dapat dihindari. *Improvement* yang pada umumnya dengan metode tradisional dapat memakan waktu berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun dapat dicapai dengan waktu hitungan hari bahkan jam. Hal ini dimungkinkan karena simulasi berjalan dalam waktu yang dikompresi (*compressed time*) di mana waktu mingguan dari suatu sistem dapat disimulasikan dalam beberapa menit bahkan beberapa detik.

Karakteristik dari suatu simulasi yang menyebabkan simulasi dianggap sebagai *tool* yang efektif untuk perencanaan dan pengambilan keputusan antara lain adalah sebagai berikut:

- Kemampuan menangkap ketergantungan di dalam sistem. (*interdependencies*)

- Kemampuan menggambarkan variasi di dalam sistem.
- Kemampuan untuk memodelkan sistem apapun.
- Kemampuan menunjukkan perilaku terhadap waktu.
- Memakan biaya dan waktu yang lebih rendah serta menggunakan sumber daya yang lebih efisien dibandingkan dengan metode tradisional yang melakukan eksperimen secara langsung pada sistem aktual.
- Kemampuan menyediakan informasi pada pengukuran kinerja yang berbeda-beda.
- Kemampuan visual yang menarik dan memancing keingintahuan dari orang-orang.
- Kemampuan menyajikan hasil yang mudah dimengerti dan mudah dikomunikasikan.
- Kemampuan untuk mengkompresikan waktu.
- Menuntut perhatian untuk diberikan pada detail perancangan.

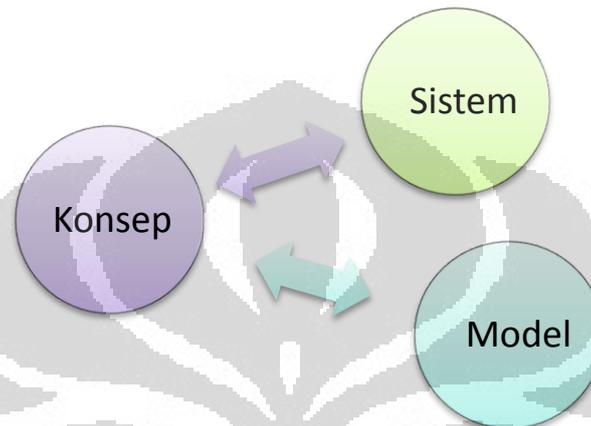
Karena simulasi dapat menggambarkan adanya saling ketergantungan (*interdependencies*) dan variasi, simulasi dapat memberikan pandangan yang mendalam mengenai dinamika yang kompleks dari suatu sistem yang tidak dapat diperoleh dengan menggunakan teknik analisis lainnya.

Simulasi memberikan kebebasan bagi perencana sistem untuk mencoba bermacam-macam ide yang berbeda untuk *improvement* dengan resiko yang nihil, yakni tidak menimbulkan biaya, tidak memakan waktu, dan tidak menimbulkan gangguan terhadap sistem aktual yang ada. Simulasi juga mampu menyajikan hasil secara visual dan kuantitatif dengan statistik kinerja yang tercatat secara otomatis dengan menggunakan bermacam-macam metrik pengukuran. Simulasi dapat dikerjakan dengan informasi yang tidak akurat, tetapi simulasi tidak dapat dibuat dengan data yang tidak lengkap.

2.4.3. Penggunaan Simulasi

Simulasi hampir selalu dilaksanakan sebagai bagian dari proses dalam perancangan sistem atau perbaikan proses yang besar. Alternatif-alternatif solusi akan dihasilkan dan kemudian dievaluasi, setelah itu solusi yang terbaik akan dipilih dan diimplementasikan.

Simulasi pada dasarnya merupakan sebuah alat yang digunakan untuk melakukan percobaan di mana model komputer dari sistem yang baru atau sistem yang sudah ada dibuat dengan tujuan untuk melakukan eksperimen. Model ini berperan sebagai pengganti dari sistem yang sebenarnya. Pengetahuan yang diperoleh dengan melakukan eksperimen pada model dapat ditransfer ke sistem yang sebenarnya.



Gambar 2.4 Simulasi Memberikan Cara Virtual dalam Melakukan Eksperimen Terhadap Sistem

(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 9)

Menjalankan simulasi adalah sebuah proses merancang model dari sistem yang nyata dan melakukan eksperimen dengan model ini. Melakukan eksperimen pada model akan mengurangi waktu, biaya, dan kerusakan jika dibandingkan dengan eksperimen yang dilakukan pada sistem aktual. Bertolak dari hal ini, simulasi dapat dianggap sebagai *virtual prototyping tool* untuk mendemonstrasikan bukti dari konsep yang ada.

2.4.4. Jenis-jenis Simulasi

Cara simulasi bekerja didasarkan terutama pada jenis dari simulasi yang digunakan. Terdapat banyak pemahaman dalam mengkategorikan simulasi. Beberapa pemahaman yang umum adalah simulasi statis atau simulasi dinamis, simulasi stokastik atau simulasi deterministik, serta simulasi diskrit atau simulasi kontinu.

a) Simulasi Statis atau Simulasi Dinamis

Simulasi statis adalah simulasi yang tidak didasarkan atas waktu. Simulasi ini seringkali melibatkan *random sampling* untuk menghasilkan hasil statistik sehingga simulasi ini kerap kali disebut dengan simulasi *Monte Carlo*.

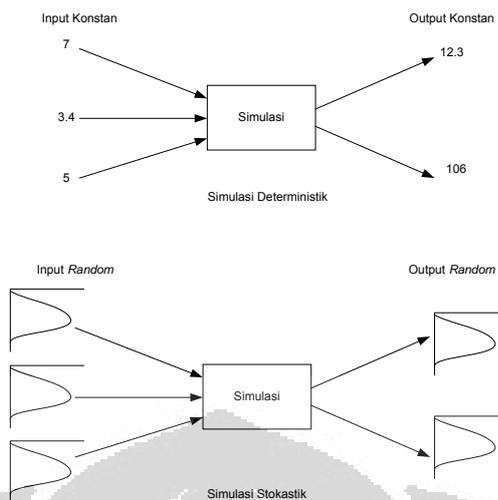
Sebaliknya, simulasi dinamis mengikutsertakan di dalamnya aliran waktu. Keadaan yang ada di dalam sistem akan berubah seiring dengan jalannya waktu. Karena sifat ini, simulasi dinamis tepat untuk digunakan untuk menganalisis sistem manufaktur dan sistem jasa.

b) Simulasi Stokastik atau Simulasi Deterministik

Simulasi di mana satu atau lebih variabel *input* di dalamnya bersifat *random* disebut dengan simulasi stokastik atau probabilistik. Simulasi stokastik menghasilkan *output* yang juga bersifat *random* dan karenanya hanya memberikan satu *data point* mengenai bagaimana perilaku dari sistem.

Sementara itu simulasi yang tidak mempunyai komponen *input* yang bersifat *random* dapat dikatakan sebagai simulasi deterministik. Model simulasi deterministik pada umumnya serupa dengan model stokastik, hanya saja model simulasi deterministik tidak memiliki *randomness*. Dalam simulasi deterministik, semua keadaan ke depan ditentukan begitu data *input* dan keadaan awal telah didefinisikan.

Seperti yang dilihat pada gambar 2.5, simulasi deterministik memiliki *input* konstan dan menghasilkan *output* yang bersifat konstan pula. Sementara itu, simulasi stokastik memiliki *input random* dan menghasilkan *output* yang juga *random*. *Input* yang ada meliputi waktu aktivitas, interval kedatangan, dan urutan *routing*. Sementara itu *output* yang ada meliputi metrik-metrik seperti waktu aliran rata-rata, *flow rate*, dan *resource utilization*. *Output* apapun yang dihasilkan oleh *variable input* yang bersifat *random* akan juga menjadi variabel yang bersifat *random*.



Gambar 2.5 Contoh Simulasi Deterministik dan Simulasi Stokastik

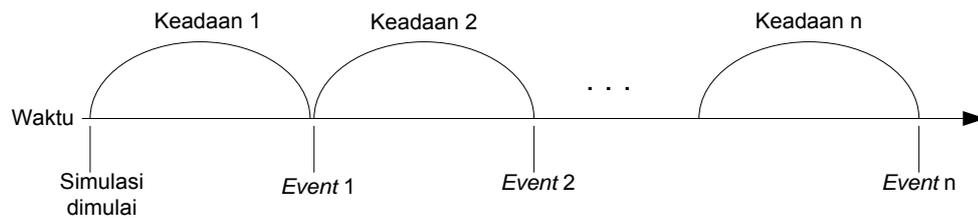
(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 49)

Simulasi deterministik akan selalu mengeluarkan hasil yang sama tidak peduli berapa kali simulasi itu dijalankan. Dalam simulasi stokastik, beberapa replikasi harus dibuat untuk memperoleh perkiraan kinerja yang akurat karena setiap replikasi bervariasi antara satu dengan lainnya secara statistik. Estimasi kinerja dari simulasi stokastik diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata dari metrik kinerja yang ada di antara replikasi-replikasi. Sebaliknya, simulasi deterministik hanya perlu dijalankan satu kali untuk memperoleh hasil yang akurat karena hasil yang diperoleh akan selalu sama.

c) Simulasi Diskrit atau Simulasi Kontinu

Simulasi terkadang dapat dikategorikan sebagai simulasi diskrit (*discrete-event simulation*) atau simulasi kontinu (*continuous simulation*). Sebuah simulasi diskrit merupakan simulasi di mana perubahan terjadi pada titik-titik diskrit di dalam waktu yang dipicu oleh adanya *event*. *Event* yang dimaksudkan dapat berupa:

- Kedatangan *entity* ke dalam *workstation*.
- Kegagalan kerja dari *resource*.
- Selesaiannya suatu aktivitas.
- Akhir dari *shift* kerja.

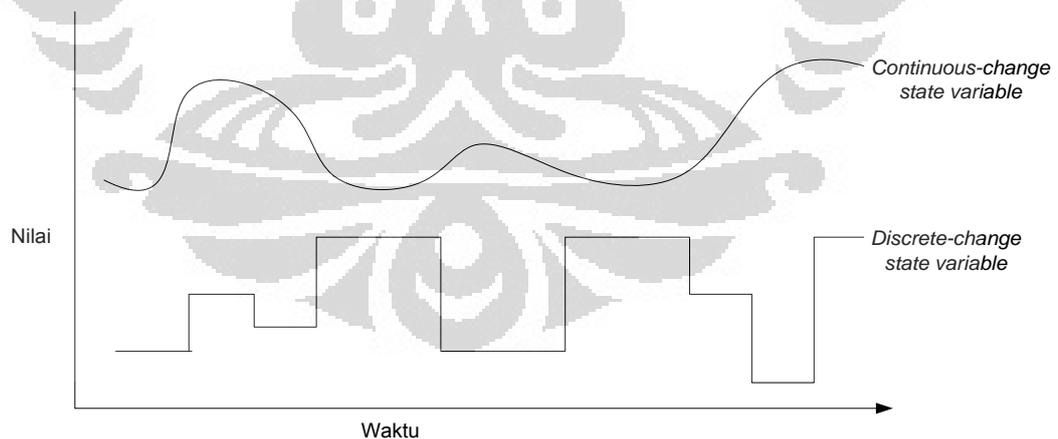


Gambar 2.6 Perubahan Keadaan Diskrit Disebabkan oleh Adanya Kejadian Diskrit

(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 49)

Perubahan keadaan di dalam model terjadi pada saat beberapa *event* terjadi, seperti yang terlihat pada gambar di atas. Keadaan dari model menjadi keadaan kolektif dari semua elemen-elemen di dalam model pada suatu waktu tertentu. Variabel keadaan (*state variable*) yang terdapat di dalam simulasi diskrit disebut dengan *variable* perubahan keadaan diskrit (*discrete-change state variable*).

Di dalam simulasi kontinu, variabel keadaan berubah secara kontinu seiring dengan berjalannya waktu dan karenanya dinamakan *variable* perubahan keadaan kontinu (*continuous-change state variable*). Gambar di bawah ini menunjukkan perbandingan antara *discrete-change state variable* dan *continuous-change state variable* yang berubah terhadap waktu.



Gambar 2.7 Perbandingan antara Discrete-Change Variable dan Continuous Change Variable

(Sumber: Bowden, et. al., 2000, hal. 50)

2.4.5. Perbedaan Simulasi, Optimasi, dan Ekonometri

Didalam tulisannya yang berjudul *A Skeptic's Guide to Computer Models*, John Sterman mencoba untuk memberikan rangkuman tentang perbedaan dari tiga buah alat yang sering digunakan untuk melakukan pemodelan, rangkuman tersebut dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2-1 Perbedaan Optimasi, Simulasi dan Ekonometri

Differences	a Brief Review on Optimization, Simulation and Econometrics		
	Optimization	Simulation	Econometrics
Purpose	The output of an optimization model is a statement of the best way to accomplish some goal	The purpose of simulations may be foresight (predicting how systems might behave in the future under assumed conditions) or policy design	Measure economic relations, and it originally involved statistical analysis of economic data.
Parts	<ul style="list-style-type: none"> - Objective Function - Decision Variables - Constraints 	<ul style="list-style-type: none"> - Representation of the physical world relevant to the problem under study - Portrait the behavior of the actors in the system 	<ul style="list-style-type: none"> - Specification - Estimation - Forecasting
Limitations	<ul style="list-style-type: none"> - Specification of Objective Values Bias - Produce Linear Behavior - Lack of Feedback - Lack of Dynamics 	<ul style="list-style-type: none"> - Accuracy of the Decision Rules - Limitations of Soft Variables - Broad Model Boundaries 	<ul style="list-style-type: none"> - Static Behavior - Irony of Equilibrium - Lack of Feedback - Lack of Dynamics

2.5. Sistem Dinamis

2.5.1. Sistem

Secara luas sistem dapat didefinisikan sebagai keseluruhan interaksi antar unsur dari sebuah obyek dalam batas lingkungan tertentu yang bekerja untuk mencapai tujuan tertentu. Beberapa contoh sistem antara lain sistem perbintangan,

ekosistem, sistem lalu lintas, sistem politik, sistem ekonomi, sistem manufaktur, dan sistem jasa.

Suatu sistem setidaknya terbentuk atas elemen-elemen sebagai berikut:

- Komponen-komponen atau bagian-bagian penyusun suatu sistem
- Interaksi antar komponen-komponen
- Tujuan bersama atas interaksi-interaksi antar komponen-komponen
- Lingkungan atau batasan sistem (*system boundary*)

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.

2.5.2. 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.

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 :

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

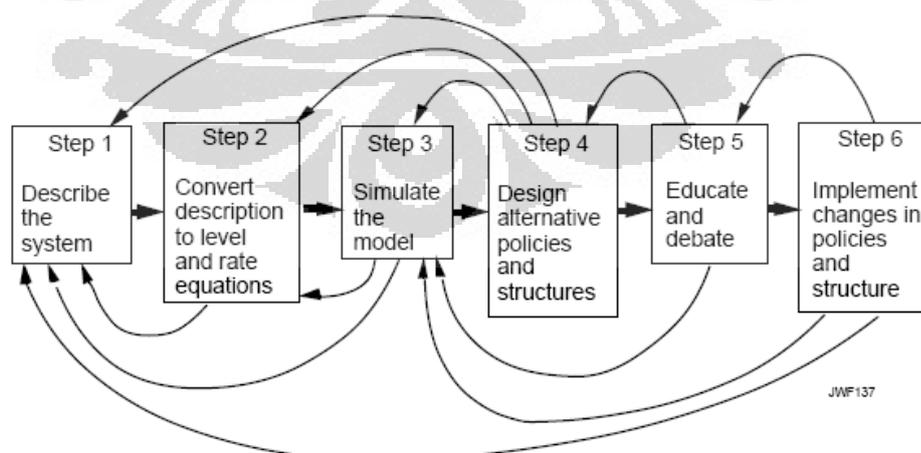
menunjukkan adanya perubahan menurut waktu bersifat dinamis. Perubahan tersebut menghasilkan kinerja sistem yang dapat diamati perilakunya.

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.

2.5.3. Proses Pemodelan Sistem Dinamis

Tujuan model sistem dinamik adalah untuk mempelajari, mengenal, dan memahami struktur, kebijakan, dan *delay* suatu keputusan yang mempengaruhi perilaku sistem itu sendiri. Dalam kerangka berpikir sistem dinamik, 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 dinamik adalah memperoleh pemahaman atas suatu sistem, sehingga langkah-langkah pemecahan masalah memberikan umpan balik pada pemahaman sistem.

Pada Gambar 2.8 ditunjukkan rangkaian proses dalam sistem dinamik yang dijelaskan oleh Jay Forrester dalam jurnalnya, “*System Dynamics, System Thinking and Soft OR*” :



Gambar 2.8 Proses Sistem Dinamik

(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*.

2.5.4. Sumber Informasi dalam Pembuatan Model Simulasi

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.

a) 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.

b) 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.

c) 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.

2.5.5. 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

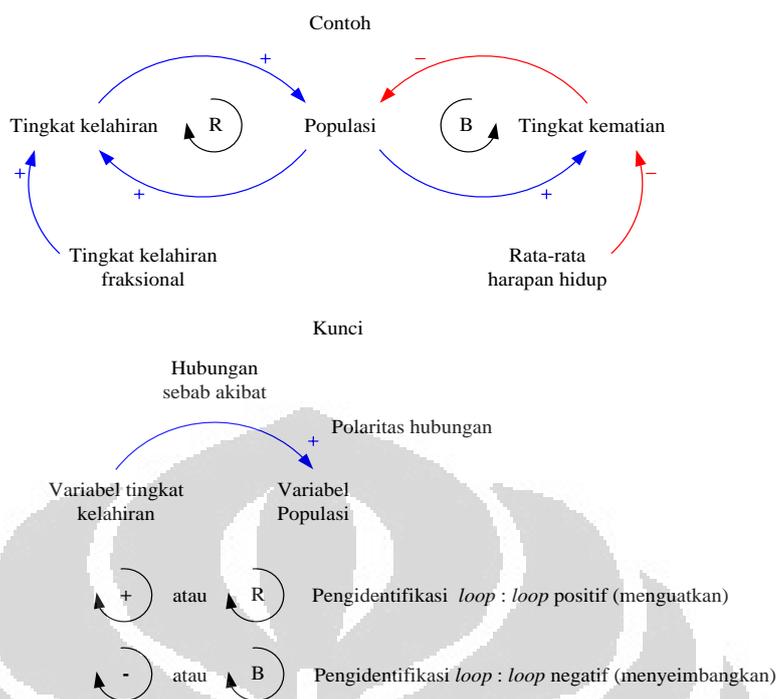
Suatu umpan balik disebut negatif apabila peningkatan pada suatu variabel akan mengakibatkan penurunan pada variabel yang sama. Umpan balik negatif bersifat menyetabilisasi sistem atau menyeimbangkan sistem. Umpan balik negatif dapat ditemui pada sistem yang memiliki perilaku dengan pola osilasi.

2.5.6. 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, hal. 137) :

- 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 2.9 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
$X \xrightarrow{+} Y$	<p>Jika X meningkat (menurun), maka Y akan meningkat (menurun).</p> <p>Jika terjadi akumulasi, X menambah Y.</p>	$\partial Y / \partial X > 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_{t_0}^t (X + \dots) ds + Y_{t_0}$	<p>Kualitas produk $\xrightarrow{+}$ Penjualan</p> <p>Usaha $\xrightarrow{+}$ Hasil</p> <p>Kelahiran $\xrightarrow{+}$ Populasi</p>
$X \xrightarrow{-} Y$	<p>Jika X meningkat (menurun), maka Y akan menurun (meningkat).</p> <p>Jika terjadi akumulasi, X mengurangi Y.</p>	$\partial Y / \partial X < 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_{t_0}^t (-X + \dots) ds + Y_{t_0}$	<p>Harga produk $\xrightarrow{-}$ Penjualan</p> <p>Frustasi $\xrightarrow{-}$ Hasil</p> <p>Kematian $\xrightarrow{-}$ Populasi</p>

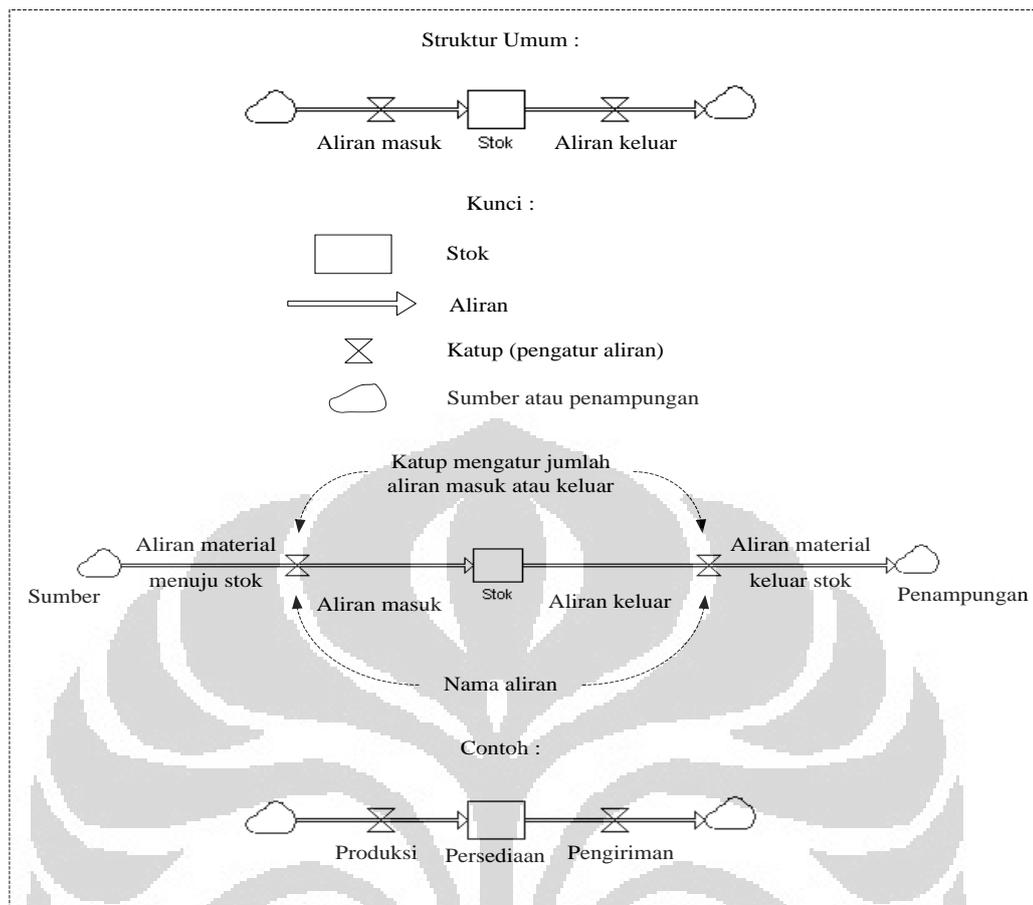
Gambar 2.10 Polaritas Hubungan

(Sumber : Sterman, 2000, hal. 139)

2.5.7. 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 keluarnya. Dengan memisahkan tingkat aliran, stok merupakan sumber ketidakseimbangan dalam sistem.



Gambar 2.11 Cara Penulisan Diagram Alir

(Sumber : Sterman, 2000, hal. 193)

Gambar 2.11 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 2.12 Analogi Hidrolik

(Sumber: Sterman, 2002, hal. 508.)

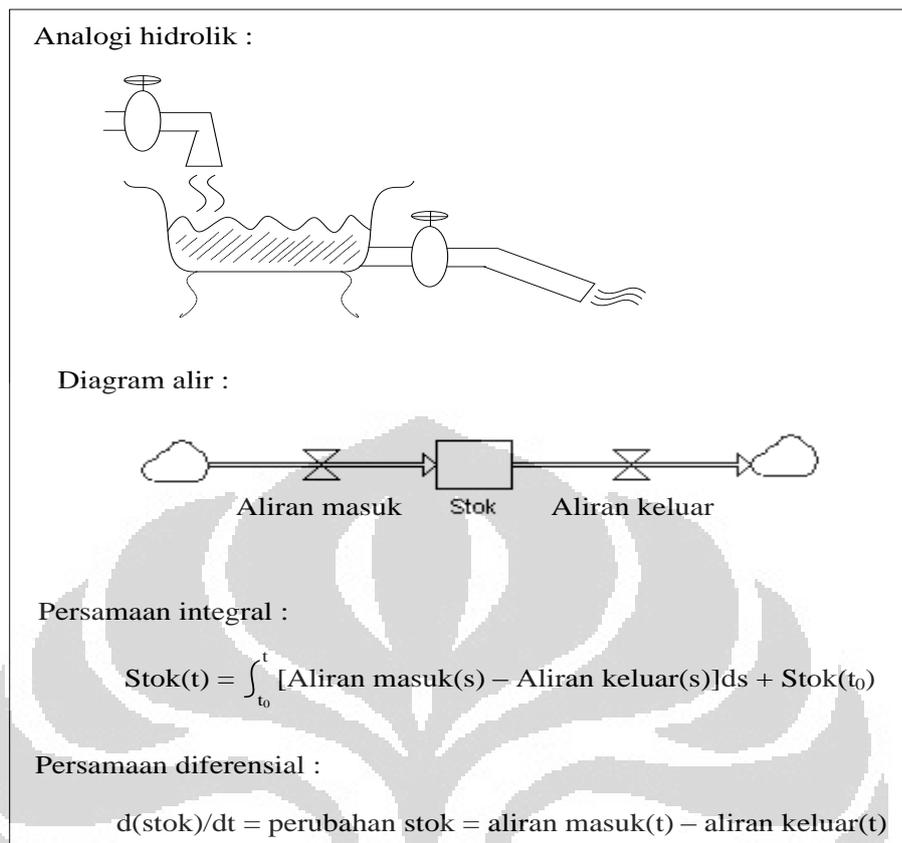
Melalui cara yang sama, kuantitas material dalam stok apapun merupakan akumulasi dari aliran material yang masuk dikurangi aliran material yang keluar. Analogi ini memiliki pengertian matematis yang tepat dan tidak ambigu. Stok mengakumulasi atau mengintegrasikan alirannya; aliran menuju stok adalah tingkat perubahan dari stok. Oleh karena itu, struktur yang digambarkan dalam Gambar 2.12 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:



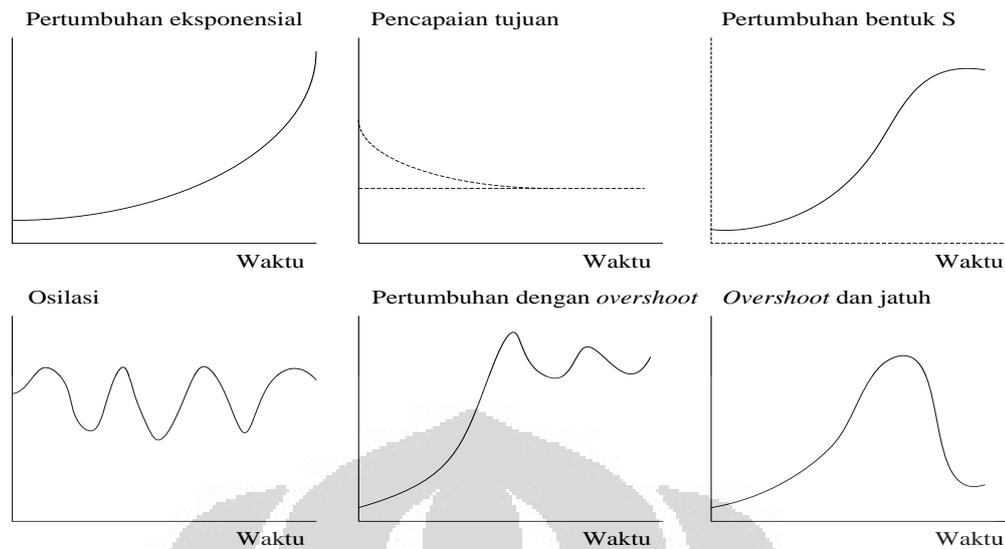
Gambar 2.13 Representasi Struktur Diagram Alir

(Sumber : John D. Sterman, 2000, hal. 194)

2.5.8. 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 sepenulsi 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 2.14 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*).

2.5.9. 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 2-2 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</i> , <i>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 analisis kebijakan dan sensitivitas

Tabel 2-2 Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)

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 imbangannya 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 2-2 Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)

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	Error 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 endogen 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 2-2 Cara-Cara Validasi Model (Sambungan)

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

(Sumber : Sterman, 2000, hal. 859)

2.5.10. Analisis 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. 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.

2.6. Teori Dasar Makro Ekonomi

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 :

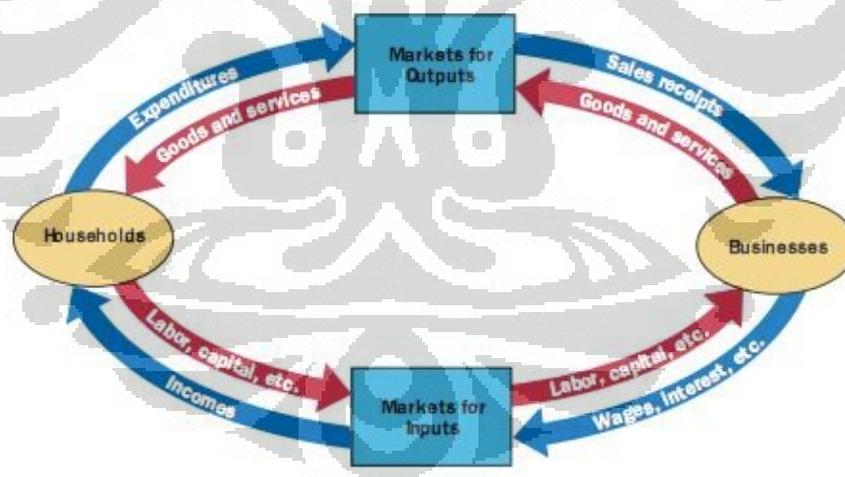
- Pernyataan tentang kelangkaan (*scarcity*)
- Penggunaan sumberdaya dengan cara yang paling efektif dan efisien

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 atau kota untuk dihitung sebagai dasar kemakmuran negara atau kota tersebut. Perbedaan antara ekonomi makro dan mikro adalah :

- Ekonomi Mikro
 - Memusatkan 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

2.6.1. Prinsip-Prinsip Dasar Makro Ekonomi

Dalam pemahaman ekonomi, aliran dari barang, uang dan jasa merupakan hal yang menjadi perhatian utama, dimana aliran barang, uang dan jasa inilah yang disebut dengan aliran ekonomi.



Gambar 2.15 Siklus Aliran Barang dan Jasa

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

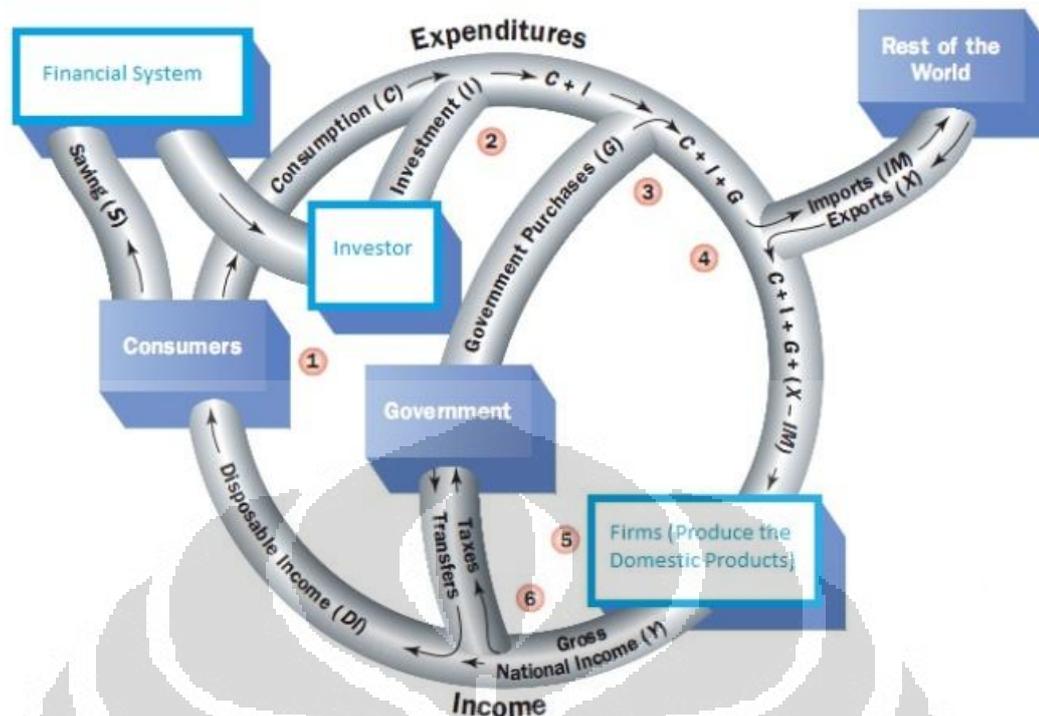
Dalam gambar diatas dapat dijelaskan bahwa ekonomi berjalan diawali dengan adanya konsumsi dari rumah tangga (*consumer*), dimana konsumsi dari rumah tangga ini akan menjadi permintaan yang akan dipenuhi oleh perusahaan. Selain konsumsi faktor lainnya adalah investasi yang dikeluarkan oleh rumah tangga; setiap rumah tangga memiliki kecenderungan untuk menabung dan

menginvestasikan sebagian dari pendapatan mereka, investasi dan tabungan inilah yang nantinya menjadi modal bagi perusahaan untuk mengembangkan usaha mereka lewat peminjaman modal.

Peningkatan produksi yang dikarenakan adanya konsumsi rumah tangga akan mengakibatkan adanya peningkatan pendapatan rumah tangga, dalam ekonomi peningkatan pendapatan rumah tangga juga akan meningkatkan konsumsi sehingga ekonomi akan lebih terdorong untuk maju, namun laju peningkatan pendapatan tidak sama dengan laju peningkatan konsumsi, dimana tingkat peningkatan pendapatan selalu lebih besar daripada peningkatan konsumsi, nilai tersebut lalu terkonversi menjadi laju peningkatan investasi, inilah yang disebut dengan perilaku *Marginal Propensity to Consume (MPC)*. MPC menjelaskan bahwa peningkatan pendapatan akan lebih mempercepat laju peningkatan investasi dan tabungan, dimana perilaku ini membuat adanya akselerasi ekonomi yang disebabkan oleh peningkatan ketersediaan modal bagi para produsen.

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 2.16 Siklus Ekonomi menurut Mazhab 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 hamper 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

2.6.2. Faktor Produksi Ekonomi

a) 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 barang modal 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.

b) Faktor Tenaga Kerja

Pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan angkatan kerja (yang terjadi beberapa tahun kemudian setelah pertumbuhan penduduk) secara tradisional dianggap sebagai salah satu faktor 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 negatifnya) pertumbuhan 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.

c) 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).

2.6.3. Pendapatan Regional

Salah satu tolak 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

diproduksikan 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).

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.

Pendapatan regional dari sebuah kota memiliki konsep yang sama dengan pendapatan nasional sebuah negara. Dalam sebuah kota, dikenal istilah Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) atau Gross Regional Domestic Product (GRDP) yang sama konsepnya dengan GDP.

Untuk menghitung PDRB suatu kota 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 regional 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 kota.

2.6.4. Ekonomi dan Dampak Sosial

Pembangunan dan peningkatan ekonomi tentunya memiliki dampak sosial dimana tujuan utama dari sistem ekonomi adalah tercapainya kemakmuran sebuah kota yang dilihat dari indikator indikator sosial, indikator seperti jumlah orang miskin dan pengangguran menjadi topic pembicaraan utama dalam makro ekonomi.

a) Ekonomi dan Pengangguran

Gambaran secara menyeluruh dari kondisi perekonomian suatu daerah dapat diperoleh dengan mengukur dengan tingkat pertumbuhan ekonominya 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 menganggur (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.

b) Ekonomi dan Kemiskinan

Dibanyak kota 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 baguspun menjadi tidak akan berarti bagi masyarakat miskin jika tidak diiringi dengan penurunan yang tajam dalam pendistribusian atau pemerataannya.

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 pembangunan kota Jakarta yang berkesinambungan. 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 keterkaitan dan interaksi sektor ekonomi, sosial, dan lingkungan yang berhubungan dengan pembangunan kota yang berkelanjutan dari sudut pandang berpikir sistem.

- a) Keterkaitan Sektor Ekonomi, Sosial, dan Lingkungan dalam Pengembangan Kota yang Berkelanjutan, 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 masalah yang dihadapi oleh pemerintahan Amerika Serikat saat ini merupakan problem sistemik dimana satu sektor akan mempengaruhi bahkan menambah buruk keadaan disektor lain. Hal ini tercermin dari nilai hutang domestik Amerika yang semakin membumbung tinggi, keuangan mereka bergantung secara besar terhadap Republik Rakyat China, serta neraca perdagangan mereka yang semakin hari menumpuk nilai defisit, menjadikan Amerika sebagai sebuah negara yang sebenarnya sedang dilanda penyakit yang akut. Ditambah pula dengan nilai kebergantungan Amerika yang sangat besar pada komoditas energi dari negara lain dan kompetisi yang semakin ketat terhadap suplai energi dengan China dan India makin membuat kondisi Amerika saat ini sedang terdesak.

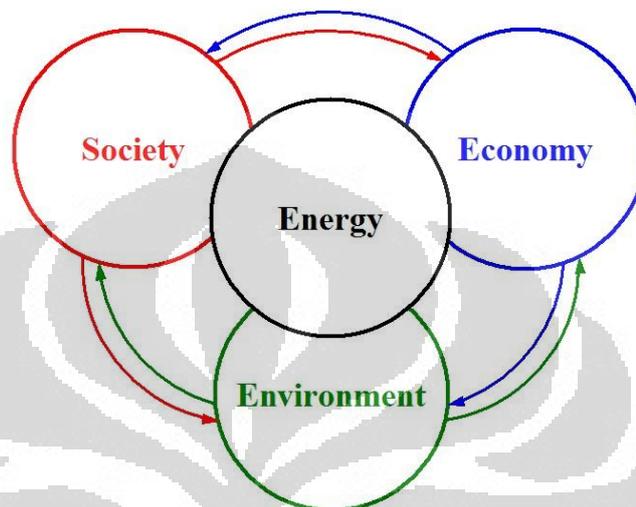
Masyarakat yang semakin bingung akan hadirnya isu yang rumit seperti ini menjadi tidak mampu memberikan pandangan yang tepat terhadap kebijakan yang dijalankan oleh pemerintah, untuk itulah dibutuhkan sebuah metode yang mampu meningkatkan pemahaman dan pengertian masyarakat terhadap isu rumit yang sedang berkembang seperti ini. Model T21 yang berbasis pada pemodelan menggunakan dasar dasar sistem dinamis menjadi sebuah pilihan yang baik untuk mampu menggambarkan relasi dan ketergantungan sebuah sektor terhadap sector lainnya (Bassi, 2008). Tujuan utama dari model T21 adalah menggambarkan dan mengevaluasi sebuah dampak dari kebijakan sebuah sector terutama pada sektor energi 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 populasi



Gambar 3.1 Relasi Makro Model T21

3. Aspek Lingkungan Hidup : dilambangkan sebagai indikator utama dari keberlanjutan sebuah struktur, dimana unsur 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.

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 dijembatani 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

- b) Interaksi antara Sektor Sosial dan Ekonomi, sebuah Pemahaman dari Jurnal *The Impact Of The Biodiesel Industry In Indonesia With The Sustainability Aspect Of The Dynamic Systems Approach*

Indonesia memiliki potensi pengembangan Industri Biodiesel dengan melimpahnya faktor pendukung terutama pada segi bahan dasar. Namun, Industri Biodiesel saat ini tidak menunjukkan pertumbuhan yang menggembirakan sesuai dengan mandat pemerintah. Jurnal ini membahas tentang dampak yang diberikan oleh industri biodiesel pada aspek keberlanjutan nasional sesuai dengan kerangka *three bottom line* yaitu aspek Ekonomi, Sosial dan Lingkungan Hidup, sehingga didapatkan pengetahuan yang lebih komprehensif terhadap dampak Industri Biodiesel yang akan membantu pemerintah menyusun set kebijakan untuk mendorong pengembangan industri Biodiesel yang lebih baik. Untuk menunjukkan dampak dari industri Biodiesel digunakan pendekatan metode system dinamis yang mampu menggambarkan relasi dan interkoneksi dari variabel variabel yang ada sehingga didapatkan penggambaran dari perilaku sistem terhadap adanya industri biodiesel. Indikator menunjukkan peningkatan aspek ekonomi, sosial dan lingkungan hidup, namun terjadi *trade off* pada aspek lingkungan hidup dimana pertumbuhan industri Biodiesel juga akan meningkatkan kerusakan hutan di lain sisi menurunkan emisi gas rumah kaca.

Terdapat lima *loop* utama yang dapat menggambarkan interaksi yang terjadi antara aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan didalam model ini. Lima *loop* tersebut adalah *loop* Ekonomi Publik, *loop* Ekonomi Swasta, *loop* Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup, *loop* Ketersediaan Tenaga Kerja, dan *loop* Populasi dan Pendapatan.

3.1.2. Pengumpulan Data Tertulis dan Numerik

Selain melakukan pengolahan data mental dalam membangun model ini juga diperlukan masukan dalam bentuk pengolahan data tertulis dan numerik, dimana pengolahan data numerik yang ada lebih banyak akan menjadi masukan model dalam bentuk variabel eksogen.

Pengumpulan data-data tertulis dan numerik yang diperlukan dalam pengembangan model ini dilakukan dengan mengambil data data yang berasal

dari sumber sekunder yang diakui secara nasional maupun internasional, data data tersebut juga telah menjadi basis pada penelitian penelitian dan publikasi ilmiah yang dapat diuji validitasnya.

Adapun data-data yang diperlukan dalam pengembangan model ini merupakan data-data makro ekonomi dan data-data indikator sosial dan teknologi seperti data inflasi, data pertumbuhan sektoral, data data pengeluaran dan pendapatan pemerintah, data populasi, data pendidikan, dan data-data seputar DKI Jakarta lainnya.

Sumber utama data tersebut adalah :

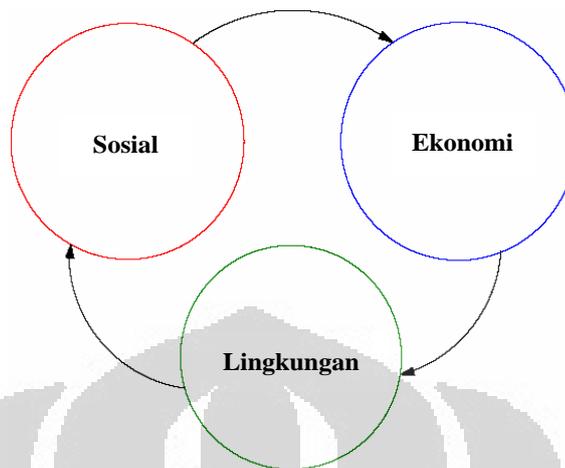
- Jakarta Dalam Angka
- Statistik Daerah Provinsi DKI Jakarta
- *World Bank: World Development Indicator Report and Database 2009*
- Sistem Neraca Sosial Ekonomi Indonesia 2005
- *Statistical Database Bank Indonesia*
- *Asian Green City Index Siemens*
- *International Labor Organization Report*

3.2. Kerangka Sistem dan Pengembangan Model

Berdasarkan pengumpulan data mental yang dilakukan, terlihat bahwa terdapat korelasi antara aspek ekonomi, sosial dan lingkungan hidup dimana ketiga aspek ini saling mempengaruhi, sehingga perlu dikembangkannya sebuah model yang mampu mengakomodir keterkaitan dan korelasi yang terjadi atas ketiga aspek tersebut.

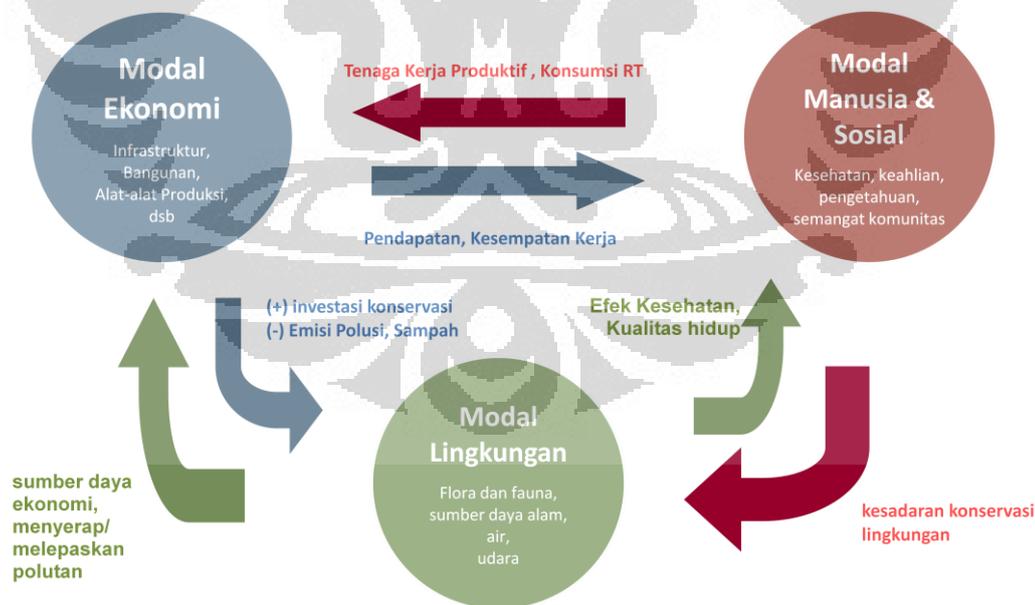
Sebuah model yang sudah tervalidasi digunakan sebagai dasar pengembangan model dalam penelitian ini, Model *Threshold 21* (T21) yang dikembangkan oleh *Millenium Institute* Amerika Serikat menjadi kerangka dasar pengembangan model kota Jakarta yang berkelanjutan. Kekuatan utama dari model T21 adalah mampu mengkombinasikan keterkaitan dan dinamika yang terjadi antara ketiga aspek.

Kerangka dasar model T21 secara lebih jelas dapat tergambarkan melalui gambar berikut.



Gambar 3.2 Kerangka Kerja Dasar Model T21

Dari kerangka tersebut lalu dilakukan pembatasan model, yaitu menentukan di dalam model faktor-faktor apa saja yang diolah oleh model, faktor yang menjadi input secara *exogenous* di dalam model maupun faktor faktor lainnya yang diabaikan dalam model. Secara umum indikator keberlanjutan tergambarkan dalam diagram berikut ini.



Gambar 3.3 Gambaran Umum Indikator Keberlanjutan

Berkaca pada tujuan utama model yaitu menggambarkan dampak berbagai kebijakan terhadap aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta, maka indikator

indikator utama dalam aspek keberlanjutan harus bisa diolah oleh model, adapun indikator indikator tersebut adalah :

- Pada Aspek Ekonomi :
 - Nilai Produksi Sektoral
 - Pendapatan Domestik Regional Bruto
 - Pendapatan Domestik Regional Bruto per Kapita
- Pada Aspek Sosial :
 - Jumlah Populasi
 - Indeks Literasi
 - Jumlah Tenaga Kerja
 - Jumlah Penerimaan Tenaga Kerja
 - Angka Harapan Hidup
 - Jumlah Pengangguran
 - Indeks Pendidikan

Indikator-indikator diatas dipilih berdasarkan kewajaran pada indikator keberlanjutan yang digunakan secara internasional. Untuk nilai-nilai indikator ekonomi digunakan merujuk pada indikator-indikator kemakmuran negara yang dikeluarkan oleh lembaga IMF (*International Monetary Fund*), sementara nilai nilai indikator sosial dipilih berdasarkan atas rujukan pada program MDGs (*Millenium Development Goals*) dan HDI (*Human Development Index*) yang dikeluarkan oleh Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB). Dari nilai-nilai yang diharapkan mampu menjadi keluaran model maka dipetakan apa saja yang mampu diolah model secara *endogenous*, *exogenous* dan apa yang dianggap diabaikan oleh model. Daftar tersebut terlihat dalam tabel dibawah ini.

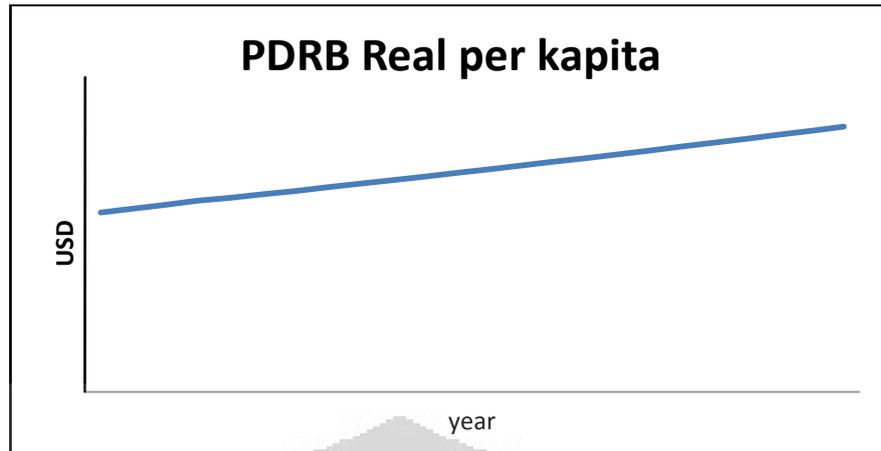
Tabel 3-1 Faktor Eksogen, Endogen, dan Diabaikan

Endogenous	Exogenous	Excluded
Population	Migration	Natural Disaster
Life Expectation	Exchange Rate	Corruption
Labor Force	Inflation	Crime
Gross Regional Domestic Product	Education Spending Portion	Terrorism
Technology		War
Investment		Political Issues
Consumption		Others Municipal Growth
Fossil Fuel Emission		
Education		
Employment		

Faktor-faktor endogen tersebut akan diolah dalam model dan dibantu masukan dari faktor-faktor eksogen untuk menghasilkan nilai-nilai yang diharapkan sebagai indikator keberlanjutan dalam pengembangan DKI Jakarta yang berkelanjutan.

3.2.1. Modus Referensi

Dalam pemodelan sistem dinamis, perilaku terhadap waktu (*Behavior Over Time/BOT*) adalah perhatian utama ketika menganalisis sebuah sistem, untuk itu sebelum melakukan pemodelan terlebih dahulu dilihat perilaku terhadap waktu dari sistem yang sudah ada, hal ini akan memberikan pemahaman tentang bagaimana sistem tersebut berjalan dan berinteraksi, adapun indikator perilaku yang kita lihat adalah indikator-indikator utama dari aspek ekonomi dan sosial dalam pembangunan kota Jakarta yang berkelanjutan.



Gambar 3.4 Modus Referensi PDRB Riil Per Kapita

Dari grafik modus referensi PDRB riil per kapita diatas, dapat dilihat bahwa nilai PDRB riil per kapita akan terus meningkat seiring dengan berjalannya waktu. Hal ini terjadi karena adanya *loop* positif antara aspek sosial dan ekonomi yang mengakibatkan semakin baiknya pertumbuhan ekonomi DKI Jakarta.

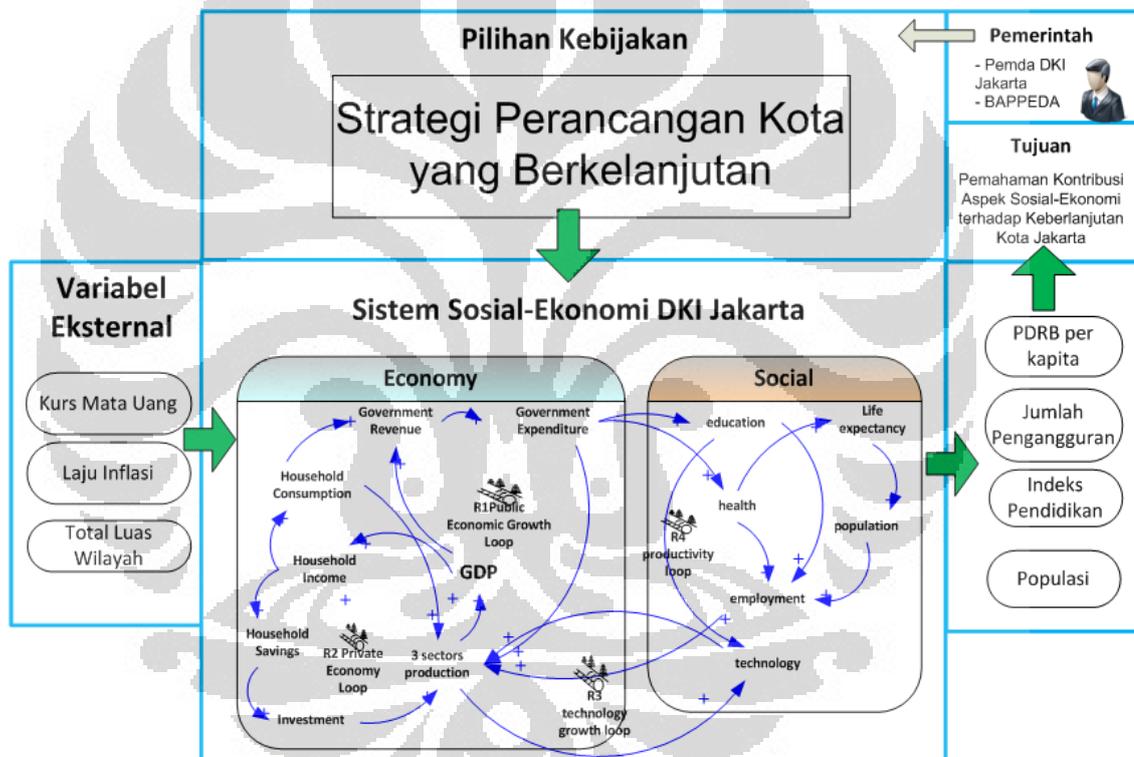


Gambar 3.5 Modus Referensi Jumlah Pengangguran

Gambar 3.5 menunjukkan bahwa jumlah pengangguran di DKI Jakarta akan naik meskipun tidak signifikan. Hal ini dapat terjadi karena peningkatan populasi penduduk Jakarta lebih besar dibandingkan peningkatan jumlah penyerapan tenaga kerja. Oleh karena itu dibutuhkan intervensi kebijakan dari Pemerintah Daerah DKI Jakarta agar angka pengangguran dapat ditekan.

3.2.2. Diagram Sistem

Pemodelan 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 pengembangan kota Jakarta yang berkelanjutan.



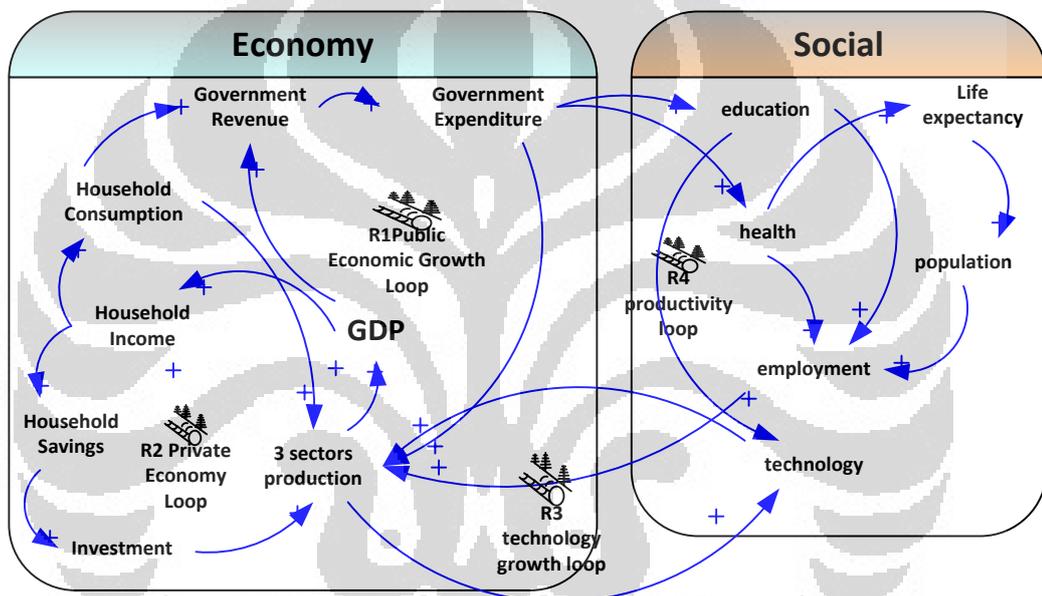
Gambar 3.6 Diagram Sistem Model Pengembangan Kota Jakarta yang Berkelanjutan

Dalam diagram sistem dapat dilihat bahwa terdapat pilihan kebijakan yang dapat diambil oleh Pemda DKI Jakarta dan BAPPEDA (Badan Perancangan Daerah) sebagai *Problem Owner* untuk melakukan perancangan kota yang berkelanjutan. Kebijakan yang dipilih nantinya akan dilihat pengaruhnya ke dalam sistem sosial-ekonomi DKI Jakarta. Diagram sistem ini mengedepankan *Input* dan *Output* yang diperlukan model untuk berjalan.

3.2.3. Pengembangan *Causal Loop Diagram*

Causal Loop Diagram (CLD) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk merepresentasikan mental model yang dimiliki oleh 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.

Penjabaran tentang CLD ini akan dilakukan dalam beberapa langkah, dimana setiap CLD tetap akan berpedoman pada CLD utama dari model ini, seperti yang tergambar di bawah ini.



Gambar 3.7 *Causal Loop Diagram* Utama Model

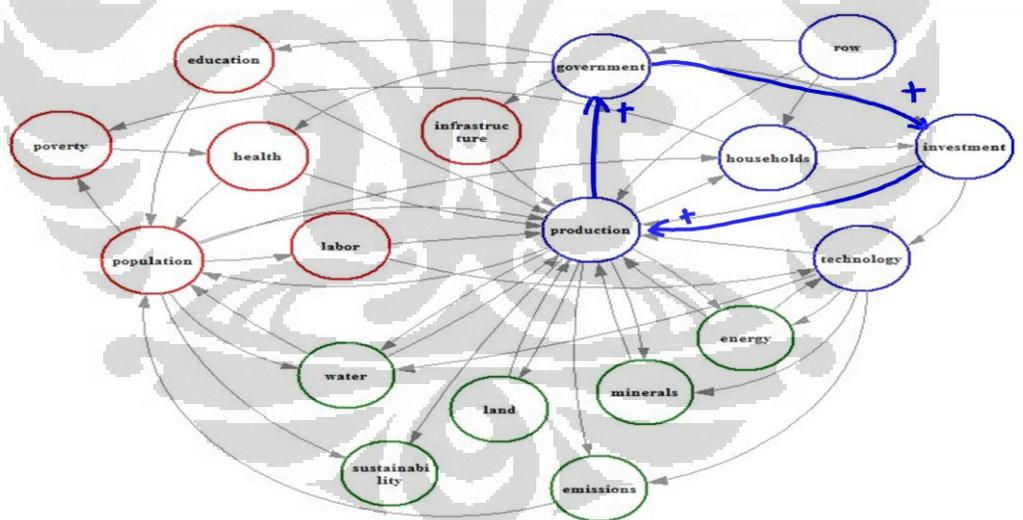
Dalam CLD utama dari model dijelaskan keterkaitan antar masing-masing modul dalam model sehingga menciptakan sebuah keterkaitan yang unik. Diawali dengan pendapatan individu yang dalam prinsip-prinsip ekonomi menjadi penggerak utama ekonomi sebuah kota, dimana jika pendapatan individu meningkat maka akan diiringi juga dengan peningkatan konsumsi, sehingga dibutuhkan peningkatan produksi untuk memenuhi permintaan dari konsumen, selain itu peningkatan pendapatan juga akan meningkatkan tabungan dan investasi yang dikeluarkan oleh individu, sehingga terjadi penambahan nilai modal yang tersedia bagi perusahaan untuk meningkatkan kapasitas produksi mereka.

Peningkatan investasi yang terjadi juga dapat meningkatkan investasi dalam bidang pendidikan dan kesehatan (investasi ini dilakukan lewat perantara program *Corporate Social Responsibility* (CSR) atau lewat perantara pengeluaran pemerintah) dimana peningkatan investasi pada kedua bidang ini akan mengakibatkan peningkatan produktivitas pekerja yang pada akhirnya juga akan meningkatkan produksi dari masing masing sektor.

a) Pengembangan *Causal Loop Diagram* berdasarkan model T21

Pengembangan model yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan dasar kerangka model T21 yang telah divalidasi sebelumnya, maka pengembangan CLD pada model ini juga menggunakan basis pengembangan CLD dalam model T21. Dimana dalam model T21 terdapat lima buah *Loop* utama yang digunakan. Setiap *Loop* utama menggambarkan korelasi yang penting dan unik dari model T21 ini.

- *Loop* utama pertama (Ekonomi Publik)

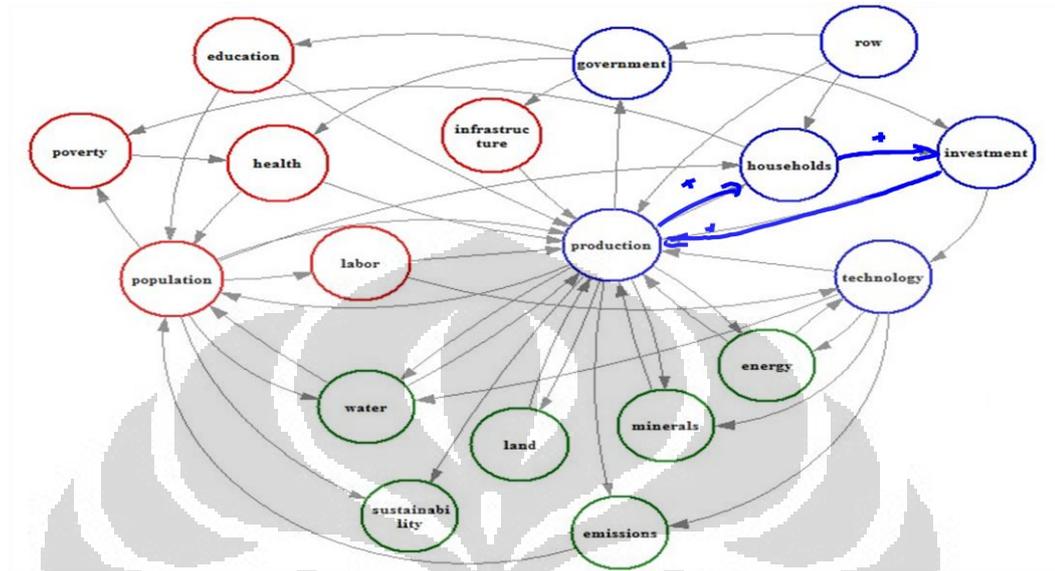


Gambar 3.8 Loop Ekonomi Publik

Loop pertama menggambarkan bagaimana pemerintah mampu membuat ekonomi berjalan dan tumbuh. *Loop* dimulai dengan adanya pengeluaran pemerintah, dimana pengeluaran pemerintah ini akan meningkatkan investasi secara langsung maupun tidak langsung. Peningkatan investasi ini membuat produksi sektoral juga meningkat karena ketersediaan modal yang semakin besar. Peningkatan produksi sektoral pada akhirnya akan meningkatkan penerimaan

pemerintah lewat peningkatan penerimaan pajak. Umpan balik yang terjadi akibat *Loop* ekonomi publik ini membentuk sebuah *Reinforcing Loop*.

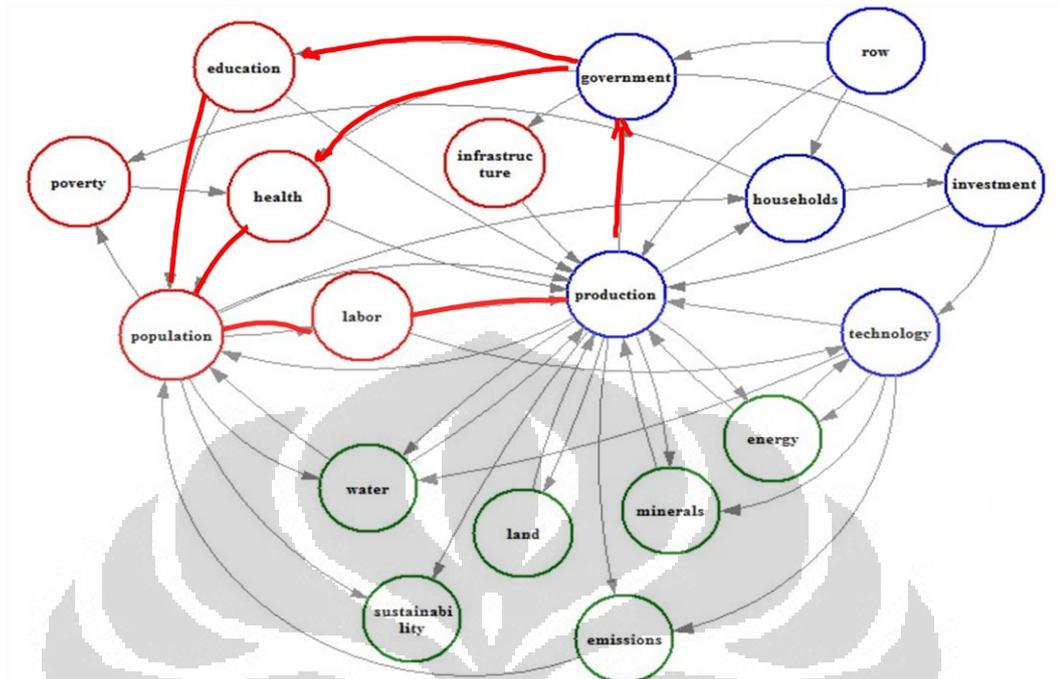
- *Loop* Utama kedua (*Loop* Ekonomi Swasta)



Gambar 3.9 Loop Utama Ekonomi Swasta

Loop kedua ini menggambarkan bagaimana peranan dari individu dan rumah tangga yang disebut sektor swasta (*private*) terhadap sistem ekonomi secara keseluruhan. Dalam *Loop* ini digambarkan bagaimana konsumsi dan investasi dari rumah tangga dapat meningkatkan produksi dengan melalui perantara investasi. Konsumsi rumah tangga juga mengakibatkan produksi dari sektor produksi harus meningkat untuk memenuhi kebutuhan dari konsumsi. Sama dengan *Loop* pada ekonomi publik, *Loop* ini juga mengakibatkan terbentuknya *Reinforcing Loop*.

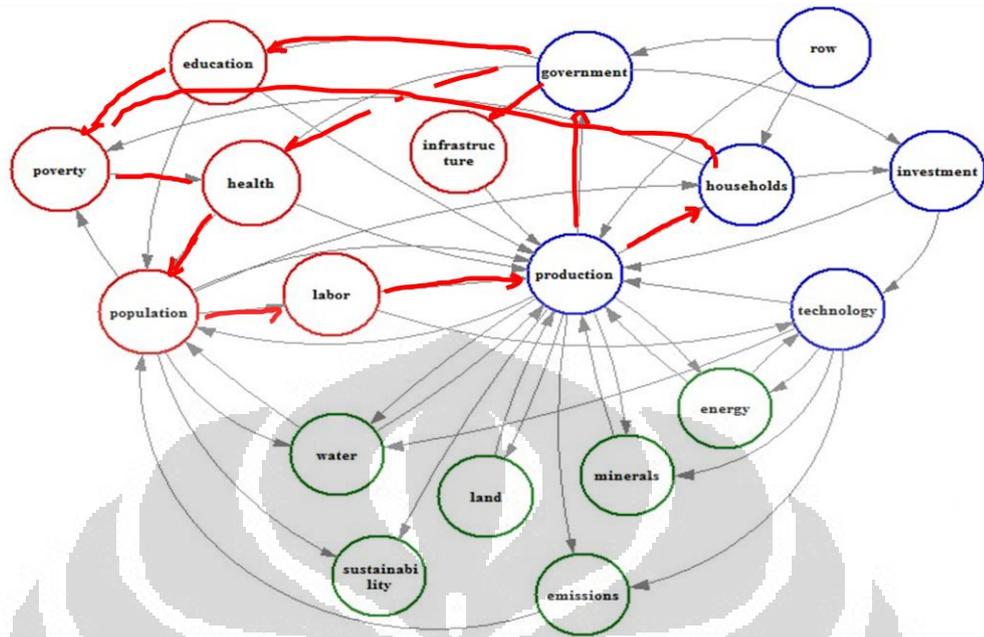
- *Loop* ketiga (*Loop* Ketersediaan Tenaga Kerja)



Gambar 3.10 Loop Utama Ketersediaan Tenaga Kerja

Loop ketiga ini menunjukkan adanya hubungan antara sektor ekonomi dengan sektor sosial, dimana peningkatan produksi memiliki hubungan erat dengan kebutuhan akan ketersediaan tenaga kerja sebagai faktor produksi dari sektor ekonomi. Peningkatan produksi perlu ditunjang dengan peningkatan jumlah tenaga kerja dan produktivitas dari tenaga kerja. Faktor faktor ini berinteraksi dengan adanya perantara dari pemerintah, dimana ketika faktor produksi meningkat maka akan terjadi juga peningkatan penerimaan pemerintah lewat penerimaan pajak, sehingga pemerintah memiliki cukup dana untuk menunjang pendidikan dan kesehatan dari populasi, peningkatan kesehatan dan pendidikan akan memberikan efek positif dengan adanya peningkatan produktifitas dan peningkatan jumlah tenaga kerja yang dihasilkan oleh populasi karena bertambahnya harapan hidup.

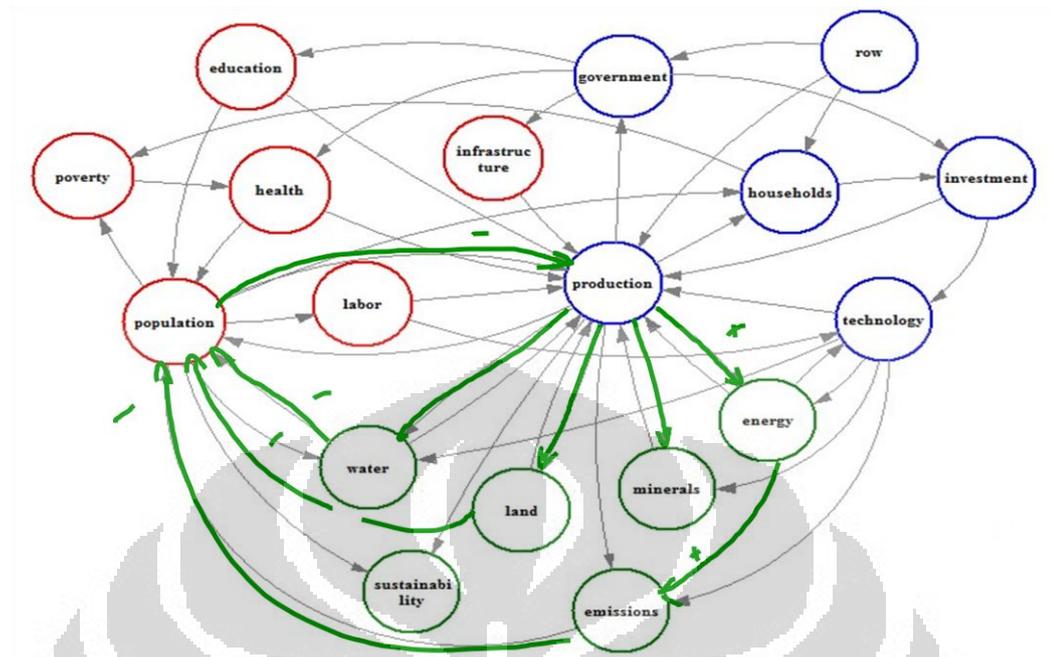
- *Loop* utama keempat (*Loop* Populasi dan Pendapatan)



Gambar 3.11 Loop Populasi dan Pendapatan

Loop keempat ini menggambarkan adanya keterkaitan antara faktor populasi yang menjadi sumber utama pada aspek sosial dengan pendapatan atau produksi sebagai sumber utama faktor ekonomi. Dalam *Loop* ini digambarkan bahwa seiring dengan meningkatnya pendapatan yang diperoleh maka pemerintah mampu memberikan porsi nominal yang lebih banyak bagi peningkatan kualitas kesehatan dan pendidikan, begitu juga yang terjadi pada individu dimana peningkatan pendapatan yang mereka peroleh juga akan meningkatkan tingkat pendidikan dan kesehatan mereka dimana jika tingkat pendidikan dan kesehatan meningkat maka populasi akan tumbuh dengan wajar, dan peningkatan akan faktor pendidikan dan kesehatan juga akan mengurangi kemiskinan yang terjadi.

- *Loop* Utama kelima (*Loop* Sumber daya alam dan lingkungan hidup)



Gambar 3.12 Loop Utama Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup

Loop kelima ini menunjukkan adanya hubungan antara sektor ekonomi dengan sektor lingkungan hidup, dimana peningkatan produksi memiliki batasan-batasan yang *rigid*. Batasan-batasan tersebut adalah ketersediaan sumber daya alam yang ada, dimana jika terjadi peningkatan produksi maka akan diiringi juga dengan peningkatan permintaan akan sumber daya alam, dimana sumber daya alam ini juga memiliki batasan ketersediaan, sehingga tidak mungkin terjadi peningkatan produksi secara masif karena adanya keterbatasan pada sumber daya alam dan energi. Kebutuhan akan energi dan sumber daya alam ini menggerus indikator-indikator lingkungan hidup. Keterkaitan antar variabel dalam *Loop* ini menciptakan *Balancing Loop*.

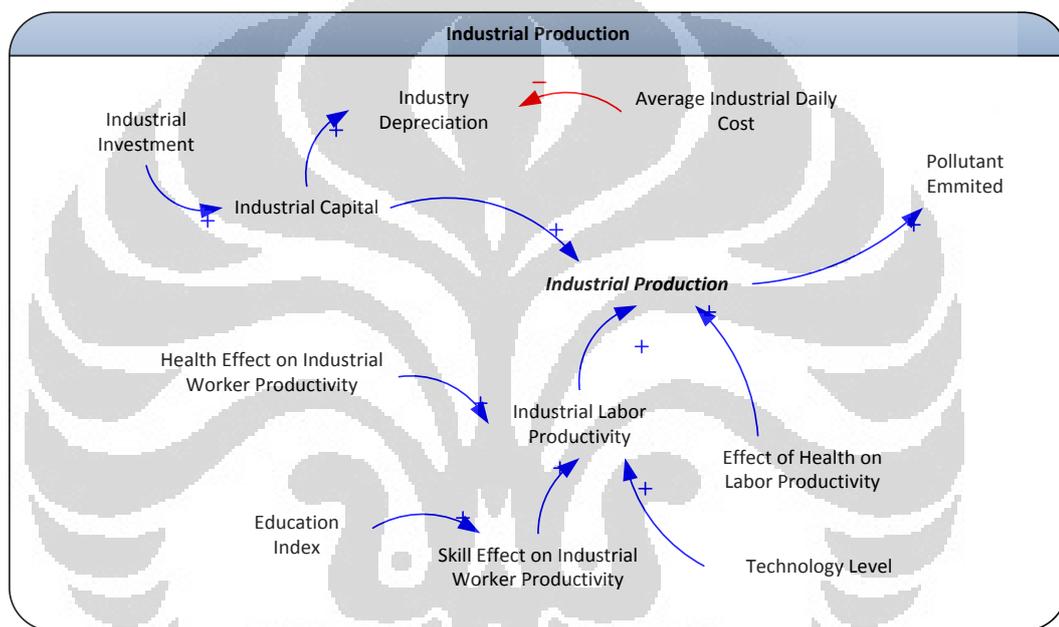
Pada penelitian ini hanya akan dibahas empat loop pertama yang menggambarkan interaksi antara aspek ekonomi dan sosial serta interaksi didalamnya sesuai dengan tujuan model yaitu menganalisis dampak kebijakan pemerintah pada aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta.

b) Pengembangan *Causal Loop Diagram* (CLD) Model

Setelah melakukan pengembangan CLD model T21, dilakukan pengembangan CLD yang lebih detail dalam model. CLD ini akan dikembangkan berbasis pada sub-model yang ada.

Dimulai dengan pengembangan CLD dari sub-model ekonomi dimana terdapat sektor-sektor produksi, aspek pemerintah dan aspek harga relatif yang menjadi penggerak dari sistem ekonomi yang ada.

- CLD Sektor Produksi Industri



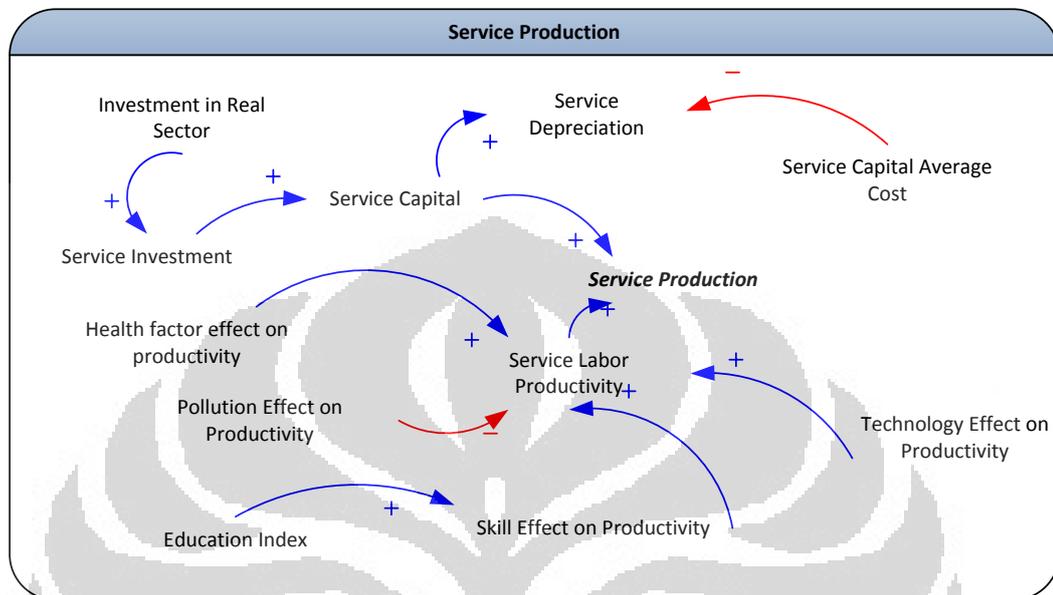
Gambar 3.13 CLD Sektor Produksi Industri

Pada CLD sektor produksi industri tergambar interaksi antar variabel yang ada, faktor industri sangat dipengaruhi oleh pergerakan modal yang ada, dimana pergerakan modal berasal dari investasi yang terjadi pada sektor rumah tangga. Peningkatan produktivitas dari industri juga bergantung pada produktivitas dari tenaga kerja yang diserap oleh sektor industri.

Dalam CLD ini juga tergambar bagaimana sektor produksi industri memiliki ketergantungan terhadap sektor sosial dan sektor lingkungan hidup. Disini digambarkan ketersediaan tenaga kerja dan efek dari kesehatan dan pendidikan menjadi hal yang penting dari aspek sosial yang dapat mempengaruhi aspek ekonomi. Pada CLD ini juga digambarkan bagaimana aspek lingkungan

hidup menjadi batasan dari sektor industri untuk melakukan peningkatan produksi.

- CLD Sektor Produksi Jasa

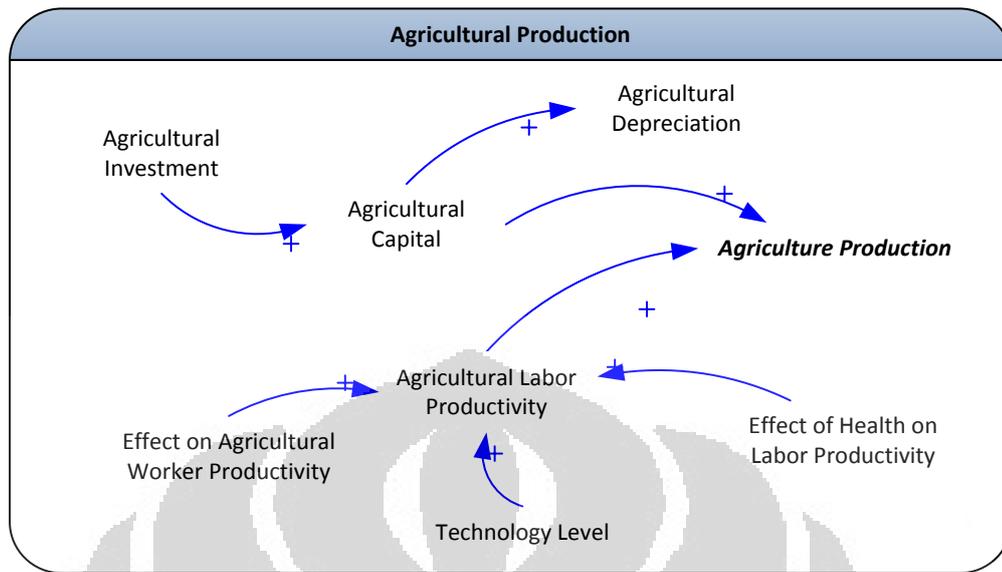


Gambar 3.14 CLD Sektor Produksi Jasa

Serupa dengan CLD yang ada pada sektor industri, sektor jasa juga merupakan penggerak utama ekonomi yang bergantung pada ketersediaan tenaga kerja yang ada, selain jumlah ketersediaan tenaga kerja faktor lain yang berpengaruh adalah produktivitas tenaga kerja.

Pada sektor jasa, faktor produktivitas tenaga kerja menjadi sebuah faktor pengali yang sangat besar, karena produktivitas dari tenaga kerja faktor jasa adalah kunci dari nilai nominal produksi pada sektor ini. Faktor produktivitas tenaga kerja bergantung pada faktor-faktor sosial yaitu pendidikan dan kesehatan.

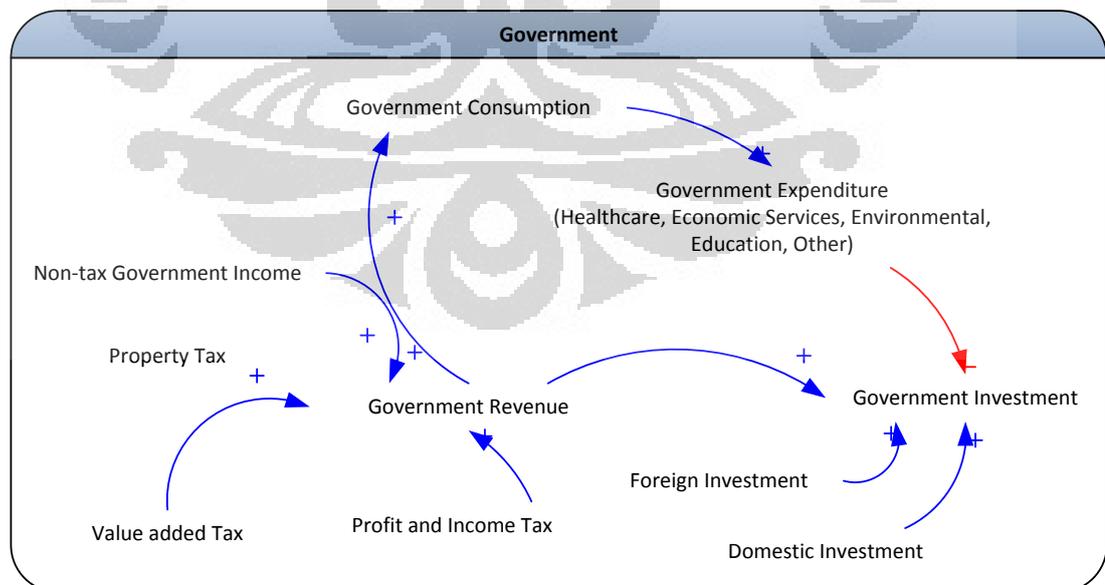
- CLD Sektor Produksi Pertanian



Gambar 3.15 CLD Sektor Produksi Pertanian

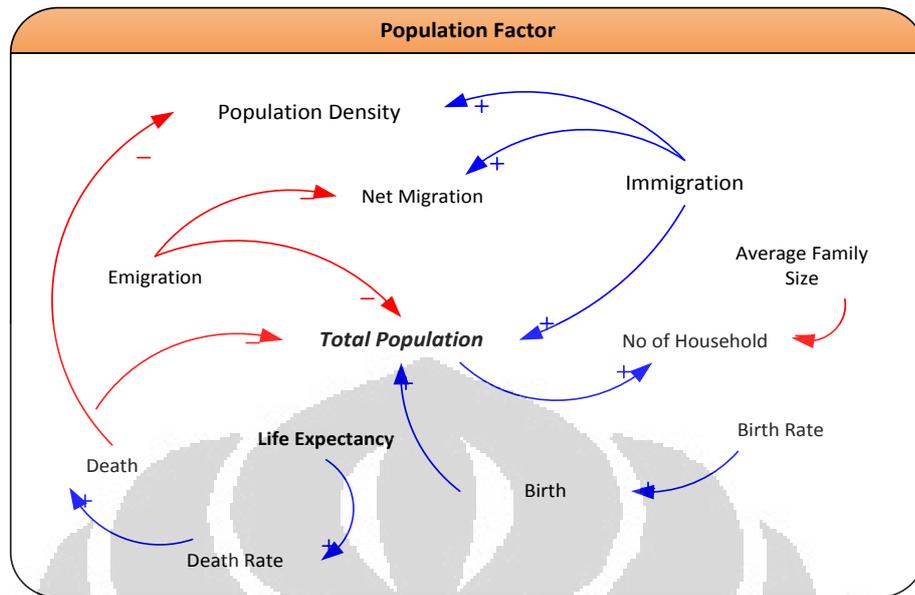
Pada CLD sektor produksi pertanian ini digambarkan bagaimana sektor pertanian sebagai salah satu sektor produksi yang menunjang ekonomi bergerak. Pergerakan sektor pertanian lebih didominasi oleh investasi pemerintah yang menunjukkan adanya keterkaitan antara aspek ekonomi.

- CLD Faktor Pemerintah



Gambar 3.16 CLD Faktor Pemerintah

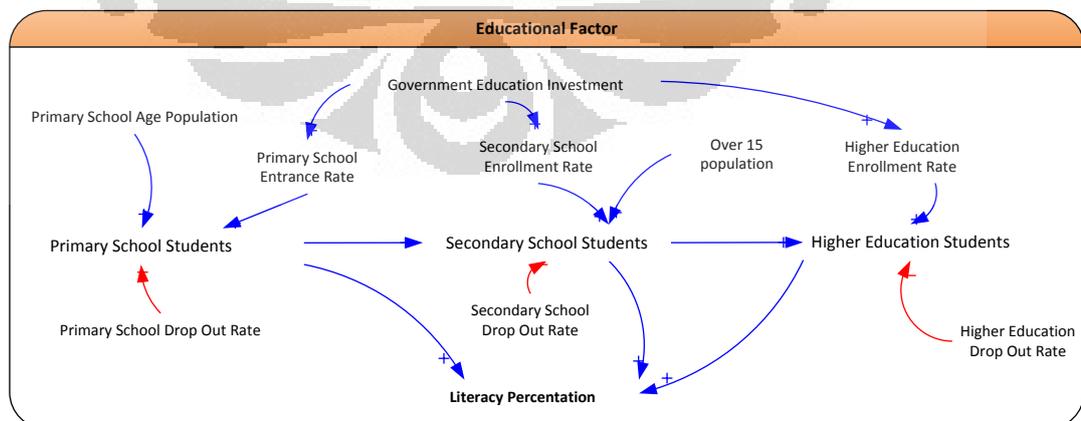
- CLD Populasi



Gambar 3.18 CLD Populasi

Pada CLD Populasi dapat terlihat adanya interaksi antar variabel variabel sosial yang menyebabkan terbentuknya pertumbuhan populasi. Dimana populasi akan tumbuh secara natural diakibatkan oleh adanya angka pertumbuhan alami dari populasi, namun total populasi juga dipengaruhi oleh angka kematian alami dari populasi, dimana angka kematian alami dari populasi akan dipengaruhi oleh polusi dan investasi pada kesehatan dan pendidikan yang dikeluarkan oleh pemerintah.

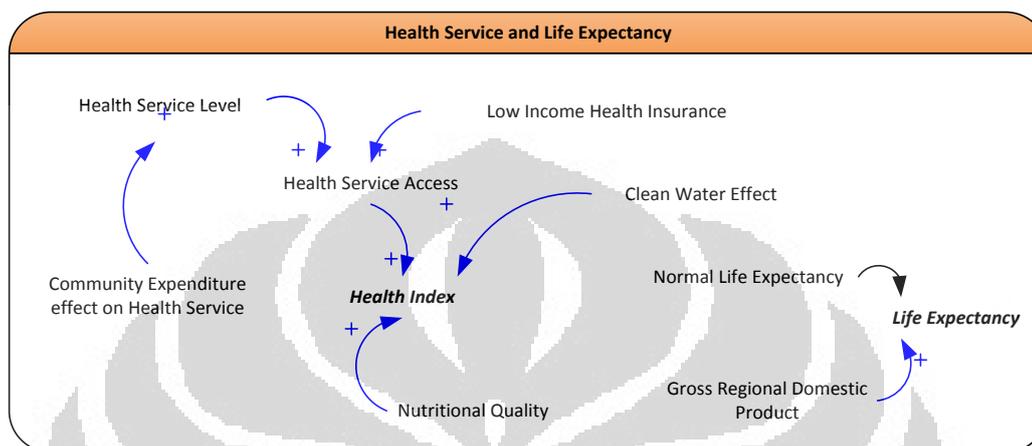
- CLD Pendidikan



Gambar 3.19 CLD Bidang Pendidikan

Pada Gambar 3.19 digambarkan bagaimana bidang pendidikan bergerak. Dimulai dari siswa tingkat SD hingga SMA dimana laju penerimaan sekolah dipengaruhi oleh anggaran pendidikan dari pemerintah.

- CLD Kesehatan dan Harapan Hidup



Gambar 3.20 CLD Kesehatan dan Harapan Hidup

3.3. Pengolahan Data Numerik

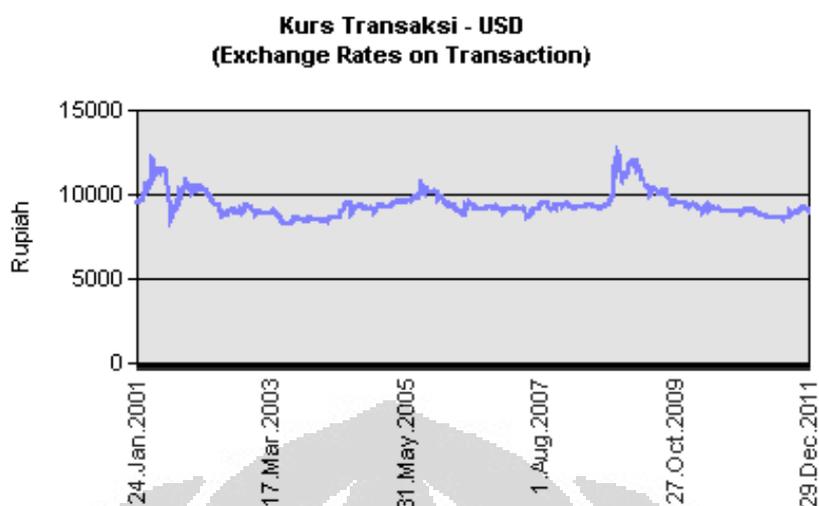
3.3.1. Nilai Tukar Rupiah ke Dolar Amerika

Menurut data yang dikumpulkan pada *range* tahun 2001-2011, pergerakan nilai tukar Rupiah ke Dolar Amerika mengalami fluktuasi yang cukup tinggi, namun apabila dilihat dari kecenderungannya, nilai tukar menunjukkan gejala menuju ke level psikologis tertentu.

Dari volatilitas nilai tukar yang tercatat, pergerakan nilai tukar rupiah cenderung mendekati sebuah level psikologis baru yaitu menuju ke angka tengah atau rata rata dari *range*, nilai tersebut adalah nilai 9500 Rupiah per Dolar Amerika. Oleh karena itu, nilai tukar ini digunakan dalam model sampai tahun 2030.

3.3.2. *Birth Rate* dan *Death Rate*

Birth rate dan *death rate* merupakan faktor penting dalam modul populasi. Kedua variabel ini diperoleh dari data historis yang diperoleh dari Jakarta Dalam Angka yang kemudian diproyeksikan hingga tahun 2030 menggunakan metode *moving average*.

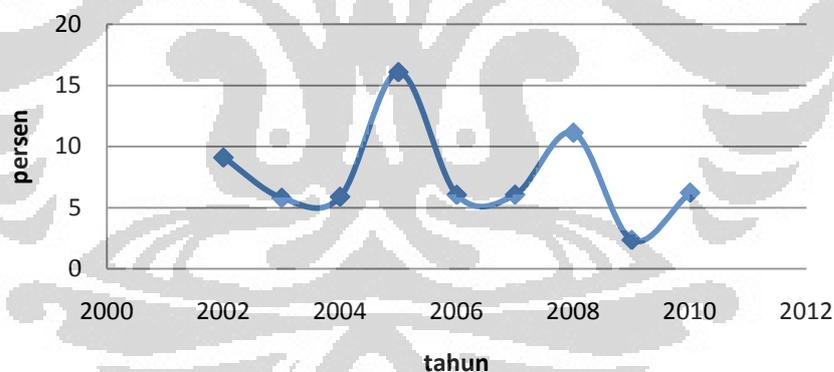


Gambar 3.21 Pergerakan Nilai Tukar Rupiah Tahun 2001-2011

(Sumber : Bank Indonesia)

3.3.3. Nilai Inflasi

Pergerakan nilai inflasi menjadi salah satu faktor utama pembentuk harga yang ada didalam model. Data yang didapatkan menunjukkan bahwa volatilitas nilai inflasi sangat tinggi, hal ini ditunjukkan oleh grafik di bawah ini.



Gambar 3.22 Pergerakan Inflasi Tahun 2001-2010

Sumber : Jakarta Dalam Angka (Biro Pusat Statistik, 2011)

Nilai inflasi yang digunakan pada model ini berasal dari rata-rata laju inflasi untuk kota Jakarta mulai dari tahun 2002-2010 yaitu sebesar 7,61%. Perhitungan inflasi ini juga akan menjadi dasar perhitungan dari deflator PDB.

BAB 4

PENGEMBANGAN MODEL

4.1. Pengembangan *Stock and Flow Diagram*

Pengembangan *Stock and Flow Diagram* (SFD) merupakan tahap lanjutan dari permodelan sistem dinamis untuk menerjemahkan data mental dan data tertulis yang ada untuk dijadikan input pada model. Untuk itu pengembangan SFD harus sejalan dengan pengembangan CLD. Cara ini sekaligus dapat membuat model tervalidasi secara struktur.

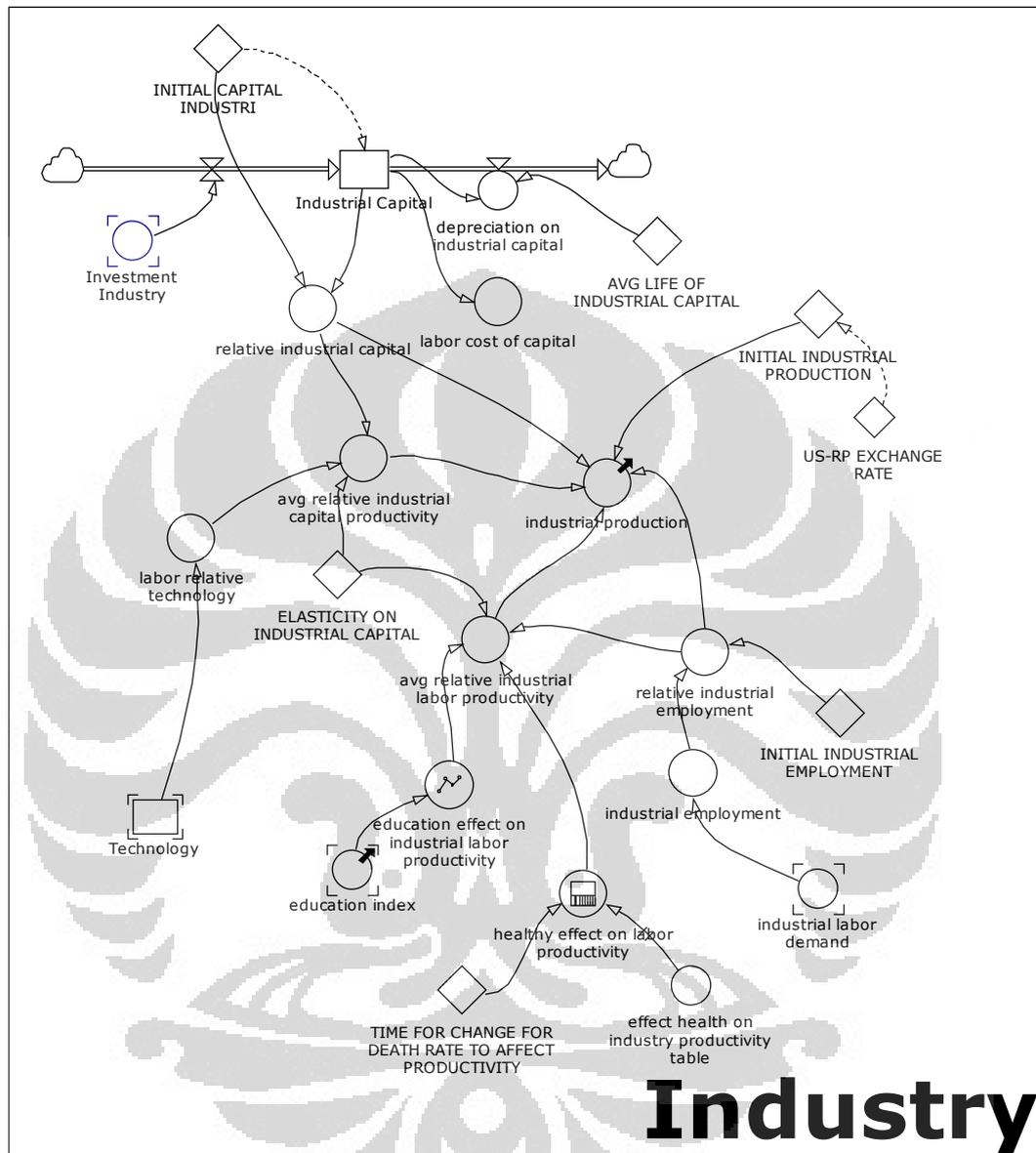
Asumsi dasar pengembangan SFD model pengembangan kota Jakarta yang berkelanjutan adalah:

- SFD dalam model ini dibagi dalam 2 Sub Model
 - Sub-Model Ekonomi
 - Sub-Model Sosial-Teknologi
- SFD untuk Sub-Model Ekonomi dibagi dalam 3 modul produksi, 1 modul investasi, 2 modul pemerintah, dan 1 modul harga relatif.
 - Modul Produksi Pertanian
 - Modul Produksi Industri
 - Modul Produksi Jasa
 - Modul Investasi
 - Modul Pendapatan Pemerintah
 - Modul Pengeluaran Pemerintah
 - Modul Harga Relatif
- SFD untuk Sub-Model Sosial Teknologi dibagi dalam 1 modul populasi, 1 modul teknologi, 1 modul pendidikan, 1 modul tenaga kerja, dan 1 modul harapan hidup

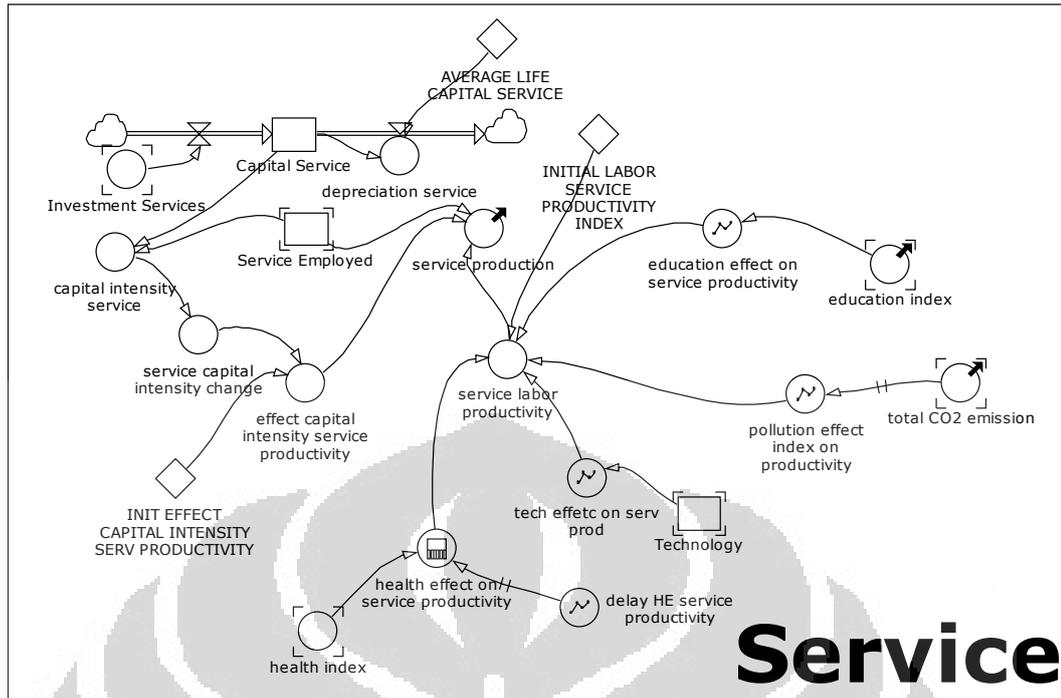
4.1.1. SFD Sub-Model Ekonomi

Sub-Model model ekonomi, menunjukkan perhitungan dari model terhadap sektor ekonomi yang menjadi variabel dalam model untuk menghitung kontribusi produksinya.

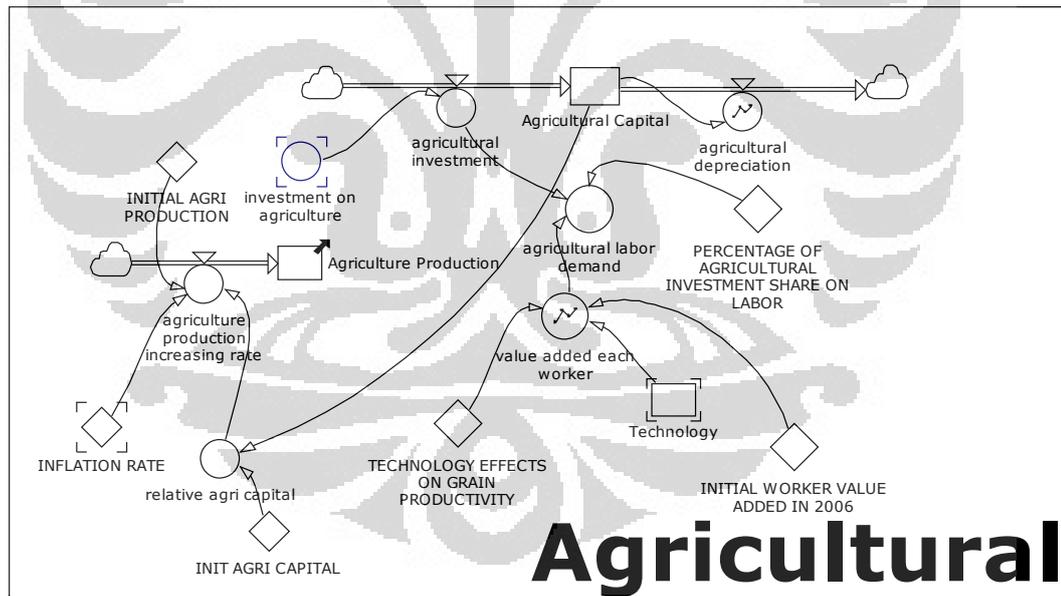
Berikut SFD Sub-Model Ekonomi yang dimulai dari SFD pada modul modul produksi hingga modul investasi.



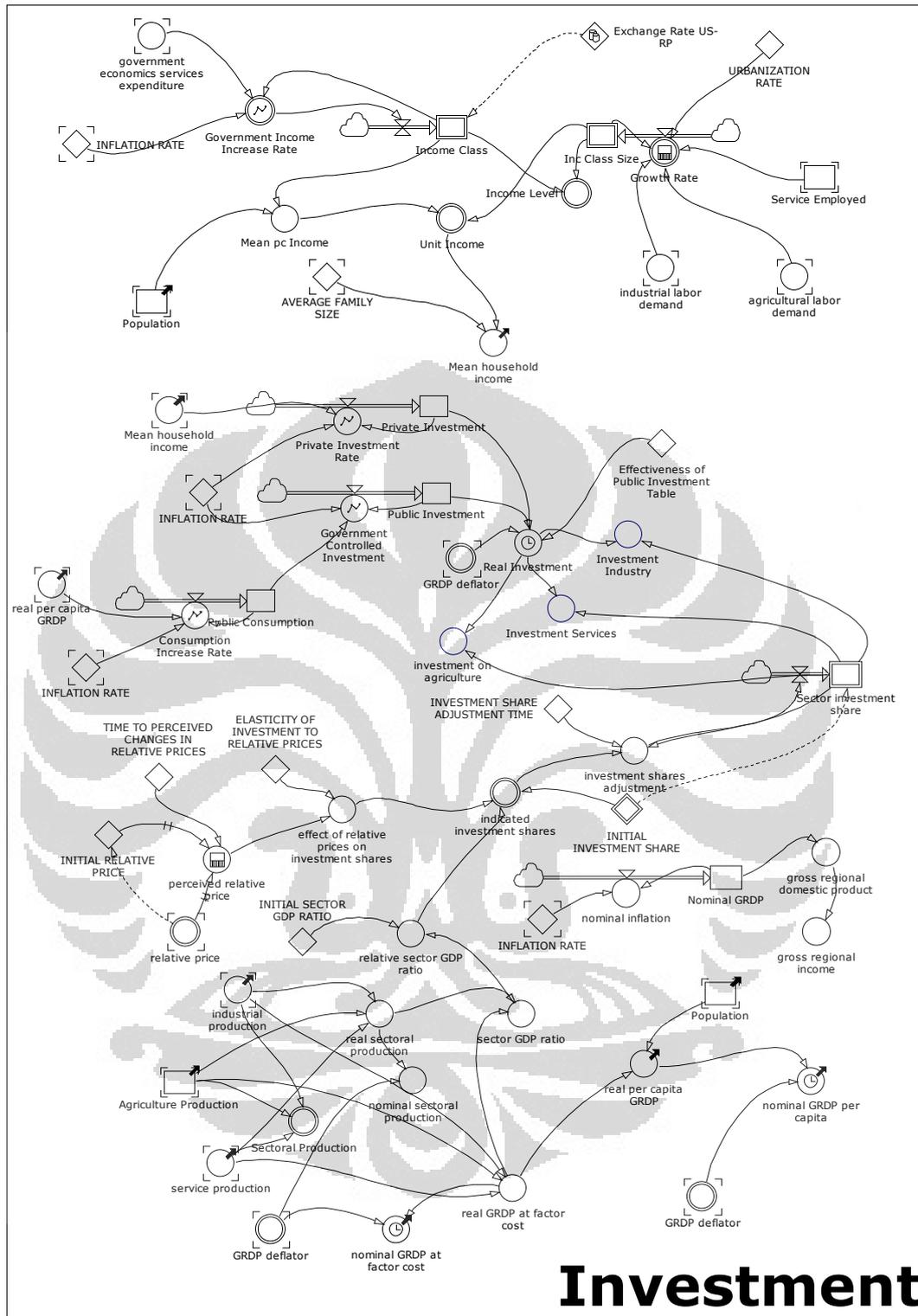
Gambar 4.1 Modul Sektor Produksi Industri



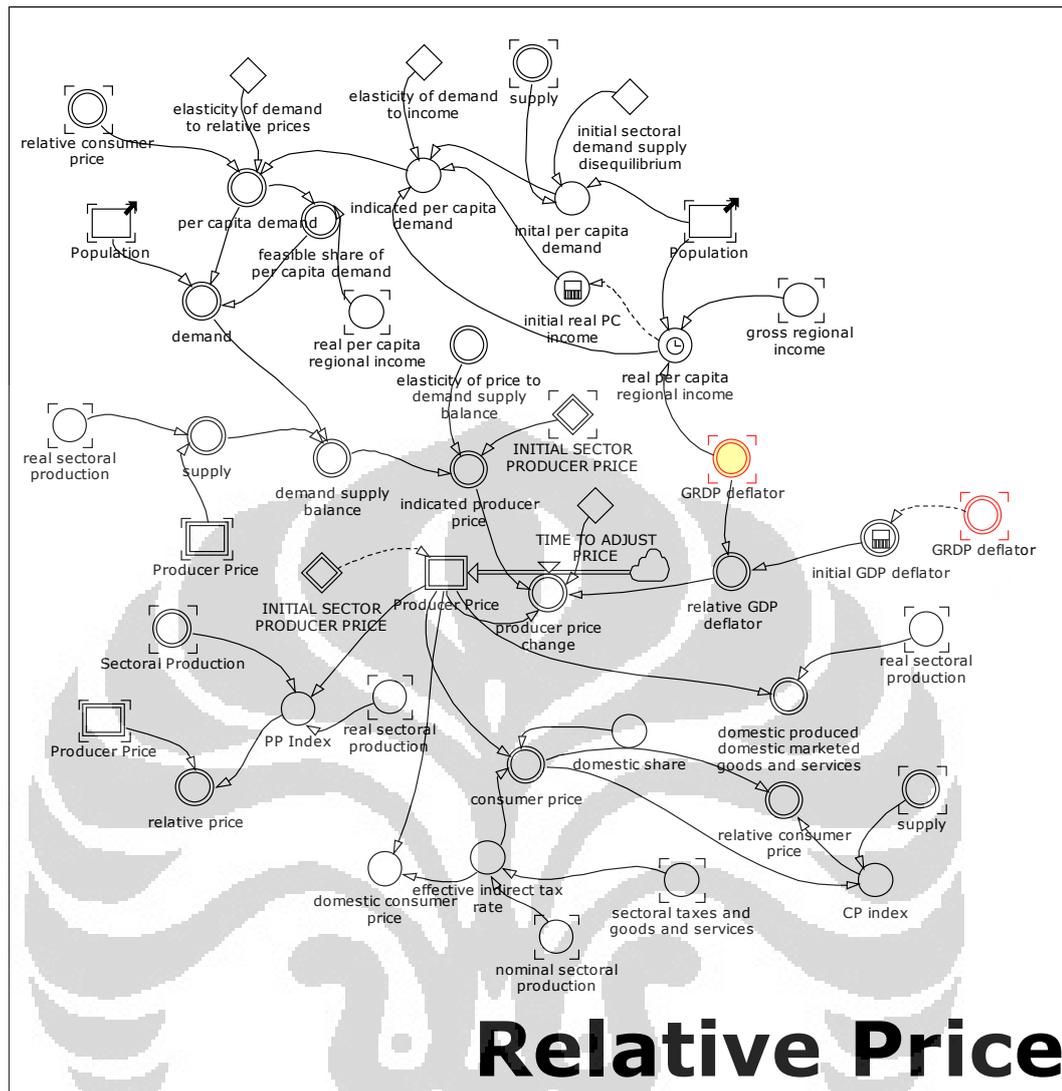
Gambar 4.2 Modul Sektor Produksi Jasa



Gambar 4.3 Modul Sektor Produksi Pertanian



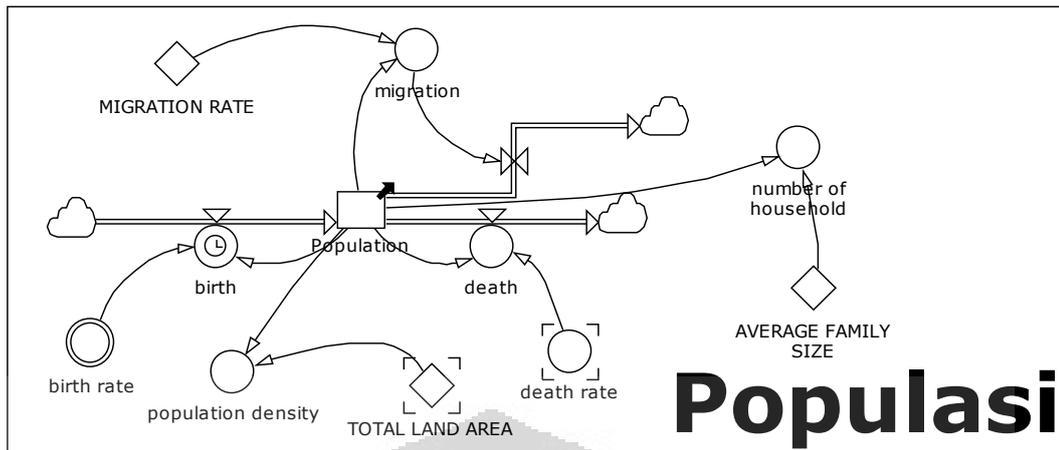
Gambar 4.6 Modul Investasi



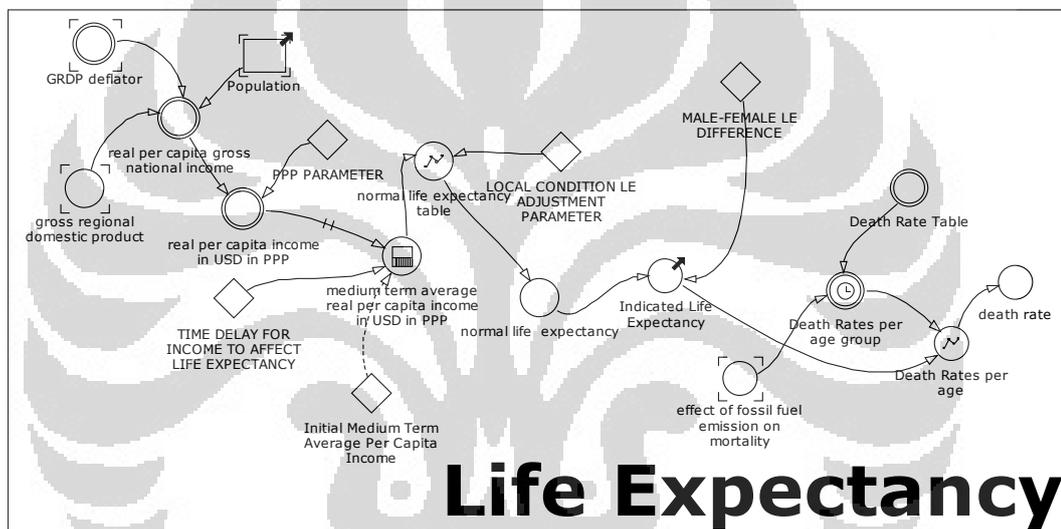
Gambar 4.7 Modul Harga Relatif

4.1.2. SFD Sub-Model Sosial-Teknologi

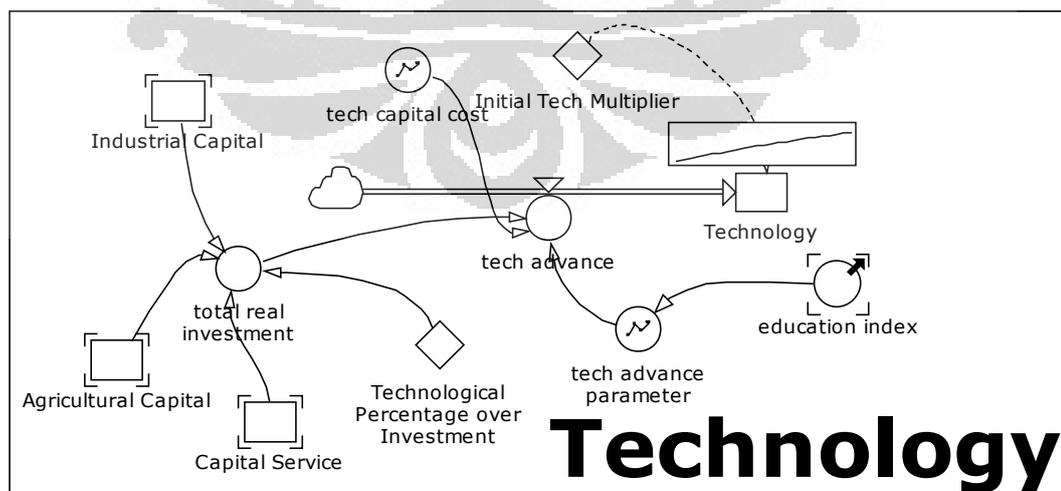
SFD yang ditampilkan dibawah ini menunjukkan interaksi antara variabel variabel dalam aspek sosial dan teknologi.



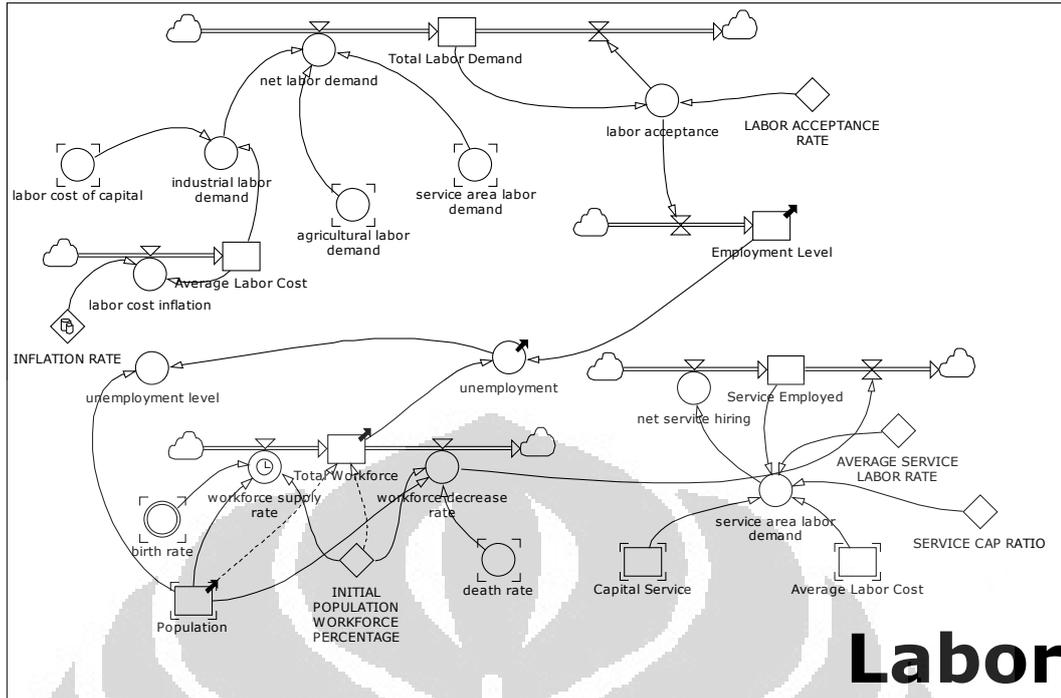
Gambar 4.8 Modul Populasi



Gambar 4.9 Modul Harapan Hidup

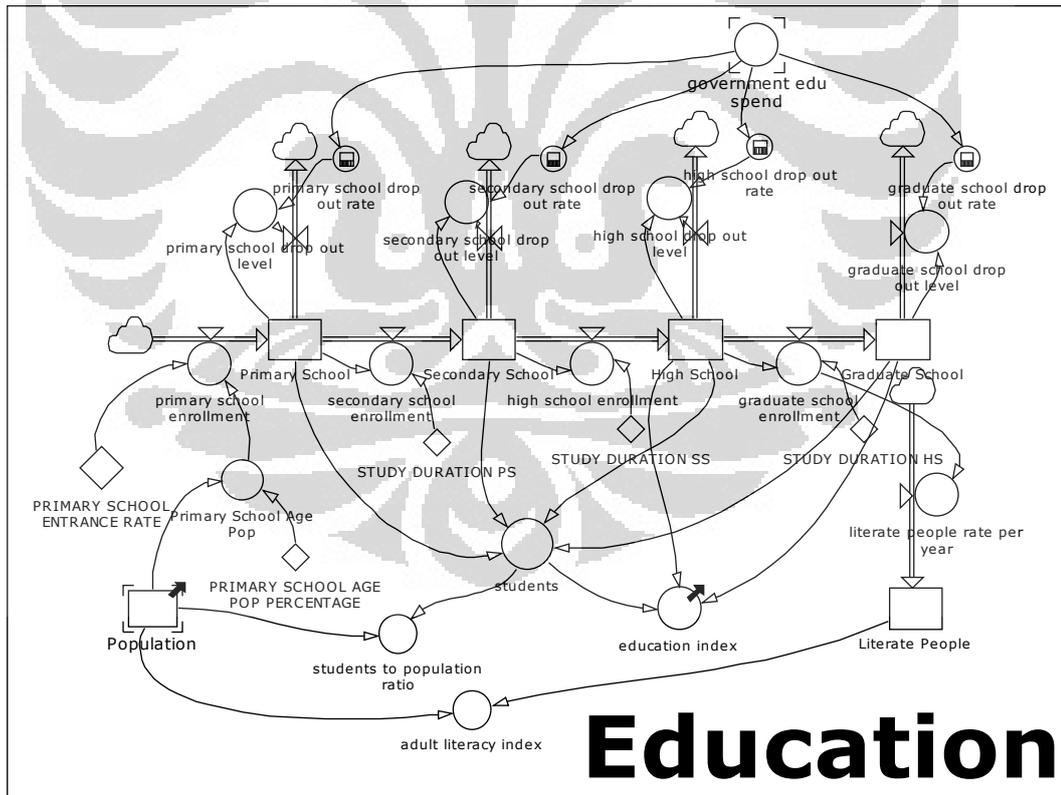


Gambar 4.10 Modul Teknologi



Labor

Gambar 4.11 Modul Tenaga Kerja

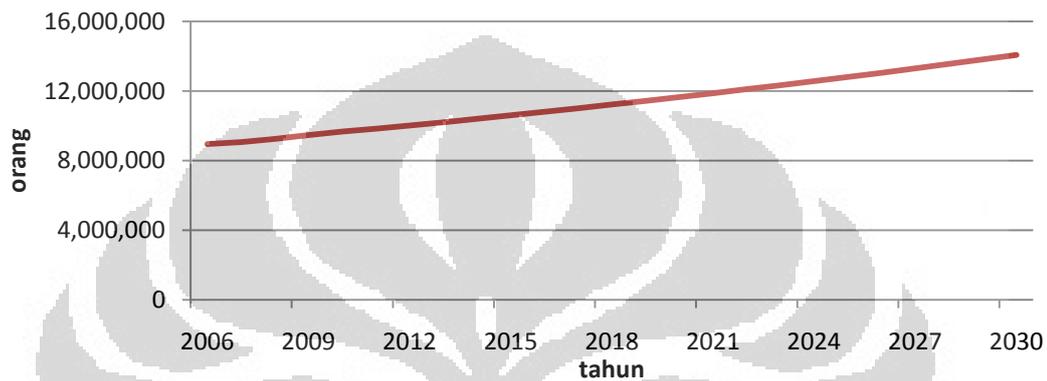


Education

Gambar 4.12 Modul Pendidikan

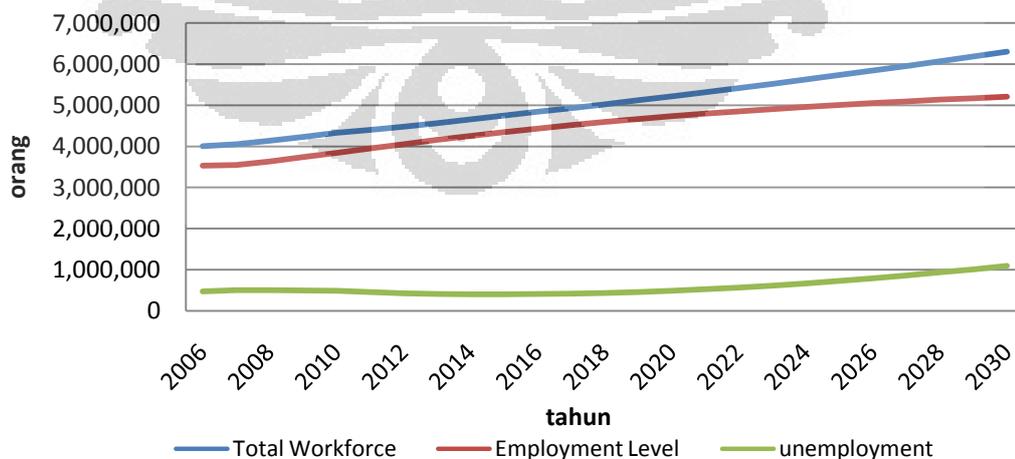
4.2. Output Model

Setelah pengembangan SFD , model dijalankan untuk melihat output model berdasarkan interaksi variable-variabel eksogen dan endogen didalam modul berdasarkan struktur model yang telah dikembangkan. Semua output yang dihasilkan dari model ini memiliki rentang waktu dari tahun 2006 hingga tahun 2030. Berikut adalah beberapa output model dari sektor sosial dan ekonomi.



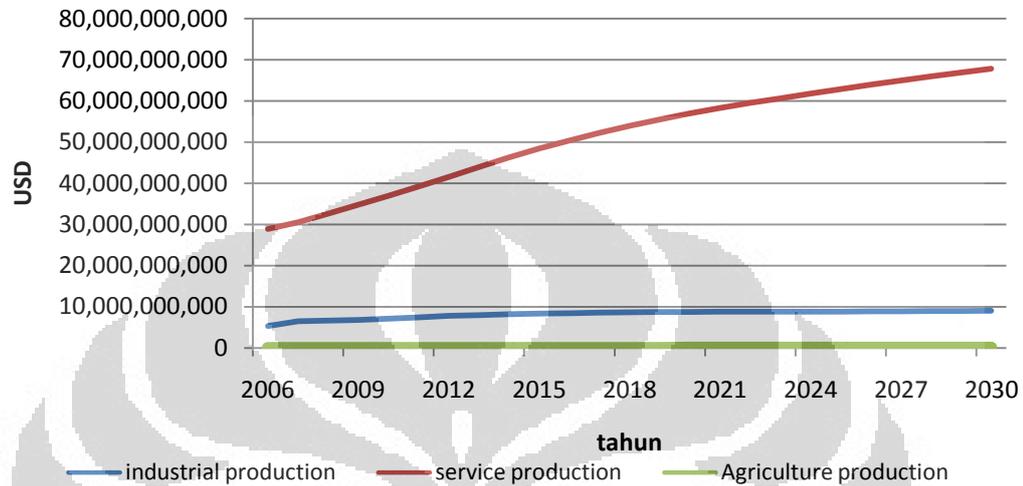
Gambar 4.13 Output Model Populasi

Gambar 4.13 Output Model Populasi menunjukkan bahwa populasi penduduk DKI Jakarta terus meningkat dimana pada tahun 2006 populasi penduduk DKI Jakarta berjumlah sekitar 9 juta orang dan mencapai kurang lebih 14 juta orang pada tahun 2030. Hal ini sesuai dengan kecenderungan peningkatan penduduk DKI Jakarta yang terus terjadi .



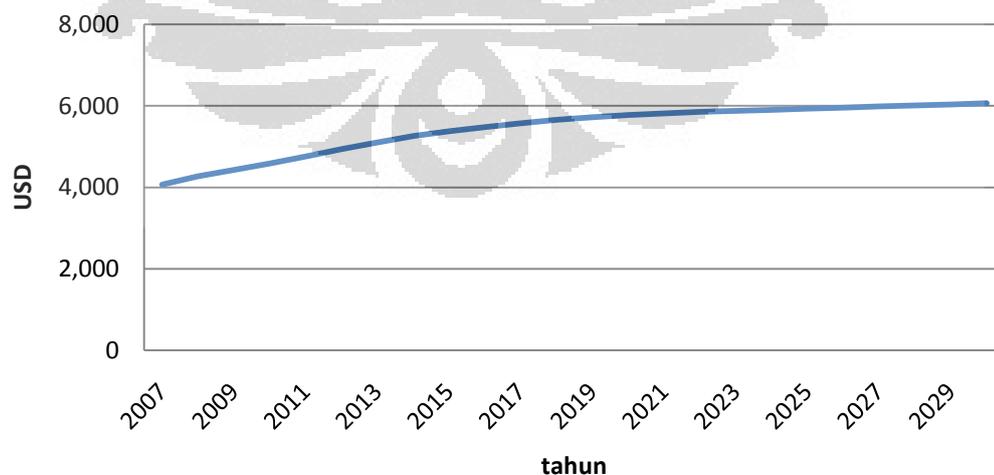
Gambar 4.14 Output Model Tenaga Kerja

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa jumlah tenaga kerja DKI Jakarta meningkat seiring dengan bertambahnya populasi penduduk DKI Jakarta. Namun tingkat penyerapan tenaga kerja tidak mampu mengimbangi peningkatan jumlah tenaga kerja sehingga angka pengangguran meningkat.



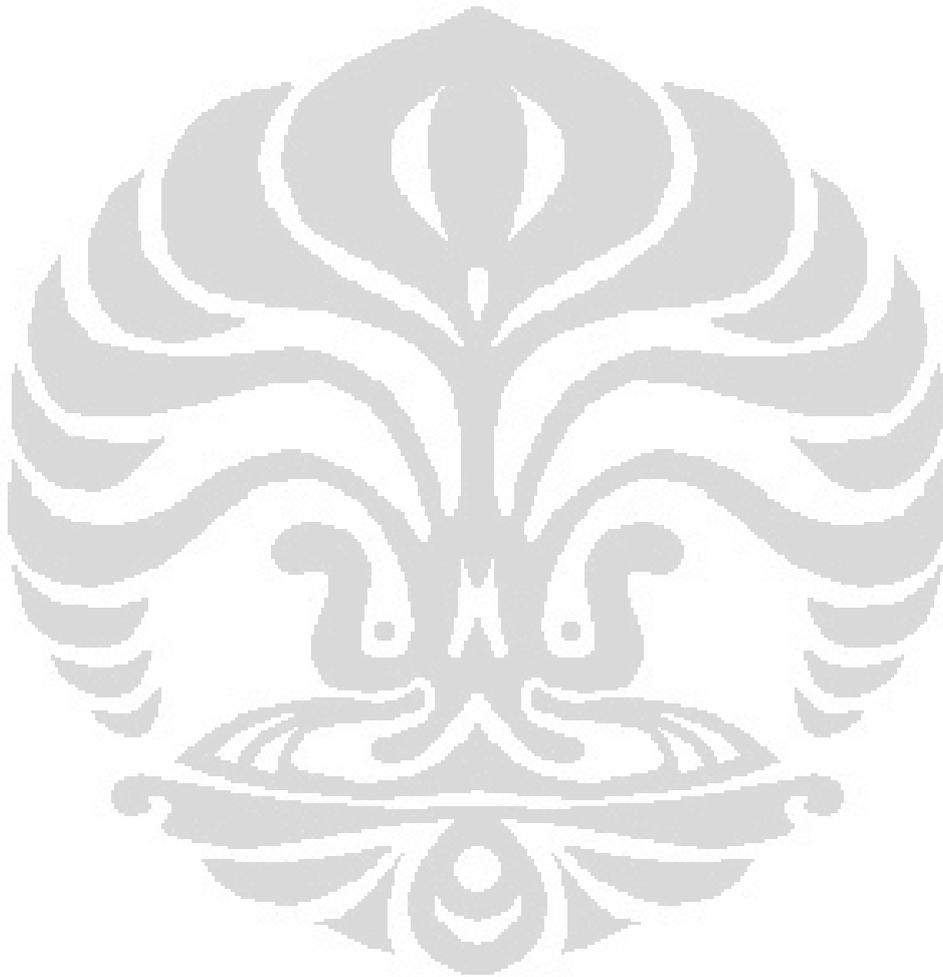
Gambar 4.15 Output Model Produksi Sektoral

Gambar 4.15 menunjukkan nilai produksi sektoral dari kota Jakarta yang terdiri dari sektor pertanian, sektor industri, dan sektor jasa. Grafik output model dimana nilai sektor jasa sangat tinggi dibanding sektor industri dan sektor pertanian sesuai dengan komposisi PDRB Kota DKI Jakarta yang mengandalkan sektor jasa.



Gambar 4.16 Output Model PDRB Riil Per Kapita

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa PDRB Riil per kapita penduduk DKI Jakarta pada awalnya mengalami peningkatan namun pada sekitar tahun 2018 PDRB Riil per kapita DKI Jakarta mulai mengalami pembatasan pertumbuhan di kisaran nilai USD 5.000. Hal ini dapat disebabkan karena adanya keterbatasan sumber daya sehingga menyebabkan pertumbuhan PDRB DKI Jakarta menjadi tertahan.



BAB 5

VERIFIKASI DAN VALIDASI MODEL

Verifikasi dan validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibuat dapat merepresentasikan kondisi yang sebenarnya. Penjelasan mengenai proses ini dijelaskan sebagai berikut.

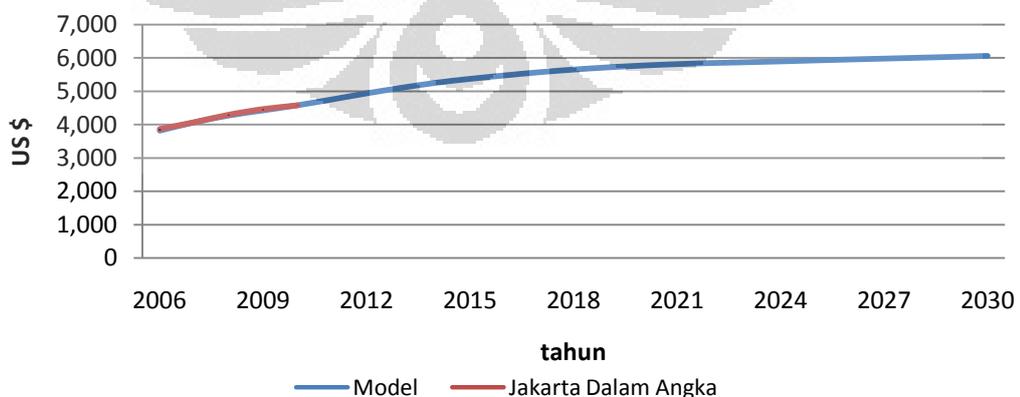
5.1. Perbandingan Output Model terhadap Data Historis

Bagian ini membandingkan karakteristik perubahan nilai dari setiap variabel pada subsistem model yang dihasilkan dari simulasi dengan nilai aktual pada keadaan sebenarnya. Variabel-variabel output model yang dibandingkan adalah variabel variabel yang berpengaruh dan merupakan indikator yang akan diperbandingkan hasilnya. Nilai dari output model akan dibandingkan dengan data historis dari Jakarta Dalam Angka (Biro Pusat Statistik, 2011).

5.1.1. Perbandingan PDRB Riil Per Kapita

Tabel 5-1 Perbandingan PDRB Riil Per Kapita

Year	GDRP PER CAPITA		Perbedaan Hasil
	JDA	Model	
2006	\$ 3,866.34	\$ 3,819.86	1.20%
2007	\$ 4,069.97	\$ 4,088.39	0.45%
2008	\$ 4,293.73	\$ 4,246.79	1.09%
2009	\$ 4,463.88	\$ 4,399.31	1.45%
2010	\$ 4,574.08	\$ 4,568.12	0.13%



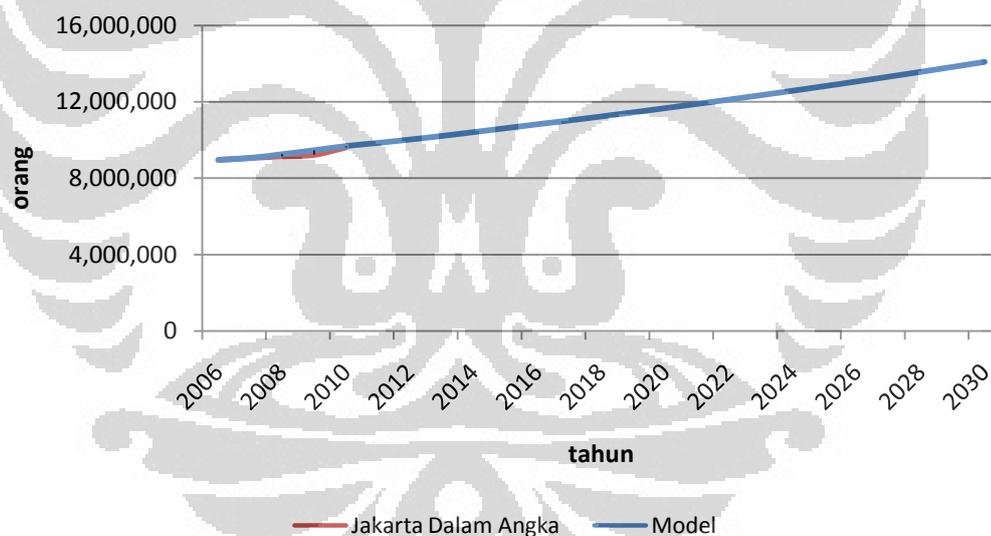
Gambar 5.1 Grafik Perbandingan PDRB Riil Per Kapita

Pada variabel PDRB Riil per kapita ini terlihat bahwa nilai perbedaan hasil atau error tidak signifikan sehingga pada variabel ini dapat dikatakan sudah terverifikasi dan tervalidasi, sedangkan Gambar 5.1 juga menunjukkan bahwa perilaku yang dihasilkan model sama dengan kondisi nyata serupa dan cenderung berhimpit.

5.1.2. Perbandingan Populasi

Tabel 5-2 Perbandingan Populasi

Year	POPULATION		Perbedaan Hasil
	JDA	Model	
2006	8,961,680	8,961,680	0.00%
2007	9,057,993	9,064,558	0.07%
2008	9,146,181	9,258,639	1.23%
2009	9,223,000	9,467,741	2.65%
2010	9,607,787	9,684,461	0.80%



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Populasi

Dari Tabel 5-2 di atas terlihat bahwa perbedaan populasi dari hasil simulasi dengan data actual tidak signifikan dan grafik juga menunjukkan bahwa perilaku yang dihasilkan model sama dengan kondisi nyata serupa dan cenderung berhimpit sehingga variabel ini dapat dikatakan sudah terverifikasi dan tervalidasi.

5.2. Kecukupan Batasan

Tujuan dari dibuatnya model simulasi ini adalah untuk mensimulasikan pengembangan kota Jakarta yang berkelanjutan yang mampu mengevaluasi berbagai kebijakan pemerintah yang dapat mempengaruhi aspek sosial dan ekonomi. Dalam hal ini, batasan yang ditetapkan penulis adalah aspek-aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta 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 DKI Jakarta. Dalam hal ini, unsur-unsur di luar itu, seperti korupsi, bencana alam dan terorisme tidak diperhitungkan di dalam model ini.

5.3. 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.

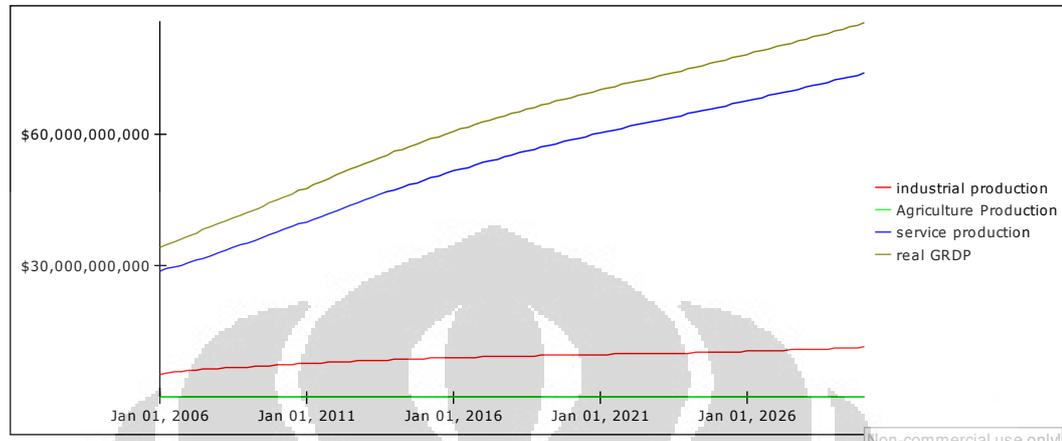
5.4. Konsistensi Dimensi

Model simulasi sistem dinamis pemenuhan target jangka panjang biodiesel nasional ini dibuat dengan bantuan aplikasi Powersim Studio 9 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.

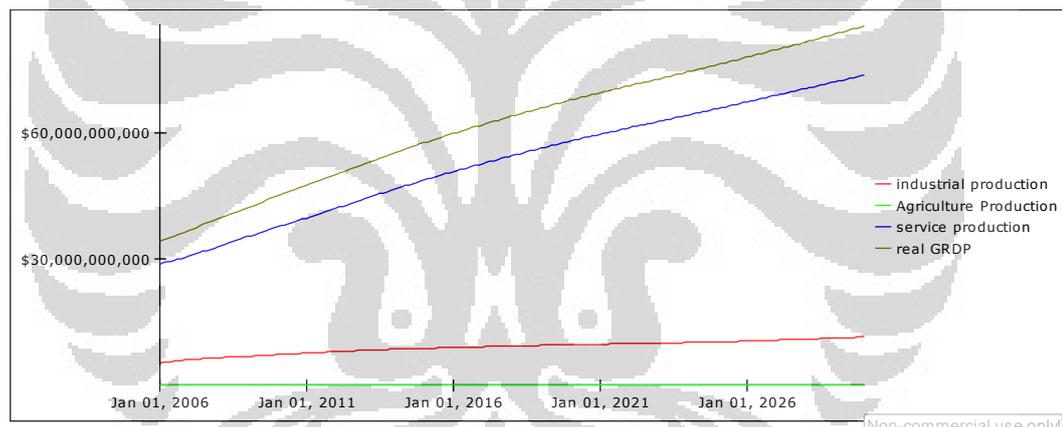
5.5. Error dalam Integrasi

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah hasil keluaran simulasi sensitif terhadap *time step* yang dipergunakan. Metode yang umum dalam pengujian ini adalah dengan membandingkan hasil simulasi *time step* normal dengan hasil simulasi *time step* setengah dari seharusnya. Sesuai dengan teori sistem dinamis yang dikemukakan Stermann, sebuah simulasi sistem dinamis memiliki nilai yang baik apabila langkah perhitungan yang dilakukan adalah sejumlah $1/8$ dari rentang waktu terkecil yang ingin dipelajari, berawal dari teori tersebut maka model ini secara alami menggunakan langkah perhitungan sebesar

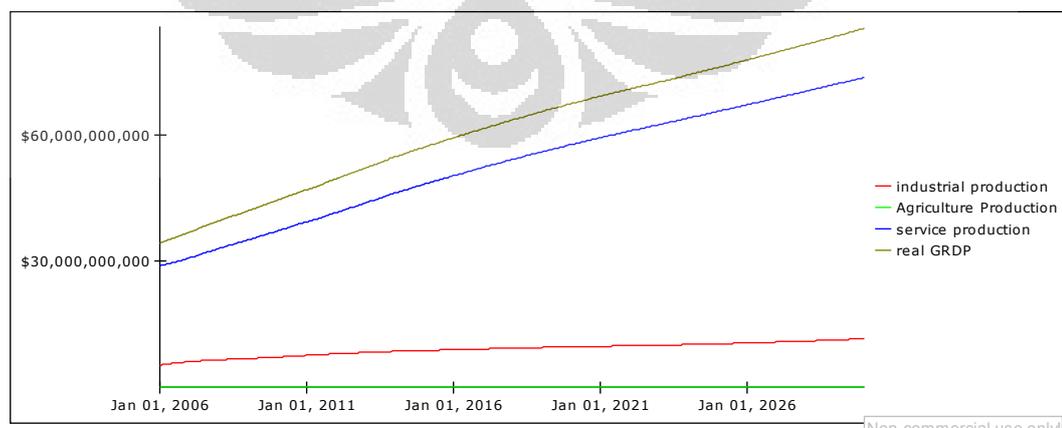
45 hari. Namun untuk melihat kemungkinan kesalahan integrasi yang tinggi maka model diuji dengan menggunakan nilai setengah dari langkah perhitungan alami dan dua kali dari nilai perhitungan alami.



Gambar 5.3 Hasil Pada *Time Step* 45 Hari



Gambar 5.4 Hasil Pada *Time Step* 22 Hari (Setengah Kali *Time Step* Alami)

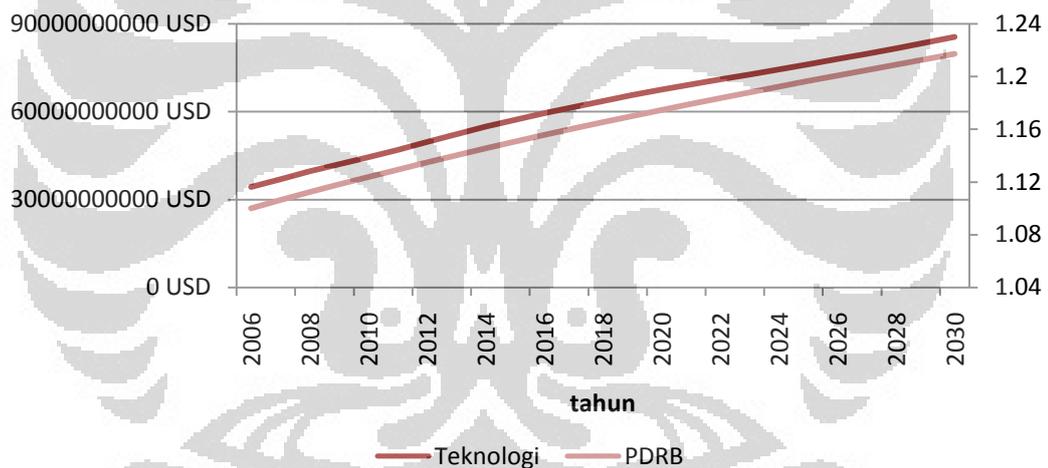


Gambar 5.5 Gambar Keluaran Menggunakan *Time Step* 90 Hari (Dua Kali *Time Step* alami)

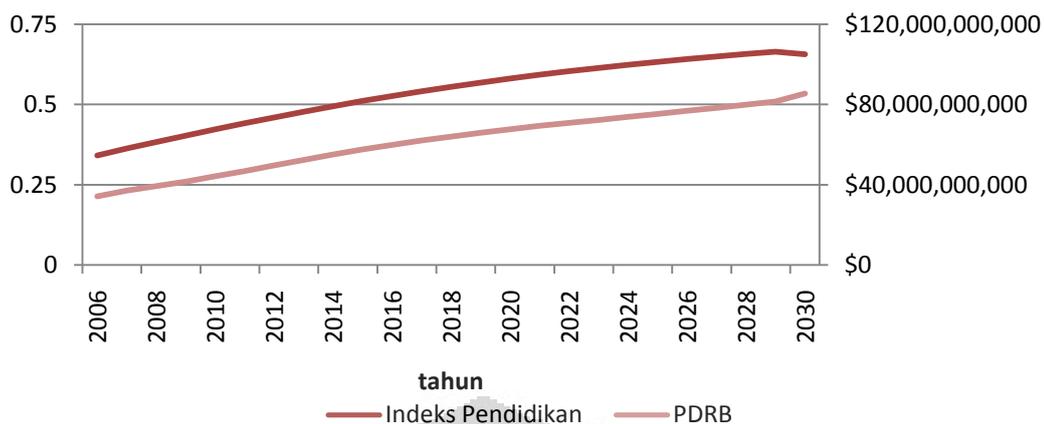
Terlihat pada ketiga grafik diatas bahwa nilai yang dihasilkan tidak jauh berbeda satu sama lain, ketiganya menunjukkan nilai dan perilaku yang sama sehingga dapat terbukti bahwa perubahan *Time Step* tidak mempengaruhi perhitungan model.

5.6. 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 pengaruh peningkatan nilai teknologi dan indeks pendidikan terhadap peningkatan produksi ekonomi dimana secara teoritis peningkatan indeks teknologi akan meningkatkan produktivitas dari para pekerja dan akan secara langsung meningkatkan produksi dari sektor ekonomi.



Gambar 5.6 Perbandingan antara PDRB dengan Indeks Teknologi



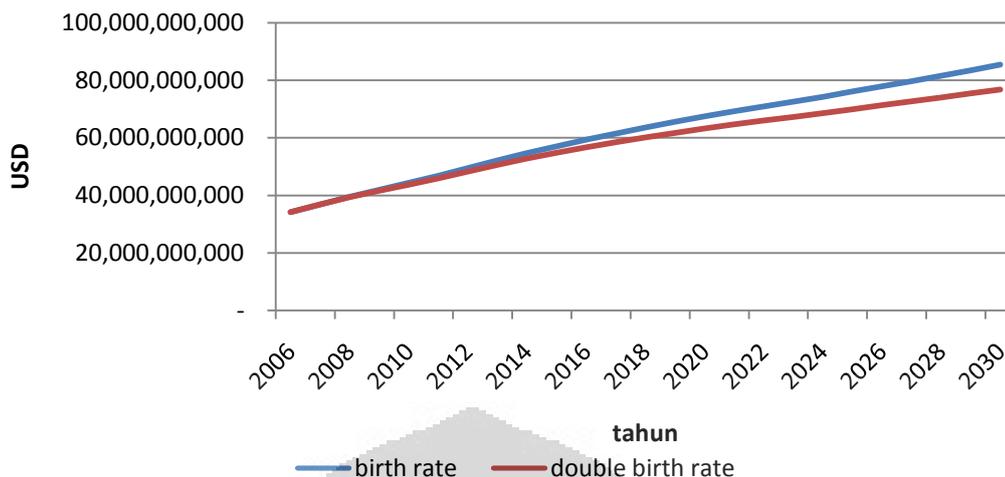
Gambar 5.7 Perbandingan antara PDRB dengan Indeks Pendidikan

Pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 diatas dapat dilihat bahwa terjadi hubungan linear dari indeks teknologi dan indeks pendidikan dengan PDRB dimana peningkatan teknologi dan indeks pendidikan menjadi salah satu pendorong utama dari produksi, hal ini juga menjadi pembenaran terhadap struktur model yang sesuai dengan CLD yang dibangun.

5.7. Analisis Sensitivitas

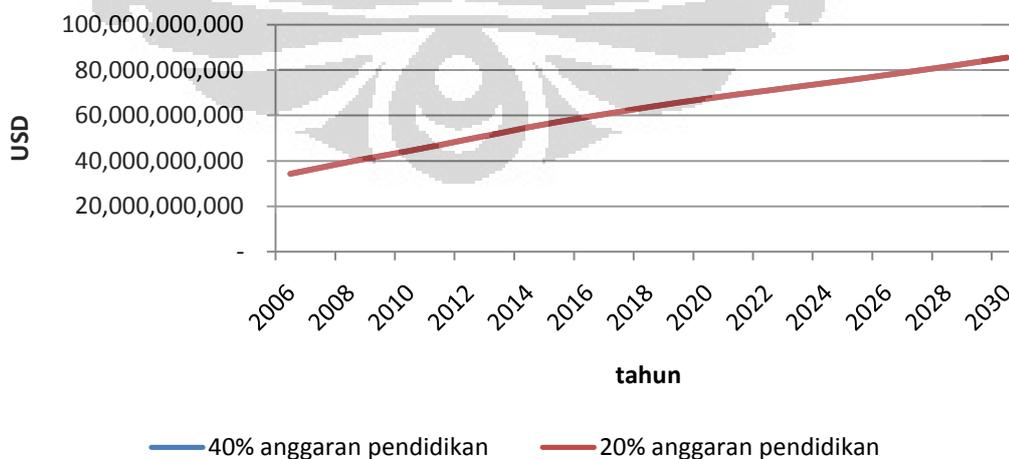
Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa sensitif suatu variabel mempengaruhi variabel lainnya. Variabel-variabel yang diuji akan diubah nilainya menjadi dua kali lipat dan dilihat pengaruhnya terhadap variabel Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB). Variabel-variabel yang dianalisis antara lain sebagai berikut:

- *Birth Rate*
- Anggaran Pemerintah Bidang Pendidikan



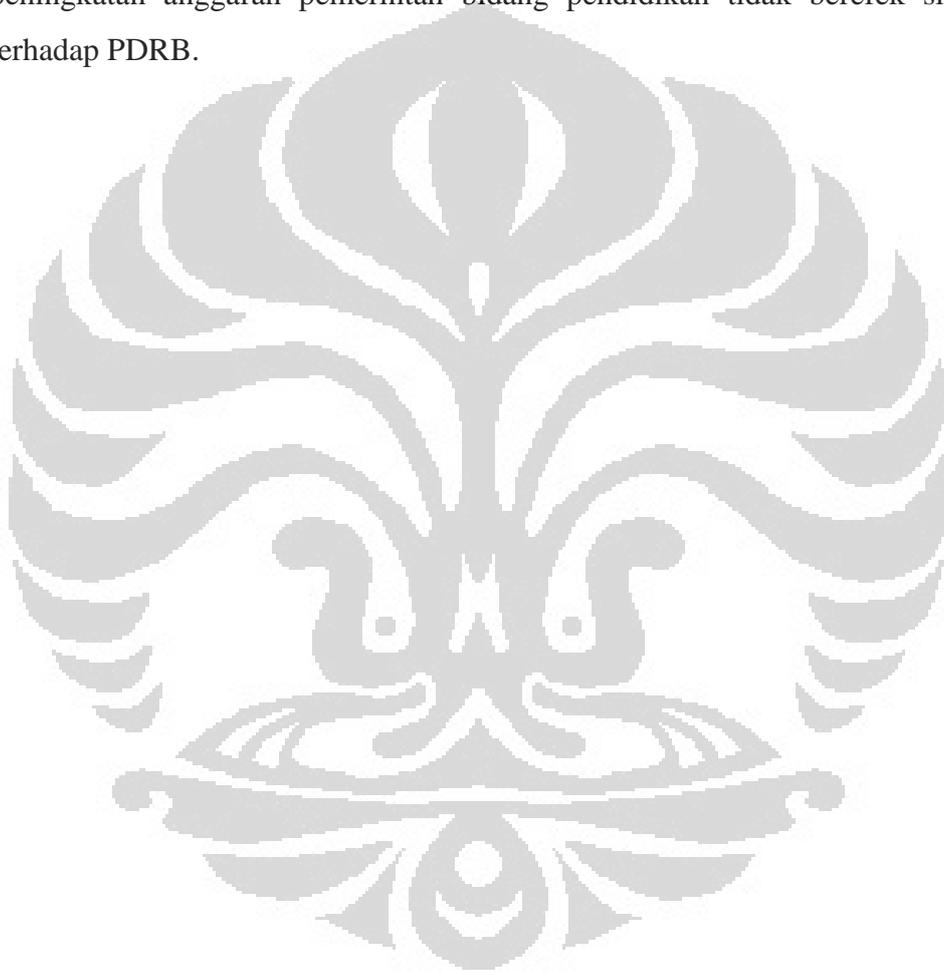
Gambar 5.8 Perbandingan PDRB Terhadap Birth Rate

Berdasarkan Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) sensitif terhadap variabel *birth rate*. Peningkatan *birth rate* menjadi dua kali lipat mengakibatkan penurunan PDRB. Hal ini terjadi karena peningkatan populasi yang tidak diikuti dengan penambahan lapangan kerja melalui investasi pada sektor-sektor produksi. Peningkatan populasi menyebabkan jumlah tenaga kerja yang tersedia juga meningkat, namun tidak ada kapital tambahan untuk menambah lapangan kerja yang berujung pada peningkatan jumlah pengangguran di DKI Jakarta. Banyaknya jumlah pengangguran di DKI Jakarta menjadi penyebab terhambatnya perekonomian DKI Jakarta.



Gambar 5.9 Perbandingan PDRB Terhadap Anggaran Pemerintah Bidang Pendidikan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional, pemerintah menetapkan bahwa anggaran untuk bidang pendidikan adalah sebesar 20%. Pada analisis sensitivitas ini, anggaran pemerintah bidang pendidikan dinaikkan menjadi dua kali lipat menjadi 40%. Berdasarkan Gambar 5.9, Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) tidak sensitif terhadap nilai anggaran pemerintah bidang pendidikan. Hal ini disebabkan karena kondisi pendidikan kota Jakarta sudah cukup baik sehingga pada peningkatan anggaran pemerintah bidang pendidikan tidak berefek signifikan terhadap PDRB.



BAB 6 PENUTUP

6.1. Kesimpulan

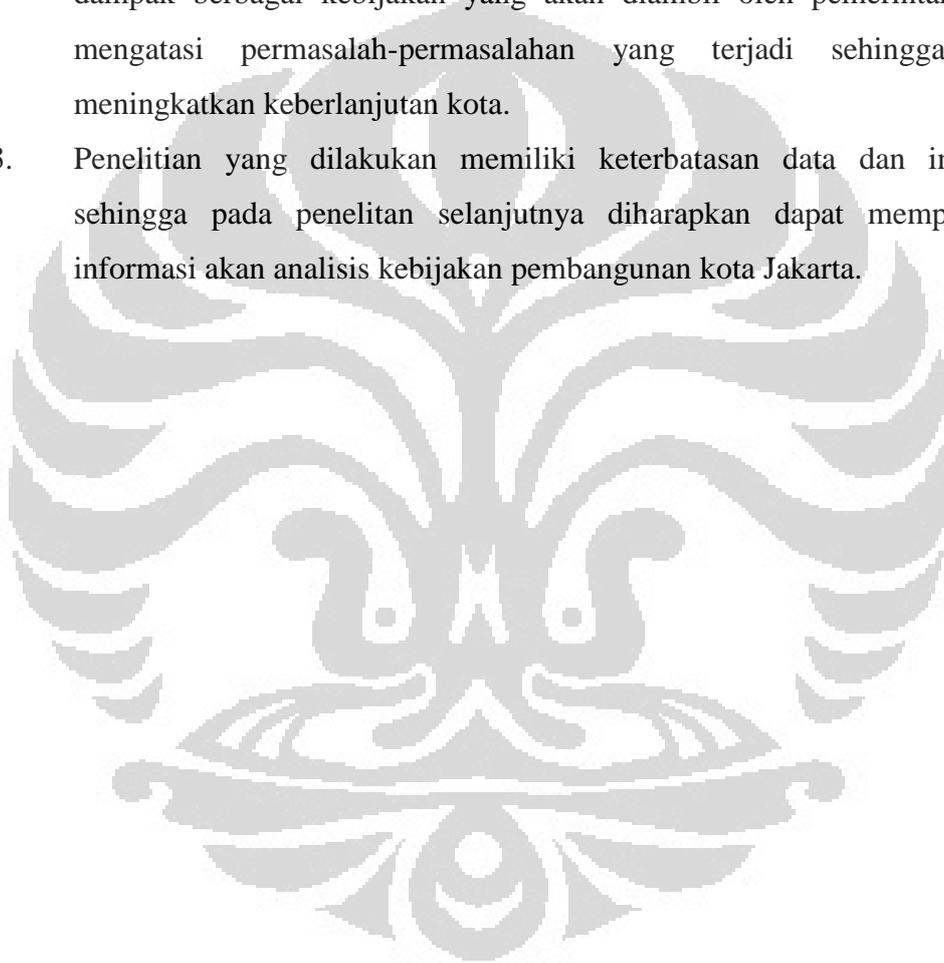
Berdasarkan analisis dari model pembangunan kota Jakarta yang dapat disimpulkan hal hal sebagai berikut :

1. Model pembangunan kota Jakarta yang berkelanjutan dikembangkan berdasarkan model T21 yang menggambarkan interaksi antara aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan dalam kontribusinya terhadap pengembangan kota Jakarta.
2. Pembuatan *causal loop diagram* digunakan untuk merepresentasikan struktur umpan balik dari sistem pembangunan kota dengan cara mengidentifikasi hubungan antara indikator-indikator kota Jakarta sehingga diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai perilaku dari model pembangunan kota Jakarta berdasarkan waktu.
3. Model pembangunan kota Jakarta dikembangkan dengan 3 Sub-model yang terdiri dari Sub-model Ekonomi, Sub-model Sosial dan Teknologi, dan Sub-model Lingkungan Hidup.
4. Model pembangunan kota Jakarta yang berkelanjutan ini merupakan model dasar yang dapat digunakan untuk menganalisis dampak kebijakan pemerintah terhadap aspek sosial dan ekonomi DKI Jakarta.
5. Didapatkan perilaku terhadap waktu berupa kecenderungan peningkatan populasi penduduk Jakarta dari kisaran 9 Juta penduduk mencapai 14 Juta Penduduk dan peningkatan PDRB Riil per kapita dari kisaran \$3.819 ke \$5.470 dalam rentang waktu 2006 hingga 2030

6.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan terhadap penelitian yang dilakukan maka saran yang dapat diberikan oleh peneliti adalah:

1. Diperlukan adanya upaya dari pemerintah daerah dalam membangun perekonomian kota dengan mempertimbangkan aspek sosial dalam perencanaan pembangunan kota yang berkelanjutan.
2. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan ke arah bagaimana mengukur dampak berbagai kebijakan yang akan diambil oleh pemerintah dalam mengatasi permasalahan-permasalahan yang terjadi sehingga dapat meningkatkan keberlanjutan kota.
3. Penelitian yang dilakukan memiliki keterbatasan data dan informasi sehingga pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperdalam informasi akan analisis kebijakan pembangunan kota Jakarta.



DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. (2011). *Tinjauan Ekonomi Regional Triwulan IV-2011*. Jakarta: Bank Indonesia.
- Bassi, A. (2008). *Modelling US Energy Policy with Threshold 21*. Millenium Institute.
- Biro Pusat Statistik. (2010). *Hasil Sensus Penduduk : Data Agregat Provinsi DKI Jakarta*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- Biro Pusat Statistik. (2011). *Jakarta dalam Angka*. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- Biro Pusat Statistik. (2011). *Statistik Daerah Provinsi DKI Jakarta* . Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- Bossel, H. (1999). *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications*. Canada: International Institute for Sustainable Development.
- Chen, M.-C., Ho, T.-P., & Jan, C.-G. (2006). A System Dynamics Model of Sustainable Urban Development: Assessing Air Purification Policies at Taipei City. *Asian Pacific Planning Review Vol. 4, No.1* , 1.
- Drakakis Smith, D., & Dixon, C. (1997). Sustainable Urbanization in Vietnam. *Elsevier* , 21-38.
- Hidayatno, A., & Sustrisno, A. (2008). *The Impact of The Biodiesel Industry In Indonesia with The Sustainability Aspect of The Dynamic Systems Approach*. Depok: University of Indonesia.
- Ho, Y., & Wang, S. (2005). System Dynamics Model for the Sustainable Development of Science City.
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2011). *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia 2011-2025*. Jakarta: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian RI.
- Millenium Institute. (2000). *Threshold 21 (T21) Overview*. USA: Millenium Institute.
- Siemens. (2010). *Asian Green City Index*. Germany: Siemens.

Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for A Complex World*. Boston: The McGraw Hill Companies, Inc.

United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development - Our Common Future*. United Nations.

Westfall, M. S., & de Villa, V. A. (2001). *Urban Indicators for Managing Cities*. 2001: Asian Development Bank.

