



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SIMULATOR MANAJEMEN SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN DALAM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN INVESTASI INDUSTRI BIODIESEL**

SKRIPSI

DARIL BENAYA YOYADA BACHTUM
0706274565

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PERANCANGAN SIMULATOR MANAJEMEN SEBAGAI
MEDIA PEMBELAJARAN DALAM PENGAMBILAN
KEPUTUSAN INVESTASI INDUSTRI BIODIESEL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**DARIL BENAYA YOYADA BACHTUM
0706274565**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Daril Benaya Yoyada Bachtum

NPM : 0706274565

Tanda Tangan :

Tanggal : 12 Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Daril Benaya Yoyada Bachtum
NPM : 0706274565
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Perancangan Simulator Manajemen Sebagai Media Pembelajaran dalam Pengambilan Keputusan Investasi Industri Biodiesel

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Akhmad Hidayatno, ST, MBT ()
Penguji : Armand Omar Moeis S.T., M.Sc ()
Penguji : Ir. Yadrifil M.Sc. ()
Penguji : Ir. M. Dachyar M.Sc ()

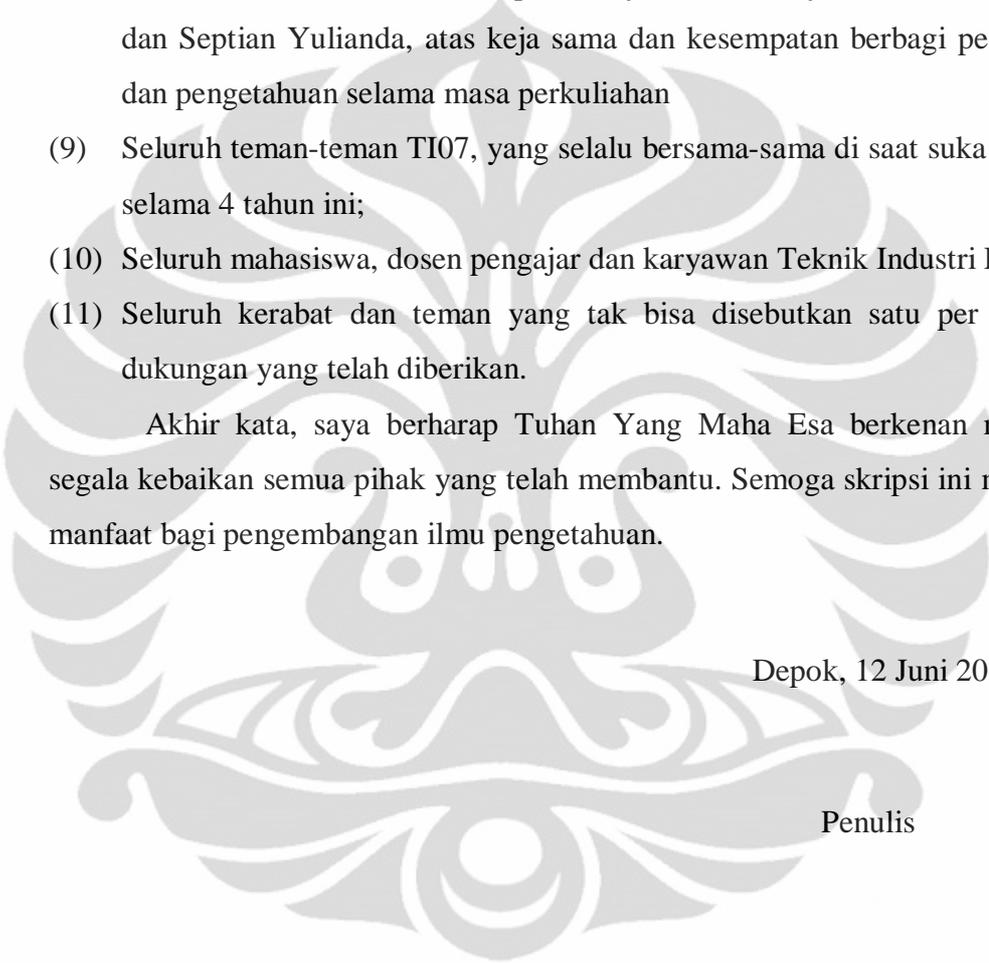
Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 20 Juni 2011

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan berkat dan penyertaan-Nya, penulisan skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa dukungan dan bimbingan banyak pihak, dari perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu Saya ucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Akhmad Hidayatno, S.T., MBT, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing Saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Ibu Ir. Erlinda Muslim, MEE, selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu Saya dalam masa perkuliahan ;
- (3) Aziiz Sutrisno, S.T., yang telah banyak membantu, membimbing, dan berbagi pengetahuan dalam penyusunan skripsi ini;
- (4) German Bachtum, Antalita Kumi, dan Nathanael August Zefanya, dan seluruh keluarga Saya yang tanpa lelah mendukung Saya dari lahir hingga saat ini, baik secara material, moral dan doa;
- (5) Meilinda Dorris Shintana, atas semangat, kebersamaan, perhatian, dan doa yang telah diberikan setiap hari selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini;
- (6) Gersianto Bagusputra, selaku sahabat terbaik dalam masa perkuliahan , atas bantuan, dukungan, dan pengetahuan dari masa SMA sampai peerkuliahan hingga penulisan skripsi ini;
- (7) Berry Phann, Ranga Widayatama, Christian Tulus, Sekar Melati, Oscar Sriloka Sukoco, Gersen Samuel Sumardi, Tarida Lucyana, Gina Adriyani, Paulus Bangun Martua, Ariel Wardhana, dan Maolana Hakim sebagai teman seperjuangan dalam menyusun skripsi ini, atas tawa, kebersamaan, pengetahuan dan dukungan lainnya

- 
- (8) Hilda Rizkiani, Ivan Gunawan Sihombing, dan Andrea Coudillo, atas waktu dan kesediaannya sebagai peserta *pilot test* terakhir;
 - (9) Sri Astuti Widyaningsih, sebagai partner dalam IMTI, MPM FTUI dan SC LKTI 2011, serta para staff bidang kemahasiswaan IMTI 2009, Dwiki Drajat Gumilar, Hadi Al Rasyid, Rini Juwita, Gagas Hariseto, Neni Diankrisna Putri, Nurintan P., Jessica Stephani, Tyonardo Cahayadi, M. Arif Fadhilah, dan Septian Yulianda, atas keja sama dan kesempatan berbagi pengalaman dan pengetahuan selama masa perkuliahan
 - (9) Seluruh teman-teman TI07, yang selalu bersama-sama di saat suka dan duka selama 4 tahun ini;
 - (10) Seluruh mahasiswa, dosen pengajar dan karyawan Teknik Industri FTUI;
 - (11) Seluruh kerabat dan teman yang tak bisa disebutkan satu per satu atas dukungan yang telah diberikan.

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 pengetahuan.

Depok, 12 Juni 2011

Penulis

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

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

Nama : Daril Benaya Yoyada Bachtum
NPM : 0706274565
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:

**Perancangan Simulator Manajemen Sebagai Media Pembelajaran dalam
Pengambilan Keputusan Investasi Industri Biodiesel**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 12 Juni 2011
Yang menyatakan

(Daril Benaya Yoyada Bachtum)

ABSTRAK

Nama : Daril Benaya Yoyada Bachtum

Program Studi : Teknik Industri

Judul : Perancangan Simulator Manajemen Sebagai Media Pembelajaran dalam Pengambilan Keputusan Investasi Industri Biodiesel

Penelitian ini berfokus pada perancangan sebuah simulator manajemen dari investasi dalam industri biodiesel Indonesia, Simulator ini menyediakan laporan dalam bentuk arus kas, diagram, dan grafik yang dapat membantu meningkatkan pemahaman pengguna dalam pengambilan keputusan investasi dalam industri biodiesel. Poin pembelajaran dari simulator ini adalah pemahaman yang lebih baik dari beberapa variabel dan keputusan yang mempunyai dampak serius terhadap keberlanjutan investasi. Kompleksitas dan hubungan antar variabel dimodelkan menggunakan model sistem dinamis dari industri biodiesel. Simulator ini mensimulasikan seorang investor yang ingin menanamkan modal di industri biodiesel dengan beberapa pilihan keputusan. Simulator ini diujikan ke beberapa orang mahasiswa dan hasilnya simulator ini dapat mendukung dan meningkatkan pemahaman mereka tentang tantangan dalam pengembangan industri biodiesel.

Kata kunci:

Pengambilan keputusan dinamis, lingkungan pembelajaran interaktif, investasi, simulator, industri biodiesel, sistem dinamis

ABSTRACT

Name : Daril Benaya Yoyada Bachtum
Major : Industrial Engineering
Title : Management Simulator Design as a Learning Media in Indonesian Biodiesel Industry Investment Decision Making

This research was focused on designing a management simulator of investment in Indonesian Biodiesel Industry. This simulator provides output reports of cash flow, diagrams and graphs that can enhance the user understanding in making a decision for investing their capital in the Biodiesel Industry. The learning points of this simulator are better understanding about several variables and decisions that have serious impact in the investment continuity. The complexity of the investment and relationship between variables was modelled by System Dynamic Model of Biodiesel Industry. This game simulates an investor who wants to invest his/her capital in Biodiesel Industry with several decisions that could affects the feasibility of investment, such as land types and pricing policy. The simulation game was tested to a group of students. The result shows that the game can support and enhance the students understanding the challenge of developing biodiesel production.

Key Words:

Dynamic decision making, interactive learning environment, investment, simulator, biodiesel industry, system dynamics

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.1.1 <i>Mental Model</i> dan Pendekatan Sistem Dinamis	3
1.1.2 Permainan Simulasi dan Simulator Manajemen	4
1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan	6
1.3 Perumusan Permasalahan	7
1.4 Tujuan Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	7
1.6 Metodologi Penelitian	8
1.7 Sistematika Penulisan	11
2 Dasar Teori	12
2.1 Teori Sistem Dinamis	12
2.1.1 Sistem	12
2.1.2 Berpikir Sistem	13
2.1.3 Sistem Dinamis	14
2.1.4 Pemodelan Sistem Dinamis	16
2.1.5 Diagram Loop Sebab-akibat (Causal Loop Diagram)	18
2.1.6 Diagram Alir (Stock-and-Flow Diagram)	20
2.1.7 Struktur dan Perilaku Sistem Dinamis	22
2.1.8 Validasi Model	23
2.2 Pembelajaran menggunakan simulator manajemen	27
2.2.1 Sistem dinamis dan Simulator Manajemen	27

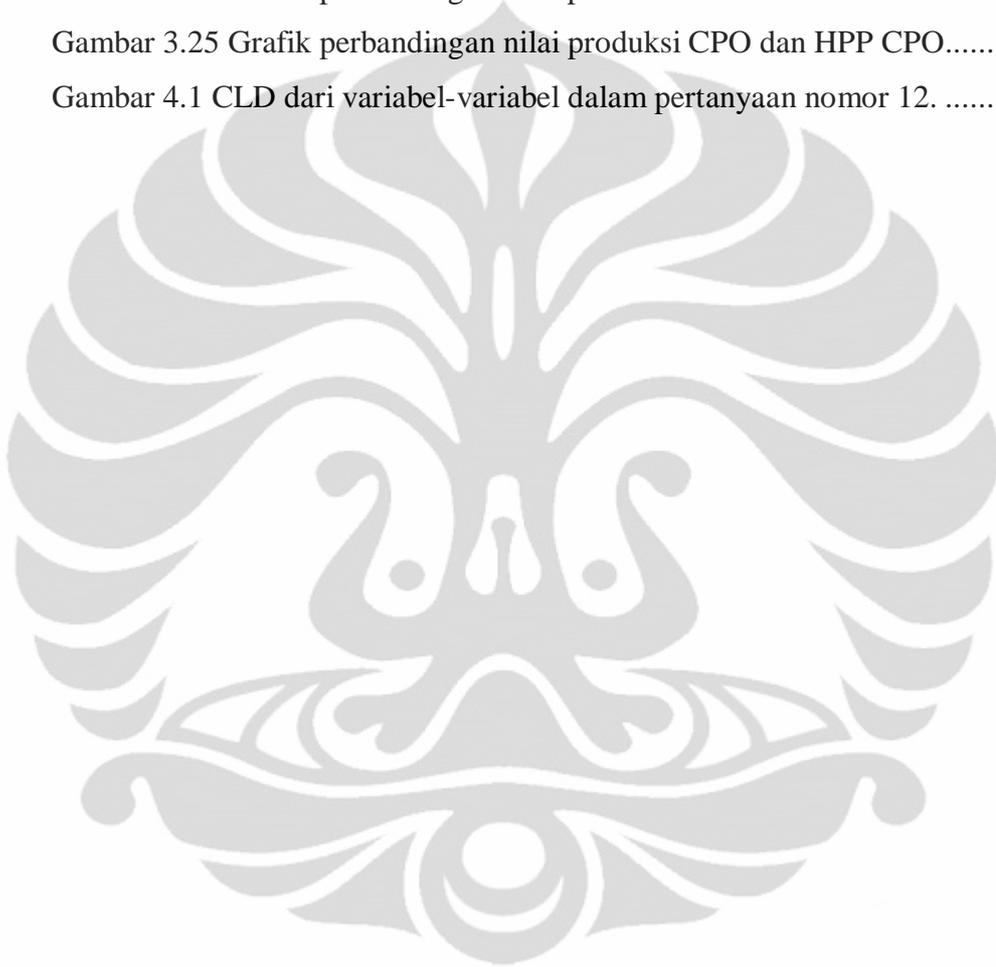
2.2.2	Komponen dalam simulator manajemen	28
2.3	Perbandingan alternatif investasi dengan <i>Present Worth Analysis</i>	28
2.3.1	Present Worth Analysis	28
2.3.2	Minimum Attractive Rate of Return (MARR).....	29
2.3.3	<i>Present Worth Analysis</i> untuk alternatif berumur sama	29
2.3.4	<i>Present Worth Analysis</i> untuk alternatif berumur berbeda.....	30
2.4	Analisis Dampak Lingkungan dengan <i>Life Cycle Analysis</i>	30
2.4.1	Definisi LCA.....	30
2.4.2	Karakteristik LCA	31
3	Pengumpulan dan Pengolahan Data	33
3.1	Pengumpulan dan Pengolahan Data Mental.....	33
3.1.1	<i>Understanding U.S. Biodiesel Industry Growth using System Dynamic Modeling</i>	33
3.1.2	Model Mikro Biodiesel Sustainability Model (BSM).....	34
3.1.3	Produktivitas dan Pendidikan Model T21 Mozambique	37
3.2	Pengumpulan Data Tertulis dan Numerik	39
3.3	Hipotesa Dinamis.....	40
3.4	Modus Referensi.....	41
3.5	Perumusan Diagram Sistem dan Poin Pembelajaran.....	43
3.6	Simplifikasi Model BSM	45
3.6.1	Pengembangan Causal Loop Diagram	46
3.6.2	Pengembangan Causal Loop Diagram Produksi.....	46
3.6.3	Pengembangan Causal Loop Diagram Profitabilitas	49
3.6.4	Proses Simplifikasi Model Mikro BSM	50
3.6.4.1	Proses Simplifikasi Sub-Model Perkebunan CPO	51
3.6.4.2	Proses Simplifikasi Sub-Model Biodiesel.....	52
3.6.4.3	Simplifikasi Sub-Model Permintaan.....	52
3.6.4.4	Simplifikasi Sub-Model Indikator Kebijakan	53
3.6.4.5	Penambahan pengaruh pendidikan pada produktivitas... 53	
3.6.4.6	Struktur Model yang telah disimplifikasi	55
3.7	Perancangan <i>Interface</i> dari Simulator Manajemen.....	57
3.7.1	Halaman Muka.....	58
3.7.2	Halaman Input Keputusan	59
3.7.3	Halaman Laporan Keuangan	62
3.7.4	Halaman Laporan Lingkungan	63

3.7.5	Halaman Laporan Sosial.....	63
3.7.6	Halaman Laporan Produksi	64
3.7.7	Halaman Simulasi	65
3.8	Verifikasi dan Validasi Model.....	66
3.8.1	Verifikasi Model	66
3.8.1.1	Verifikasi nilai <i>life cycle analysis</i> (LCA)	67
3.8.1.2	Verifikasi nilai Jumlah Lahan Perkebunan Perusahaan..	68
3.8.1.3	Verifikasi nilai HPP biodiesel	69
3.8.1.4	Verifikasi nilai HPP CPO	70
3.8.2	Validasi Model.....	70
3.8.2.1	Kecukupan Batasan	70
3.8.2.2	Penilaian Struktur	71
3.8.2.3	Konsistensi Dimensi	71
3.8.2.4	Reproduksi Perilaku.....	71
4	Analisis	74
4.1	Pilot-testing.....	74
4.2	Pertanyaan Dalam Kuesioner	74
4.3	Analisis Pencapaian Poin Pembelajaran	76
4.3.1	Poin pembelajaran Pertama: Pengaruh Pemilihan Kelas Lahan.....	76
4.3.2	Poin Pembelajaran Kedua: Struktur Biaya Biodiesel.....	77
4.3.3	Poin Pembelajaran Ketiga: Pengaruh Pemilihan Harga Jual Biodiesel	78
4.3.4	Poin Pembelajaran Keempat: Pengaruh CSR	78
4.3.5	Poin Pembelajaran Kelima: Mental Model dalam Produksi CPO dan Biodiesel	79
5	Kesimpulan dan Saran	81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	82
	DAFTAR REFERENSI	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Roadmap</i> Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Nasional 2006-2025	2
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan	6
Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian	10
Gambar 2.1 Proses Sistem Dinamis.....	16
Gambar 2.2 Cara Penulisan Diagram Loop Sebab Akibat.....	19
Gambar 2.3 Polaritas Hubungan.....	20
Gambar 2.4 Cara Penulisan Diagram Alir	21
Gambar 2.5 Perilaku Model Secara Umum	22
Gambar 3.1 Susunan SFD Model Mikro secara Keseluruhan.....	35
Gambar 3.2 Struktur Pendidikan Utama T21 Mozambique.....	38
Gambar 3.3 Struktur Industri pada T21 Mozambique	38
Gambar 3.4 Modus Referensi Biaya Produksi Biodiesel Tiap Skenario Rantai Suplai	41
Gambar 3.5 Modus Referensi Profit Biodiesel.....	42
Gambar 3.6 Diagram Sistem Dari <i>Biodiesel Investment Game</i>	44
Gambar 3.7 <i>Causal Loop Diagram</i> Produksi Rantai Suplai Biodiesel.....	47
Gambar 3.8 <i>Causal Loop Diagram</i> Profitabilitas Biodiesel	49
Gambar 3.9 <i>Causal Loop Diagram</i> Profitabilitas Perkebunan-CPO	50
Gambar 3.10 Struktur Model Yang Telah Disimplifikasi.....	56
Gambar 3.11 Persyaratan Pengguna dari Simulator Manajemen	58
Gambar 3.12 <i>Intro page Biodiesel Investment Game</i>	59
Gambar 3.13 <i>Initial Decision Page Biodiesel Investment Game</i>	60
Gambar 3.14 <i>Projection Decision Page Biodiesel Investment Game</i>	61
Gambar 3.15 <i>Financial Reports Page Biodiesel Investment Game</i> (Arus kas dan profit perusahaan)	62
Gambar 3.16 <i>Environment Reports Page Biodiesel Investment Game</i>	63
Gambar 3.17 <i>Social Reports Page Biodiesel Investment Game</i>	64
Gambar 3.18 <i>Production Reports Page Biodiesel Investment Game</i>	65
Gambar 3.19 <i>Simulation Page Biodiesel Investment Game</i>	66
Gambar 3.20 Perbandingan nilai LCA model referensi dengan simplifikasi	67

Gambar 3.21 Perbandingan nilai jumlah lahan dengan model referensi dengan simplifikasi	68
Gambar 3.22 Perbandingan nilai HPP Biodiesel model referensi dengan simplifikasi	69
Gambar 3.23 Perbandingan nilai HPP CPO model referensi dengan simplifikasi	70
Gambar 3.24 Grafik perbandingan nilai pembukaan lahan dan emisi karbon	72
Gambar 3.25 Grafik perbandingan nilai produksi CPO dan HPP CPO.....	72
Gambar 4.1 CLD dari variabel-variabel dalam pertanyaan nomor 12.	79



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Simplifikasi Aspek Produksi Perkebunan	51
Tabel 3.2 Simplifikasi Aspek Produksi CPO	51
Tabel 3.3 Simplifikasi Aspek Profitabilitas CPO-Perkebunan	51
Tabel 3.4 Simplifikasi Aspek Produksi Biodiesel	52
Tabel 3.5 Simplifikasi Aspek Harga Biodiesel	52
Tabel 3.6 Simplifikasi Aspek Profitabilitas Biodiesel.....	52
Tabel 3.7 Simplifikasi Sub-Model Indikator Keberlanjutan.....	53
Tabel 3.8 Penjelasan Pilihan Keputusan pada <i>Initial Decision Page</i>	60
Tabel 4.1 Matriks Poin Pembelajaran.....	75
Tabel 4.2 Matriks Jawaban Para Responden.....	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pertanyaan untuk Pengguna



BAB 1

PENDAHULUAN

1 Pendahuluan

Dalam bab pendahuluan ini akan dibahas latar belakang permasalahan, keterkaitan masalah, perumusan masalah, ruang lingkup, metodologi, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Industri Biodiesel di Indonesia mempunyai potensi yang besar, khususnya biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit. Indonesia, dengan kekayaan sumber daya alam dan status eksportir terbesar kedua untuk minyak kelapa sawit, memiliki prospek yang menjanjikan untuk industri biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit (Ghazoul & Koh, 2008). Pemerintah Indonesia mendukung iklim investasi untuk industri biodiesel dengan menyediakan berbagai kebijakan fiskal dan sekitar 6,5 juta hektar lahan untuk produksi bahan baku biodiesel. Dari 6,5 juta hektar lahan tersebut 3 juta hektar dialokasikan untuk penanaman kelapa sawit. Pemerintah melalui Peraturan Pemerintah No. 148 menyatakan bahwa industri kelapa sawit adalah sektor industri yang diprioritaskan bersama dengan tekstil dan kehutanan sehingga memiliki hak insentif bebas pajak pertambahan nilai 10% (Business Watch Indonesia, 2007). Selain itu Pemerintah, melalui Keputusan Presiden No.10/ 2006, tertanggal 24 Juli 2006, sebagai tindak lanjut atas Inpres No. 1 Tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati, pemerintah membentuk Timnas Pengembangan BBN(Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati) untuk Percepatan Pengurangan Kemiskinan dan Pengangguran, dimana salah satu tugasnya adalah menyusun *Blueprint* dan *Roadmap* Pengembangan BBN. Dukungan pemerintah dengan pengadaan pasar dan alokasi lahan ini seharusnya dapat menarik para investor untuk menanamkan modalnya pada industri ini.

Tahun	2005 - 2010	2011 - 2015	2016 - 2025
Biodiesel	Pemanfaatan Biodiesel Sebesar Konsumsi Solar 10% 2.41 juta kL	Pemanfaatan Biodiesel Sebesar 15% Konsumsi Solar 4.52 juta kL	Pemanfaatan Biodiesel Sebesar 20% Konsumsi Solar 10.22 juta kL
Bioetanol	Pemanfaatan Bioetanol 5% Konsumsi Premium 1.48 juta kL	Pemanfaatan Bioetanol 10% Konsumsi Premium 2.78 juta kL	Pemanfaatan Bioetanol 15% Konsumsi Premium 6.28 juta kL
Biooil - Biokerosin - PPO untuk Pembangkit Listrik	Pemanfaatan Biokerosin 1 juta kL Pemanfaatan PPO 0.4 juta kL	Pemanfaatan Biokerosin 1.8 juta kL Pemanfaatan PPO 0.74 juta kL	Pemanfaatan Biokerosin 4.07 juta kL Pemanfaatan PPO 1.69 juta kL
Biofuel	Pemanfaatan Biofuel Sebesar 2% energi mix 5.29 juta kL	Pemanfaatan Biofuel Sebesar 3% energi mix 9.84 juta kL	Pemanfaatan Biofuel Sebesar 5% energi mix 22.26 juta kL

Gambar 1.1 Roadmap Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Nasional 2006-2025

(Sumber: *Blueprint* Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati, 2006)

Dengan kondisi ini, investasi pada industri biodiesel membutuhkan keputusan yang tepat untuk setiap kegiatan produksi dan rantai suplai. Adapun rantai suplai yang dimaksud adalah meliputi perkebunan kelapa sawit, pabrik kelapa sawit, dan pabrik biodiesel. Asosiasi Produsen Biodiesel Indonesiamenyebutkan bahwa kapasitas produksi biodiesel nasional sampai tahun 2008 adalah 2,5 juta ton per tahun sehingga diharapkan pada tahun 2009 dan 2010 produksi biodiesel diperkirakan sebesar 1,4 juta ton dan 1,5 juta ton dengan tingkat konsumsi CPO yang setara dengan biodiesel yang diproduksi. Namun pada kenyataannya dengan tidak diimplementasikannya subsidi Rp. 1.000 per liter, dampaknya saat ini hanya 2 dari 12 perusahaan biodiesel yang masih beroperasi (Barani, 2009). Oleh karena itu bisa dikatakan investor masih belum bisa melihat variabel yang berpengaruh pada investasi ini, dan pemerintah pun belum bisa menarik minat investor pada industri ini.

1.1.1 *Mental Model* dan Pendekatan Sistem Dinamis

Dalam setiap pengambilan keputusan yang dilakukan oleh manusia, tak terkecuali dalam berinvestasi, hal yang menjadi elemen penting adalah *mental model*. *Mental model* dideskripsikan sebagai kumpulan rutinitas atau prosedur operasi standar, naskah untuk memilih tindakan yang mungkin dilakukan, peta kognitif dari sebuah domain, tipologi untuk mengelompokkan pengalaman, struktur logika untuk interpretasi sebuah bahasa, atau atribusi tentang individu yang kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Forrester (1961) menekankan bahwa *Mental model* adalah model yang mendasari sebuah keputusan. *Mental model* juga termasuk kepercayaan kita terhadap hubungan penyebab dan akibat yang mendeskripsikan bagaimana suatu sistem beroperasi bersama dengan batasan model (variabel mana yang diikutsertakan dan variabel yang tidak diikutsertakan) dan jangka waktu yang kita pikir relevan.

Model yang dikembangkan untuk industri biodiesel ini menggunakan pendekatan sistem dinamis. Industri biodiesel merupakan sebuah sistem kompleks yang terdiri dari berbagai variabel di dalamnya. Sistem dinamis yang bisa didefinisikan sebagai metode untuk meningkatkan pembelajaran dalam sebuah sistem yang kompleks (Sterman 2000, p4). Sistem dinamis membangun dan mensimulasikan *loop* model umpan balik kausal *stock-flow* (yang terdiri dari perhitungan integral dan diferensial) yang merepresentasikan sebuah sistem sosial seperti sistem sosial-ekonomi-lingkungan untuk memfasilitasi pengambilan keputusan dalam perspektif yang lebih luas dan terhadap waktu. Sehingga diharapkan asumsi yang digunakan menjadi eksplisit dan kemudian diintegrasikan dengan cara yang logis dan dapat diuji (Homer 1996,1).

Lewat proses pengembangan model sistem dinamis, akan didapatkan hubungan dan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana sebuah sistem (dalam hal ini industri biodiesel) dan struktur-struktur yang ada di dalamnya berperilaku terhadap waktu dibawah skenario yang berbeda. Tantangan terbesarnya adalah bagaimana mengkomunikasikan apa yang telah didapat dari model tersebut ke orang yang tidak membuat model. Apalagi biasanya setiap

orang sudah memiliki *mental model* mereka sendiri dalam memandang sebuah sistem atau permasalahan.

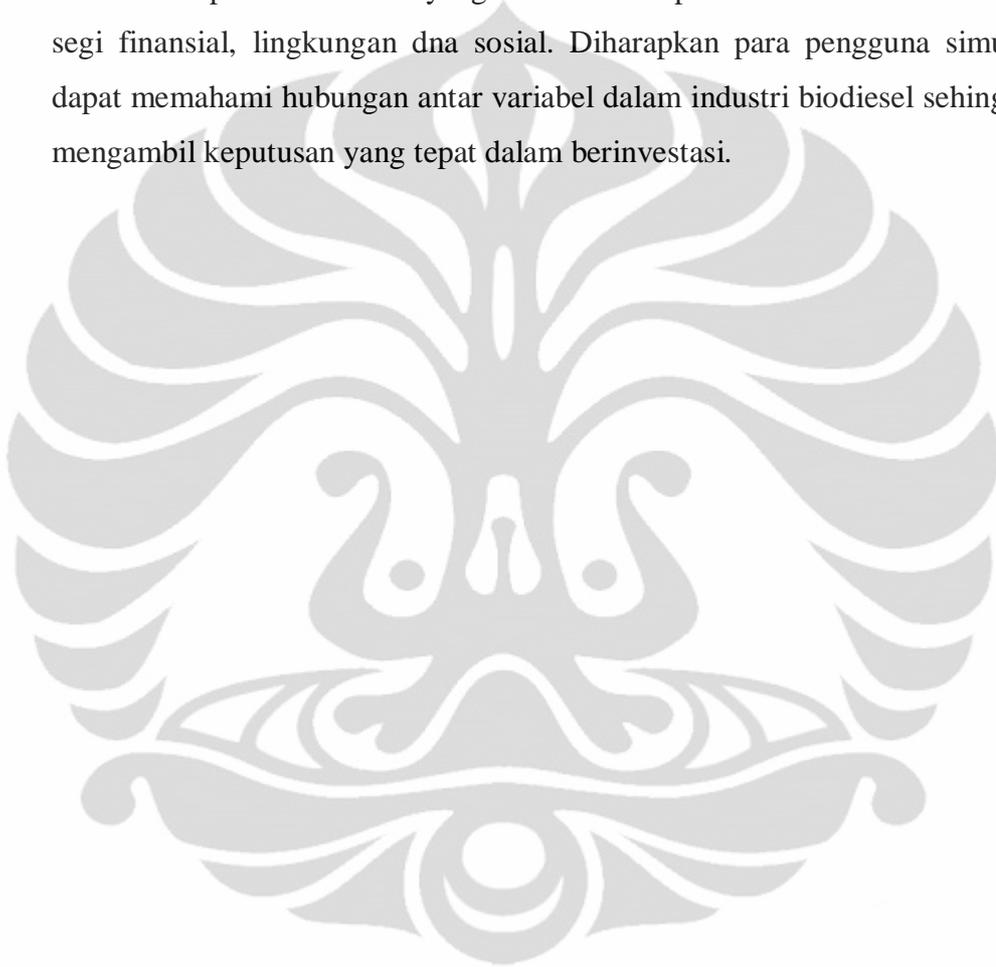
1.1.2 Permainan Simulasi dan Simulator Manajemen

Untuk merubah *mental model* yang dimiliki oleh seseorang dapat ditempuh melalui mendapat pengalaman secara langsung. Akan tetapi pada dunia nyata, pengalaman sulit didapat dan sering kali mempunyai resiko yang tinggi sehingga sebaiknya perubahan *mental model* dilakukan melalui pendidikan, yaitu melalui metode *experiential learning*. Metode ini adalah suatu model pembelajaran dengan pengalaman yang diikuti oleh refleksi, diskusi, analisis, dan evaluasi dari pengalaman yang telah didapat.

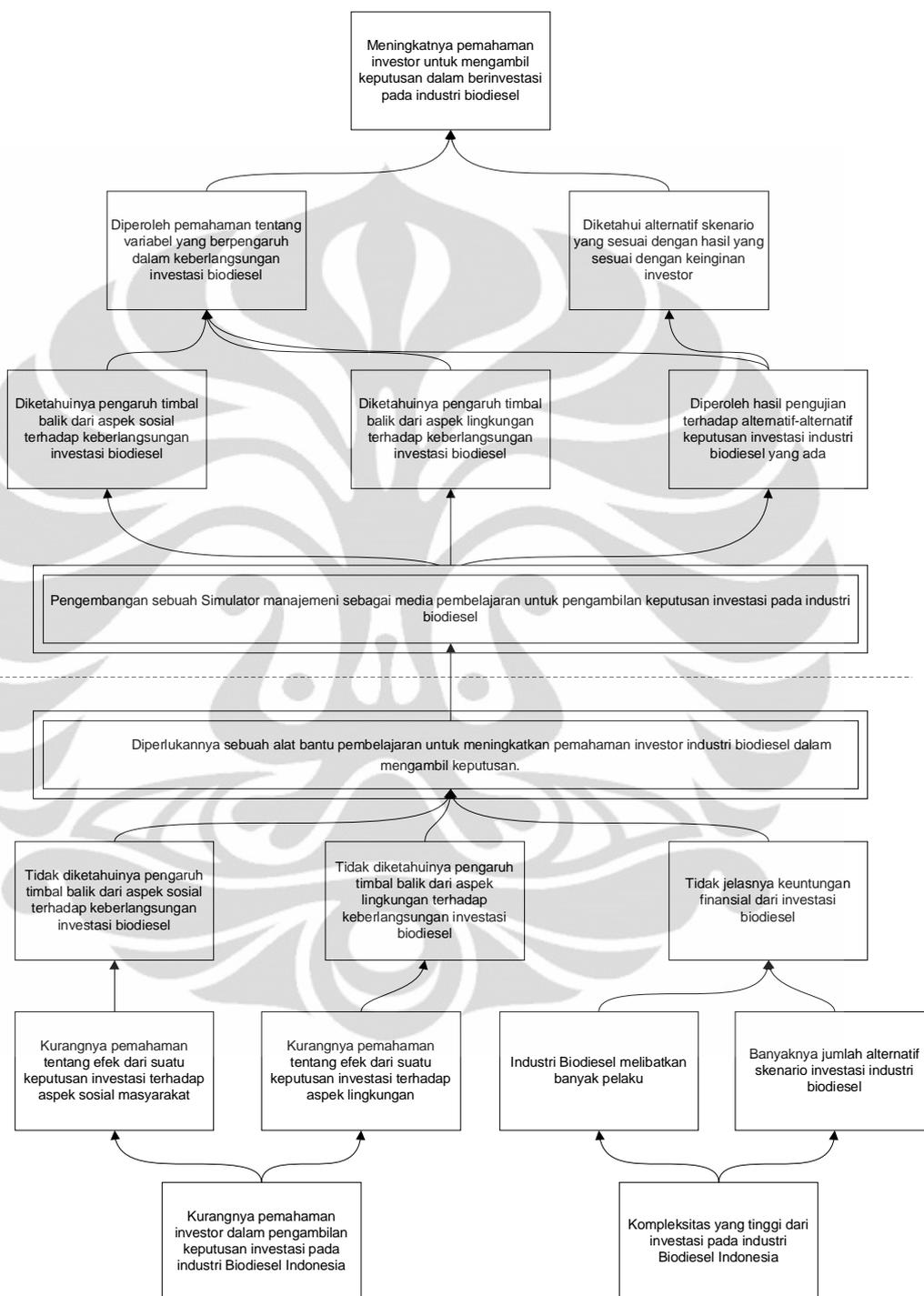
Beberapa bentuk *experiential learning* adalah sebuah simulator management atau *management flight simulator* dan permainan simulasi. Permainan atau *gaming* berbasis pada asumsi di mana pembelajaran individu dan sosial yang ada pada permainan dapat dipindahkan ke dunia di luar permainan. Proses pemindahan ini tidak langsung sehingga membuat permainan simulasi memiliki resiko eksternal yang rendah dan memberikan para pemain rasa aman, yang menjadi prasyarat untuk bereksperimen dan berkreasi. Permainan simulasi telah dikatakan efektif sebagai instrumen pembelajaran dan eksperimen dan bahkan permainan telah digunakan untuk pembuatan dan perencanaan kebijakan publik (Igor Mayer, 2009). Namun karena keterbatasan yang ada, bentuk permainan simulasi pada penelitian ini diubah menjadi simulator manajemen dengan tidak adanya unsur kompetisi dan kesenangan seperti yang ada pada permainan simulasi. Akan tetapi pengguna tetap mendapatkan *experiential learning* dari simulator manajemen ini. Pengguna simulator berperan sebagai posisi dimana mereka berperan sebagai orang yang mengelola sistem dan dalam setiap periode waktu tertentu, mereka harus membuat keputusan untuk mencapai tujuan tertentu di dalam sistem tersebut (System Dynamics Society). Beberapa contoh simulator yang berperan sebagai media pembelajaran adalah adalah Simulator *Fleet Maintenance System* pada sebuah perusahaan bus di Italia utara (Bivona & Montemaggiore, 2010), *Bergen Learning Environment for National*

Development (Kopainsky, Pedercini, Davidsen, & Alessi, 2009), dan *EnerBiz* (Dyner, Larsen, & Franco, 2008).

Simulator manajemen dalam penelitian ini mensimulasikan seorang investor yang ingin berinvestasi pada industri biodiesel. Investor ini harus mengambil beberapa keputusan. Dari keputusan-keputusan ini akan diterjemahkan ke dalam laporan indikator yang bisa menilai performa dari suatu investas dari segi finansial, lingkungan dna sosial. Diharapkan para pengguna simulator ini dapat memahami hubungan antar variabel dalam industri biodiesel sehingga dapat mengambil keputusan yang tepat dalam berinvestasi.



1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan



Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Permasalahan

1.3 Perumusan Permasalahan

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang dan diagram keterkaitan permasalahan, maka dapat disimpulkan bahwa untuk meningkatkan pemahaman dalam pengambilan keputusan investor dalam berinvestasi pada industri biodiesel di Indonesia, diperlukan sebuah alat bantu pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman para investor terhadap variabel-variabel yang berpengaruh dalam pengambilan keputusan. Oleh karena itu pada penelitian ini permasalahan yang diangkat adalah diperlukannya sebuah alat bantu pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman investor industri biodiesel dalam mengambil keputusan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh dan mengembangkan sebuah simulator manajemen sebagai media pembelajaran untuk pengambilan keputusan investasi pada industri biodiesel. Dari hasil penggunaan simulator ini akan dilihat pengaruhnya terhadap peningkatan pemahaman para pemainnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

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

- Biodiesel yang akan dibahas dalam penelitian ini secara khusus adalah biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit mengingat jenis inilah yang memiliki perkembangan yang paling pesat untuk saat ini di Indonesia.
- Ruang lingkup dari permainan simulasi industri biodiesel yang dibuat adalah dalam konteks pemenuhan target pemanfaatan jangka panjang bahan bakar nabati nasional sesuai dengan *roadmap* timnas pengembangan bahan bakar nabati nasional 2006-2025
- Jangka waktu dalam permainan simulasi ini adalah sepuluh tahun.
- Permainan simulasi ini akan diujikan kepada beberapa orang mahasiswa.

1.6 Metodologi Penelitian

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

1. Tahap Penentuan Topik Penelitian.

Topik penelitian didapatkan melalui diskusi dengan dosen pembimbing. Adapun topik penelitian ini adalah “Perancangan Simulator Manajemen Sebagai Media Pembelajaran dalam Pengambilan Keputusan Investasi Industri Biodiesel”.

2. Tahap 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 penelitian ini. Adapun landasan teori yang terkait adalah dasar teori simulator manajemen, dasar teori sistem dinamis, dasar teori profitabilitas, dan dasar teori analisis indikator lingkungan.

3. Tahap Pengumpulan dan Pengambilan Data

Pada tahap ini, penulis mencari referensi dari jurnal dan sumber lainnya, serta mempelajari model simulasi dari industri biodiesel Indonesia (model mikro *Biodiesel Sustainability Model*) hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

4. Tahap Konseptualisasi

Dalam tahap ini terdiri dari empat kegiatan utama yaitu:

- a. Penyusunan *reference modes* untuk melihat *behavior over time*. Adapun *reference mode* yang digunakan adalah
- b. Pengambilan *dynamic hypothesis* dan *learning points* berdasarkan *reference modes* yang sudah disusun.
- c. Penentuan batasan dan asumsi yang digunakan dalam model.
- d. Pembentukan *mental model* melalui *causal loop diagram* dan *stock and flow diagram*.

5. Tahap Formulasi

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

6. Tahap Verifikasi dan Validasi

Beberapa pengujian sebagai verifikasi dan validasi terhadap model. Pengujian yang dilakukan ada dua, yaitu *behavior testing* dan *numerical testing*.

7. Tahap Distribusi Pengetahuan

Pada tahap ini, Simulator akan diujikan ke beberapa mahasiswa .

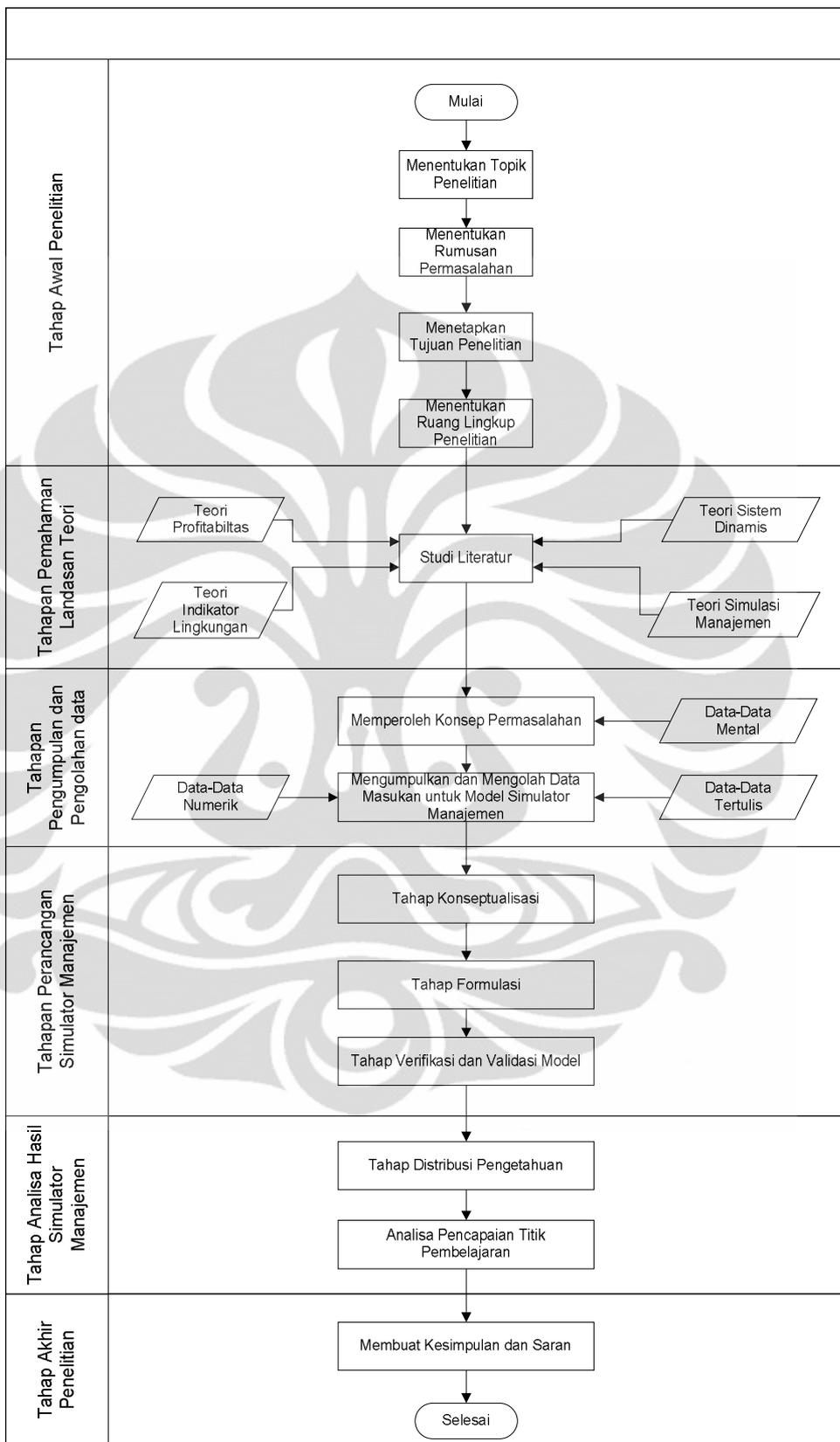
8. Analisis Hasil Distribusi Pengetahuan

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

9. Hasil dan Kesimpulan.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan dari hasil penelitian ini dan saran-saran untuk penelitian berikutnya.

Metodologi penelitian yang dilakukan digambarkan diagram alir seperti yang terlihat pada Gambar 1.3 berikut



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

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

Bab pertama merupakan pendahuluan dari laporan yang dibuat berisi 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 dasar teori simulator manajemen, dasar teori sistem dinamis, dasar teori profitabilitas, dan dasar teori analisis indikator lingkungan.

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. Pengolahan data yang dilakukan lebih bersifat pembelajaran terhadap data sekunder yang telah digunakan pada model simulasi pemenuhan target jangka panjang pemanfaatan biodiesel nasional. Dari data yang ada dilakukan simplifikasi dan reformulasi sesuai dengan poin pembelajaran permainan dan kemudian dirancanglah sebuah *interface* untuk simulator ini.

Bab keempat berisi analisis bagaimana simulator manajemen ini diujikan (*Pilot testing*) kepada beberapa mahasiswa dan dianalisis tentang tingkat keberhasilan permainan ini memberikan poin pembelajarannya terhadap para pemainnya.

Bab kelima adalah bagian kesimpulan dan saran. Bab ini merangkum keseluruhan proses penelitian yang dilakukan serta hasil dan analisis yang diperoleh dari model permainan simulasi yang dibuat sebagai media pembelajaran.

BAB 2

DASAR TEORI

2 Dasar Teori

Dalam bab ini akan dibahas dasar teori yang digunakan untuk merancang simulator manajemen ini. Teori-teori yang digunakan dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu teori untuk merancang model dasar yaitu teori simulasi dan teori sistem dinamis, teori untuk merancang antar muka pengguna (*interface*) dari simulator, dan terakhir teori pengambilan keputusan dan analisis dampak dari investasi.

2.1 Teori Sistem Dinamis

Sistem dinamis adalah dasar dari simulasi yang digunakan pada simulator manajemen penelitian ini. Secara bertahap akan dijelaskan apa itu sistem, berpikir sistem, sampai dengan sistem dinamis itu sendiri.

2.1.1 Sistem

Sistem adalah sebuah interkoneksi dari seperangkat elemen yang secara koheren terorganisir untuk memperoleh sesuatu (Meadows, 2008). Sistem harus terdiri dari tiga hal yaitu:

- Elemen-elemen
- Interkoneksi antar elemen-elemen
- Fungsi atau Tujuan

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

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

2.1.2 Berpikir Sistem

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

”Berpikir sistem adalah kemampuan untuk melihat dunia sebagai suatu sistem yang kompleks, yang kita mengerti bahwa ’kita tidak dapat melakukan hanya satu hal’ dan bahwa ’segala sesuatu berkaitan dengan segala sesuatu.’” (Serman, 2000, hal. 4).

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

Dalam memahami sistem ada dua cara yang umum dilakukan:

- Mempelajari/menganalisis bagaimana komponen-komponen dari sistem bekerja sehingga kita mendapatkan hasil berupa pengetahuan mengenai kerja sistem tersebut
- Melakukan proses sintesis di mana kita melihat sistem secara keseluruhan sehingga mendapatkan hasil berupa pemahaman akan sistem tersebut. Cara ini merupakan prinsip dasar dari berpikir sistem

2.1.3 Sistem Dinamis

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

Sistem dinamis adalah metode untuk memperkuat pembelajaran dalam sistem yang kompleks, dan sebagian, adalah sebagai metode untuk membentuk suatu *management flight simulator*, model simulasi komputer, untuk membantu dalam mempelajari kompleksitas dinamis, mengerti sumber resistensi kebijakan, dan mendesain kebijakan yang lebih efektif (Sterman, 2000, hal. 4). Dinamika atau perilaku sistem didefinisikan oleh strukturnya dan interaksi antar komponen-komponennya.

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

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

Pada dasarnya, menurut Jenna Barnes, dalam jurnalnya yang berjudul “*System Dynamics and Its Use in Organization*”, terdapat empat konsep dasar

dalam sistem dinamis yang menopang struktur dan perilaku sistem yang kompleks. Konsep tersebut adalah (Stermann, 2000):

1. Ruang lingkup yang tertutup, yang dimaksud tertutup di sini bukan berarti tidak ada interaksi dengan variabel dari luar sistem. Yang dimaksud tertutup adalah variabel penting yang menciptakan interaksi sebab-akibat berada di dalam sistem dan variabel yang tidak begitu penting berada di luar.
2. *Loop* umpan balik sebagai komponen dasar sistem, perilaku dari sistem dipengaruhi oleh struktur dari *loop* umpan balik yang ada dalam sistem yang tertutup. Sehingga struktur umpan balik inilah yang mempengaruhi setiap perubahan yang terjadi pada sistem sepanjang waktu.
3. *Level* dan *rate* (tingkat), sebuah sistem dinamis pasti memiliki dua jenis variabel dasar yaitu *level* dan *rate*. *Level*, seperti halnya stok, merupakan akumulasi elemen sepanjang waktu, contohnya seperti jumlah pegawai atau jumlah inventori di gudang. Sedangkan *rate* merupakan variabel yang mempengaruhi perubahan nilai dari level.
4. Kondisi yang ingin dicapai, kondisi riil, dan perbedaan antara kondisi yang ingin dicapai dengan kondisi riil.

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

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

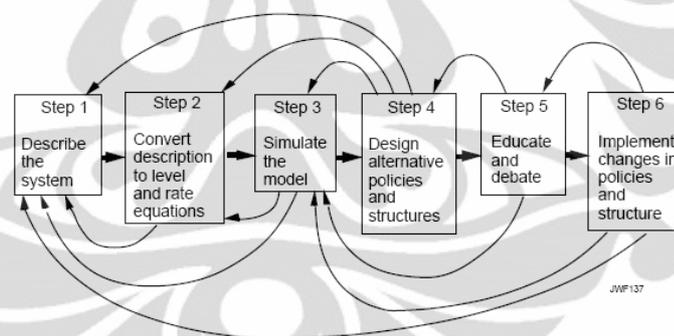
Mekanisme berkelanjutan dari masukan, proses, keluaran dan umpan balik tersebut dalam dunia nyata tidak bebas atau tidak tumbuh tanpa batas, tetapi tumbuh dengan pengendalian. Kendali yang membatasi tersebut dapat bersumber dari dalam maupun dari luar sistem. Kendali dari dalam sistem menyangkut

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

2.1.4 Pemodelan Sistem Dinamis

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

Pada gambar 2.5 ditunjukkan rangkaian proses dalam sistem dinamis yang dijelaskan oleh Jay Forrester dalam jurnalnya, "*System Dynamics, System Thinking and Soft OR*":



Gambar 2.1 Proses Sistem Dinamis

(Sumber: Forrester, 1994, hal.4)

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

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

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

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

Langkah kelima melalui suatu konsensus untuk proses implementasi. Langkah kelima merepresentasikan tantangan terbesar terhadap kemampuan memimpin dan mengoordinasi. Tidak masalah berapa orang yang ikut andil dalam

langkah pertama hingga keempat, karena semuanya akan terlibat dalam proses implementasi. Model akan memperlihatkan bagaimana sistem menyebabkan masalah yang sedang mereka dihadapi.

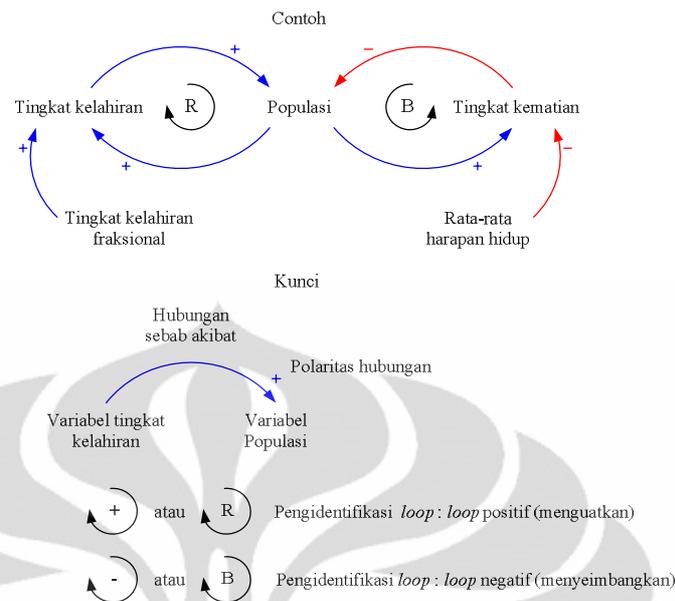
Langkah keenam adalah implementasi kebijakan baru. Kesulitan dari langkah ini kebanyakan berasal dari ketidakcukupan langkah sebelumnya. Jika modelnya relevan dan persuasif, dan pendidikan di langkah kelima telah cukup, maka langkah keenam akan berjalan dengan baik. Walaupun demikian, implementasi memerlukan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

2.1.5 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 2.2 Cara Penulisan Diagram Loop Sebab Akibat

(Sumber: Sterman, 2000, hal.138)

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

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

Simbol	Interpretasi	Persamaan matematika	Contoh
$X \xrightarrow{+} Y$	Jika X meningkat (menurun), maka Y akan meningkat (menurun). Jika terjadi akumulasi, X menambah Y.	$\partial Y / \partial X > 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_0^s (X + \dots) ds + Y_0$	Kualitas produk $\xrightarrow{+}$ Penjualan Usaha $\xrightarrow{+}$ Hasil Kelahiran $\xrightarrow{+}$ Populasi
$X \xrightarrow{-} Y$	Jika X meningkat (menurun), maka Y akan menurun (meningkat). Jika terjadi akumulasi, X mengurangi Y.	$\partial Y / \partial X < 0$ Jika terjadi akumulasi, $Y = \int_0^s (-X + \dots) ds + Y_0$	Harga produk $\xrightarrow{-}$ Penjualan Frustrasi $\xrightarrow{-}$ Hasil Kematian $\xrightarrow{-}$ Populasi

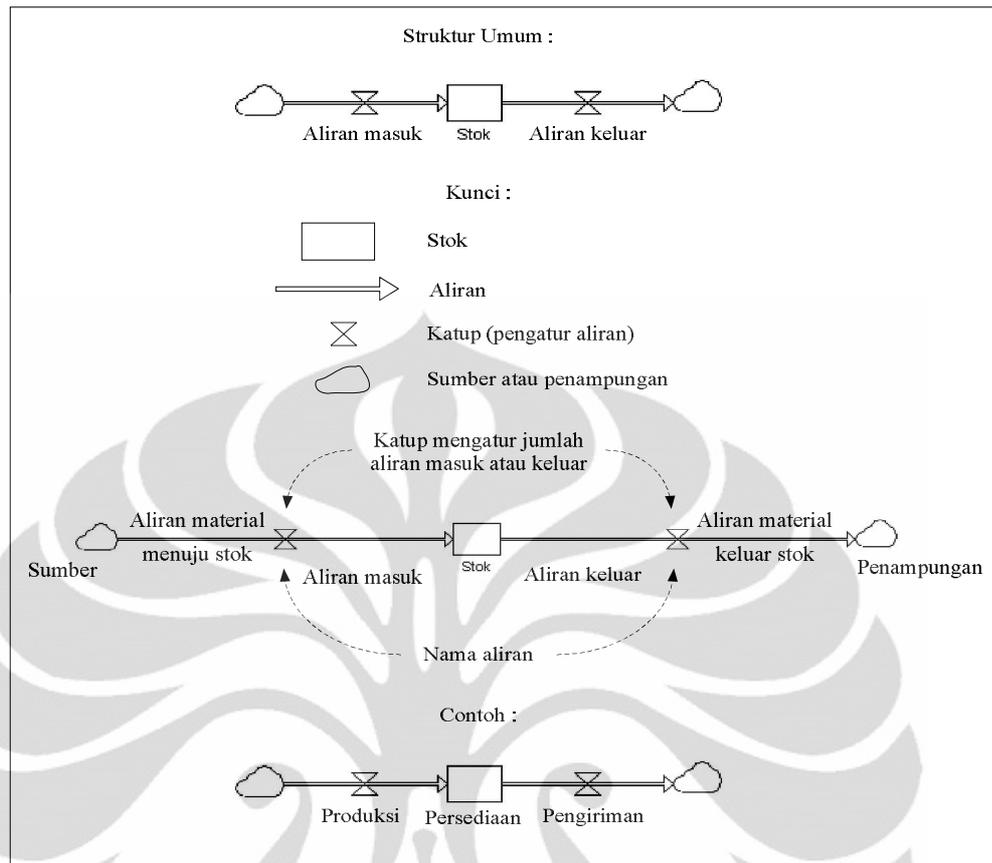
Gambar 2.3 Polaritas Hubungan

(Sumber: Sterman, 2000, hal.139)

2.1.6 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 mengakumulasikan perbedaan antara aliran masuk menuju proses dan aliran keluarannya. Dengan memisahkan tingkat aliran, stok merupakan sumber ketidakseimbangan dalam sistem.



Gambar 2.4 Cara Penulisan Diagram Alir

(Sumber: Sterman, 2000, hal.193)

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

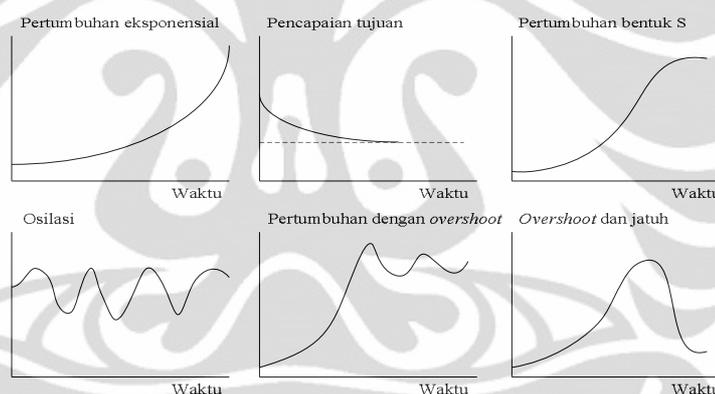
Stok diwakili oleh persegi empat. Aliran masuk diwakili oleh pipa dengan tanda panah yang mengarah pada stok yang berarti menambah stok. Aliran keluar diwakili oleh pipa yang mengarah keluar stok dan berarti mengurangi stok.

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.

2.1.7 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 2.5 Perilaku Model Secara Umum

(Sumber: Sterman, 2000, hal.108)

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

dasar meliputi pertumbuhan bentuk S (*S-shaped growth*), pertumbuhan bentuk S dengan *overshoot* dan osilasi, dan *overshoot* dan jatuh (*collapse*).

2.1.8 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 karena semua model adalah salah. Setiap model dibatasi, representasi yang disederhanakan dari dunia nyata. Model berbeda dengan dunia nyata dalam besar dan kecil, angka yang tidak terbatas, berikut cara melakukan validasi model menurut Sterman.

Tabel 2.1 Cara Validasi Sebuah 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 analisa kebijakan dan sensitivitas

Tabel 2.1 Cara Validasi Sebuah Model (Lanjutan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
2	Penilaian struktur	Apakah struktur model konsisten dengan pengetahuan yang relevan dari sistem?	Gunakan diagram struktur kebijakan, diagram sebab-akibat, peta <i>stock and flow</i> , pemeriksaan persamaan model secara langsung
		Apakah tingkat agregasinya mencukupi?	Gunakan interview, workshop untuk mendapatkan para ahli, bahan-bahan utama, literatur, partisipasi langsung pada proses sistem
		Apakah model tersebut menyesuaikan dengan hukum perlindungan alam?	Adakah tes model secara parsial dengan kebijakan yang diinginkan
			Apakah percobaan laboratorium untuk mendapatkan <i>mental model</i> dan kendali kebijakan dari partisipan
		Apakah kebijakan mengendalikan perilaku sistem?	Bangun sub-model parsial dan bandingkan perilakunya terhadap perilaku secara keseluruhan Perhatikan beberapa variabel kemudian ulangi analisa kebijakan dan sensitivitas
3	Konsistensi dimensi	Apakah tiap persamaan sudah konsisten, tanpa menggunakan parameter yang tidak perlu?	Gunakan <i>software</i> analisa dimensi, periksa persamaan model di variabel-variabel tertentu
4	Penilaian parameter	Apakah parameter nilai telah sesuai dengan pengetahuan deskriptif dan numerik sistem	Gunakan metode statistik untuk memperkirakan parameter
			Gunakan tes model secara parsial untuk mengkalibrasi sub-sistem
		Apakah setiap parameter memiliki 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 2.1 Cara Validasi Sebuah Model (Lanjutan)

No	Jenis Pengujian	Tujuan Pengujian	Alat dan Prosedur
5	Kondisi ekstrim	Apakah model tersebut masih sesuai jika inputnya ditaruh sebagai kondisi ekstrim?	Periksa tiap persamaan, tes respon pada nilai ekstrim di tiap input, tiap bagian atau dalam kombinasi
		Apakah model memungkinkan merespon kebijakan, gangguan, dan parameter ekstrim?	Subjek model pada gangguan besar dan kondisi ekstrim. Gunakan tes sesuai dengan aturan dasar (misal: tidak ada inventori, tidak ada <i>shipment</i> , dll)
6	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 2.1 Cara Validasi Sebuah Model (Lanjutan)

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

2.2 Pembelajaran menggunakan simulator manajemen

Simulator manajemen (*Management Flight Simulator* atau MFS) berawal dari simulator yang digunakan oleh pilot pesawat terbang untuk sejumlah alasan. Simulator digunakan untuk latihan, jauh lebih murah untuk beroperasi dari pada menggunakan pesawat sebenarnya. Simulator juga menyediakan kesempatan bagi pilot untuk terbang pola tertentu sebelum penerbangan yang sebenarnya. Simulator juga memberikan kesempatan untuk berlatih memecahkan masalah dalam kondisi krisis tanpa menempatkan orang sungguhan atau pesawat udara yang lebih beresiko. Karena yang membutuhkan pemecahan masalah seperti ini bukan hanya para pilot namun juga orang-orang dari disiplin lain maka dibuatlah MFS. Definisi yang sederhana untuk sebuah MFS antarmuka dinamis bergambar ditambah dengan mesin penghitung. Intinya adalah pergerakan dan penggunaan simbol. Inti dari antarmuka bergambar dinamis gerakan dan penggunaan simbol. Sebuah antarmuka yang sederhana akan berisi bar drag dan alat pengukur sebagai input dan dua grafik dimensi sebagai output. Grafik akan ditarik dalam "real time" atau saat penggunaannya melihat (Saunders).

2.2.1 Sistem dinamis dan Simulator Manajemen

Lewat proses pengembangan model sistem dinamis, akan didapatkan hubungan dan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana sebuah sistem berperilaku terhadap waktu dibawah skenario yang berbeda. Tantangan terbesar adalah bagaimana mengkomunikasikan apa yang telah didapat dari model tersebut ke orang yang tidak membuat model.

Sebuah model dapat menyediakan lebih dari sebuah kesimpulan saja, model juga dapat digunakan untuk membuat sebuah latihan dimana orang-orang dapat mencoba mengelola sistem dengan mengambil keputusan sendiri. Hal ini bisa dilakukan dengan MFS. Melalui MFS mereka dapat mengenal lebih jauh model dari sistem dan mengembangkan asumsi mereka sendiri tentang efek jangka pendek dan panjang dari keputusan yang berbeda.

2.2.2 Komponen dalam simulator manajemen

Dalam simulator, pengguna berperan sebagai posisi dimana mereka berperan sebagai orang yang mengelola sistem. Setiap periode waktu yang telah ditentukan mereka harus membuat keputusan untuk mencapai tujuan tertentu di dalam sistem tersebut. Untuk melakukan hal tersebut, dirancang sebuah antarmuka yang mempermudah akses terhadap informasi pilihan tersebut. Pada umumnya, terdapat empat informasi yang ada pada sebuah simulator, yaitu :

- a. Keputusan, biasanya terdapat empat sampai enam keputusan yang harus dibuat oleh pemain, menggunakan *switch*, kotak input, dll.
- b. Laporan yang menunjukkan hasil dari indikator penting (terhadap waktu) dari sistem yang dimainkan.
- c. Grafik, yang selama simulasi, akan membantu pemain untuk memahami tren dari sistem.
- d. Kondisi Awal, dalam sebuah simulator biasanya terdapat lebih dari sebuah variabel tidak pasti yang secara signifikan mempengaruhi hasil akhir dari simulasi. Sangat penting bagi pengguna untuk diberikan kesempatan merubah nilai dari variabel tak pasti ini sebagai bagian dari percobaan.

2.3 Perbandingan alternatif investasi dengan *Present Worth Analysis*

Untuk melihat apakah sebuah investasi layak dijalankan atau tidak, maka digunakan beberapa cara dalam ekonomi teknik, antara lain *present worth analysis*, *annual worth analysis*, *benefit/cost analysis*, *rate of return analysis*, *breakeven analysis*, dan lainnya. Dalam penelitian ini, digunakan *present worth analysis* sebagai *tools* untuk menilai kelayakan investasi industri biodiesel.

2.3.1 Present Worth Analysis

Present Worth (PW) adalah nilai dari uang dari waktu yang ditentukan sebagai nilai sekarang atau pada waktu ke nol. *Present Worth* yang dilambangkan dengan P, mempunyai sebutan lain seperti *present value* (PV), *net present value* (NPV), *discounted cash flow* (DCF), dan *capitalized cost* (CC). Nilai uang pada masa depan yang dikonversikan kepada nilai ekuivalennya sekarang mempunyai

nilai yang selalu lebih kecil dari yang ada pada arus kas aktualnya. Berikut adalah rumus untuk menghitung *P value*:

$$P = F \left[\frac{1}{(1 + i)^n} \right]$$

Dengan *P* adalah nilai uang saat ini (*Present Worth*), *F* adalah nilai masa depan untuk nilai awal *P*, *i* adalah nilai *interest rate* dan *n* adalah tahun.

2.3.2 Minimum Attractive Rate of Return (MARR)

Untuk segala investasi agar menguntungkan, para investor mengharapkan mendapat jumlah uang yang lebih banyak dari yang telah mereka investasikan. Dengan kata lain *rate of return* yang masuk akal dan mungkin didapat menjadi dasar evaluasi dalam pemilihan alternatif. Hal ini disebut dengan MARR dan selalu lebih tinggi dari bunga yang didapat dari bank dan beberapa investasi aman yang melibatkan resiko seminimum mungkin.

2.3.3 Present Worth Analysis untuk alternatif berumur sama

Dalam analisis PW dikalkulasikan pada tingkat MARR setiap alternatif. Perbandingan PW untuk alternatif yang berumur sama dapat dilakukan secara langsung, di mana alternatif-alternatif yang ada mempunyai kapasitas identik untuk periode waktu yang sama, maka:

1. Untuk pemilihan alternatif yang bersifat *mutually exclusive* (di mana hanya satu alternatif yang boleh diambil), jika hanya ada satu alternatif maka hitung PW pada MARR, ketika $PW \geq 0$ dan MARR yang diminta tercapai atau lebih, maka alternatif tersebut layak secara finansial. Jika ada dua atau lebih alternatif, hitung PW pada MARR tiap alternatif kemudian bandingkan. Pilih alternatif dengan nilai PW yang paling besar (paling positif atau paling tidak negatif).
2. Untuk pemilihan alternatif yang bersifat *independent* (di mana bisa mengambil lebih dari satu alternatif yang layak), maka hitung nilai PW pada MARR kemudian pilih semua alternatif yang nilai $PW \geq 0$. Di sini, diperbandingkan tiap alternatif dengan tidak melakukan apapun (DN).

Alternatif harus mempunyai arus kas positif dan negatif untuk mendapatkan nilai PW lebih dari nol, maka mereka adalah alternatif yang mempunyai *revenue*.

2.3.4 Present Worth Analysis untuk alternatif berumur berbeda

Untuk alternatif yang berumur berbeda, dua langkah yang telah dijelaskan di atas tetap dilakukan, hanya saja PW dari alternatif tersebut harus dibandingkan dalam jumlah waktu yang sama, atau berakhir pada waktu yang sama. Oleh karena itu terlebih dahulu umur dari masing-masing alternatif harus dicari atau dihitung umur *least common multiple* (LCM) dari alternatif-alternatif tersebut.

Asumsi yang digunakan dalam analisis PW berumur beda untuk metode LCM adalah sebagai berikut:

1. Layanan yang disediakan oleh alternatif akan dibutuhkan dalam jangka waktu (umur) sebesar nilai LCM atau lebih.
2. Alternatif yang dipilih akan diulang setiap daur hidupnya dalam LCM dengan perlakuan yang sama.
3. Estimasi arus kas akan sama dalam setiap daur hidupnya.

2.4 Analisis Dampak Lingkungan dengan *Life Cycle Analysis*

LCA dikenal sebagai suatu metode analisis aspek lingkungan dan kemungkinan dampak lingkungan yang berhubungan dengan sebuah produk, proses, atau jasa.

2.4.1 Definisi LCA

ISO 14040 mendefinisikan LCA sebagai kumpulan dan evaluasi dari *input* dan *output* serta potensi dampak lingkungan dari siklus hidup sebuah sistem produk. LCA merupakan alat bantu untuk menganalisis efek pada lingkungan dari setiap tahap dalam siklus hidup sebuah produk, mulai dari ekstraksi sumber daya, produksi material, produksi komponen, hingga produksi produk akhir tersebut, dan kegunaan produk bagi manajemen setelah produk tersebut sudah selesai diproduksi, entah dengan digunakan kembali, didaur ulang atau dibuang (berlaku dari *cradle* hingga *grave*). Keseluruhan sistem dari unit yang diproses yang

termasuk dalam siklus hidup sebuah produk disebut sistem produk. Produk dapat berupa barang fisik dan jasa.

Efek lingkungan mencakup berbagai jenis dari dampak bagi lingkungan, termasuk ekstraksi dari berbagai jenis sumber daya, emisi bahan berbahaya dan penggunaan lahan dengan tipe yang berbeda. LCA harus diusahakan untuk memiliki nilai kuantitatif, sehingga semua dampak lingkungan yang dihasilkan dapat dilaporkan selengkap mungkin.

Analisis *cradle to grave* menggunakan sebuah pendekatan holistik (Analisis secara keseluruhan), dimana Analisis ini akan mendeteksi dampak-dampak yang telah terjadi atau akan terjadi di mana pun dan kapan pun. Selain itu, dengan Analisis *cradle to grave* ini, akan menghindari terjadinya *problem shifting*. Di dalam *eco-design*, memindahkan masalah ke tahap lain dalam siklus hidup produk, bukanlah merupakan solusi dari suatu masalah lingkungan.

Beberapa aplikasi utama dari LCA adalah untuk

- Menganalisis sumber masalah yang berkaitan dengan produk tertentu
- Membandingkan rencana perbaikan dari sebuah produk
- Merancang produk baru
- Memilih produk terbaik di antara beberapa produk setara

Aplikasi yang sama dapat digunakan dalam level yang berkaitan dengan kebijakan pemerintah dan strategi bisnis.

2.4.2 Karakteristik LCA

Karakteristik utama dari LCA adalah sifat analisis secara keseluruhannya, yang menjadi kekuatan utama dan juga pada waktu yang bersamaan, merupakan keterbatasannya. Jangkauan yang luas dalam melaksanakan LCA yang lengkap dari sebuah produk hanya dapat dicapai dengan menyederhanakan aspek lainnya.

LCA tidak dapat mengukur suatu dampak lokal. LCA tidak menyediakan kerangka untuk sebuah studi penilaian resiko lokal yang mengidentifikasi dampak mana yang dihasilkan oleh fungsi dari sebuah fasilitas di tempat yang spesifik. Begitu pula dengan aspek waktu, LCA secara khas merupakan keadaan yang tetap, dan bukan sebuah pendekatan dinamis, maksudnya adalah untuk studi

selama batasan waktu, semua kondisi termasuk teknologi dianggap tetap dan tidak berkembang.

Model LCA berfokus pada karakteristik fisik dari aktivitas industri dan proses ekonomi lainnya, dan tidak termasuk mekanisme pasar, atau efek lain dalam pengembangan teknologi. Secara umum, LCA menganggap semua proses bersifat linear, baik dalam ekonomi dan dalam lingkungan. LCA merupakan sebuah alat bantu berdasarkan pemodelan linear.

LCA berfokus pada aspek lingkungan dari produk dan tidak berkaitan dengan karakteristik ekonomi, sosial dan lainnya. Dampak lingkungan sering didefinisikan sebagai dampak yang potensial, karena dampak lingkungan tidak ditetapkan dalam waktu dan tempat dan berkaitan dengan satuan fungsional yang telah didefinisikan.

Meskipun LCA bertujuan untuk menjadi dasar yang bersifat ilmu pengetahuan, LCA tetap menggunakan beberapa asumsi yang bersifat teknis dan terpilih. Proses standarisasi ISO dalam melaksanakan LCA ini dilakukan untuk mencegah terjadinya kesewenangan. Tujuan penting adalah untuk menggunakan asumsi dan pilihan ini setransparan mungkin.

Yang terakhir, sebuah karakteristik yang sangat penting dan berkaitan dengan sifat dasar dari LCA sebagai sebuah alat analitis. LCA membantu menyediakan informasi untuk mendukung keputusan namun LCA tidak dapat menggantikan proses pengambilan keputusan itu sendiri.

BAB 3

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bab ini akan dibahas data-data apa saja yang telah dikumpulkan dan bagaimana pengolahannya. Alur pengumpulan dan pengolahan data dimulai dari pengumpulan dan pengolahan mental model dari beberapa artikel dari jurnal dan model mikro *Biodiesel Sustainability Model* (BSM), pengumpulan data tertulis dan numerik, perumusan poin pembelajaran, dan proses simplifikasi model tersebut menjadi model simulasi dasar untuk simulator manajemen yang akan dirancang. Perancangan dari simulator manajemen akan dibahas pada bab berikutnya.

3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data Mental

Dalam pengumpulan data mental terdiri dari dua sumber, dari artikel jurnal dan model mikro BSM hasil penelitian sebelumnya. Dalam pengolahannya, data mental yang telah terkumpul akan dipahami lebih lanjut dan kemudian merumuskan hipotesa dinamis sebelum akhirnya pengembangan model untuk simulator manajemen ini dilakukan ke tahap lanjut.

3.1.1 *Understanding U.S. Biodiesel Industry Growth using System Dynamic Modeling*

Artikel ini menjelaskan bagaimana pendekatan sistem dinamis dapat digunakan untuk memberikan pemahaman tentang kompleksitas pertumbuhan pasar biodiesel di Amerika Serikat (Bantz & Deaton, 2006). Dari analisis penelitian ini diharapkan bahwa pemerintah dan pengusaha dapat menentukan kebijakan dan keputusan bisnis yang tepat untuk menunjang pertumbuhan dari industri biodiesel dalam beberapa tahun ke depan. Oleh karena itu hanya akan dibahas apa saja yang menurut artikel ini akan berpengaruh terhadap profitabilitas dan pertumbuhan dari industri biodiesel.

Dalam artikel ini, jika peningkatan permintaan dari biodiesel tidak dapat diikuti dengan pertumbuhan industri dapat mengakibatkan pengikatan harga dan kelangkaan suplai. Menurut penelitian dari Promar International peningkatan permintaan ini akan mengakibatkan kenaikan harga global dari minyak tumbuhan meningkat sehingga menyebabkan ketidakpastian dan kekhawatiran di masa depan apabila pabrik biodiesel baru tidak akan meraih keuntungan karena tidak ada bahan baku dengan harga terjangkau. Bahan baku biodiesel pun mempunyai pasar lain dan tidak diprediksi akan mengalami pertumbuhan yang signifikan. Selain itu dikatakan pula produk sampingan dari biodiesel yaitu gliserol dapat menjadi pemasukan tambahan untuk arus kas perusahaan.

Dari segi pemerintah, dikatakan pula bahwa terdapat insentif, peraturan-peraturan, dan mandat-mandat yang menjadi variabel eksogen yang juga mempunyai peran dalam mempengaruhi profitabilitas dari produsen biodiesel dan distributor. Bentuk-bentuknya seperti pengadaan pasar tambahan untuk biodiesel dan berbagai macam subsidi.

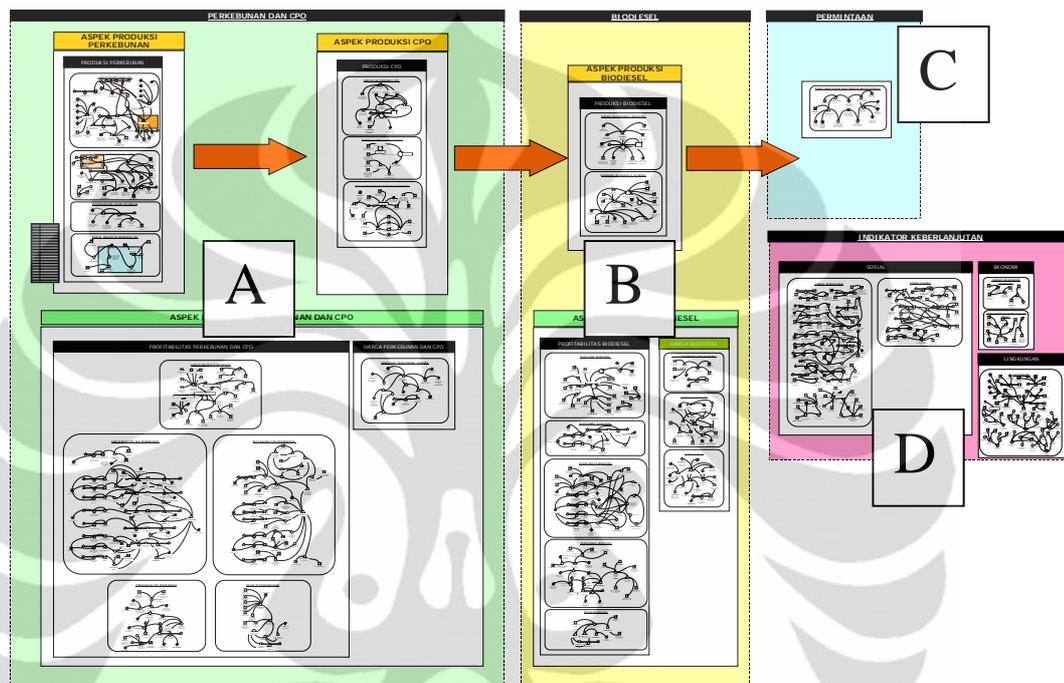
Dari hal-hal tersebut dapat dikatakan bahwa peluang pasar dengan permintaan yang meningkat harus diperhatikan apakah ketersediaan bahan baku dapat menunjang kelangsungan pabrik biodiesel. Pada akhirnya hal ini menjadi salah satu pertimbangan investor dalam membangun sebuah pabrik biodiesel karena dikatakan dalam artikel ini juga bahwa 70-80% dari biaya operasi adalah biaya bahan baku.

3.1.2 Model Mikro Biodiesel Sustainability Model (BSM)

Model mikro BSM awalnya adalah sebuah model finansial perusahaan biodiesel dari hulu ke hilir (dari perkebunan kelapa sawit, pabrik minyak kelapa sawit, dan pabrik biodiesel). Dalam penelitian sebelumnya model finansial ini disempurnakan menjadi sebuah model simulasi industri biodiesel yang bertujuan menganalisis dampak keberlanjutan dari industri biodiesel.

Pengembangan model mikro dimulai dengan pengembangan modul demand dan harga, kemudian bergerak dari hilir ke hulu secara rantai suplai. Pembuatan mengacu kepada diagram sistem, proses produksi umum dan rencana

kebutuhan output model. Sub-Model dalam model mikro mencakup kebutuhan biodiesel, perusahaan biodiesel, dan perusahaan kelapa sawit (produsen CPO) serta kalkulasi indikator keberlanjutan. Setiap submodel perusahaan dibagi menjadi aspek produksi dan aspek perhitungan finansial.



Gambar 3.1 Susunan SFD Model Mikro secara Keseluruhan

Model ini terbagi menjadi kelompok sub-model utama: kelompok rantai suplai dan kelompok aliran barang atau uang. Kelompok rantai suplai membagi sub-model mikro terhadap rantai suplainya yaitu [B] perusahaan biodiesel (sub-model biodiesel) dan [A] Perusahaan Sawit (Sub-Model CPO) yang terbagi menjadi perkebunan dan pabrik minyak kelapa sawit. Di setiap rantai suplai akan terbagi menjadi dua sub-model, sub-model aliran suplai barang di bagian atas dan sub-model aliran uang di bagian bawah. Model akan "ditarik" oleh sebuah sub-model permintaan [C], yang nantinya akan menjadi titik interaksi dengan model makro. Aliran barang dan uang akan dikalkulasikan. Perhitungan aspek keberlanjutan akan dihitung oleh sub-model indikator lingkungan dan sosial [D]. Berikut adalah pembagian sub-model dari model mikro BSM.

Sub-model Perusahaan sawit terdiri dari perkebunan kelapa sawit dan pabrik minyak kelapa sawit. Pada bagian ini, dimodelkan bagaimana aliran suplai tandan buah segar (TBS) dari perkebunan untuk diolah menjadi minyak kelapa sawit (CPO). Perkebunan terdiri dari dua, yaitu perkebunan inti (milik perusahaan) dan perkebunan plasma (20% dari kebutuhan lahan inti), yang menjadi sumber suplai utama TBS. Produk dari Pabrik Minyak Kelapa Sawit ada dua yaitu CPO dan *palm kernel oil* (PKO). Dalam model ini juga terdapat alokasi CPO yang ditujukan untuk produksi biodiesel atau diekspor, tergantung dari tingkat profitabilitasnya.

Sub-model aspek finansial dari Perkebunan dan Pabrik Kelapa Sawit terdiri dari Arus Kas, Investasi, Biaya-Biaya, Pendanaan, Pajak, dan Harga CPO. Modul Harga CPO memodelkan pengaruh harga CPO CIF Rotterdam terhadap harga jual TBS, CPO dan PKO menggunakan regresi linear dari basis data yang ada.

Sub-model Pabrik Biodiesel terdiri dari kapasitas produksi dan produksi biodiesel. Model ini menarik aliran suplai dari sub-model perkebunan dan pabrik kelapa sawit. Produksi dari pabrik biodiesel adalah biodiesel dan produk sampingannya yaitu gliserol.

Sub-model aspek finansial dari Perkebunan dan Pabrik Kelapa Sawit terdiri dari Arus Kas, Investasi, Biaya-Biaya, Pendanaan, Pajak, dan Harga CPO. Modul Harga CPO memodelkan pengaruh harga CPO CIF Rotterdam terhadap harga jual TBS, CPO dan PKO menggunakan regresi linear dari basis data yang ada.

Sub-model aspek finansial dari Pabrik Biodiesel terdiri dari Arus Kas, Investasi, Biaya-Biaya, Pendanaan, Pajak, dan Harga. Modul Harga terdiri dari subsidi, harga solar dan harga biodiesel. Dalam arus kas terdapat variabel *switch* harga di mana terdiri dari tiga iklim investasi yang mempengaruhi harga jual dari biodiesel yaitu *Business As Usual* (di mana biodiesel dijual dengan harga solar subsidi), *Market Price* (Biodiesel dijual dengan harga pasar), dan HPP+Margin (dijual dengan sebesar harga pokok penjualan ditambah ekspektasi margin).

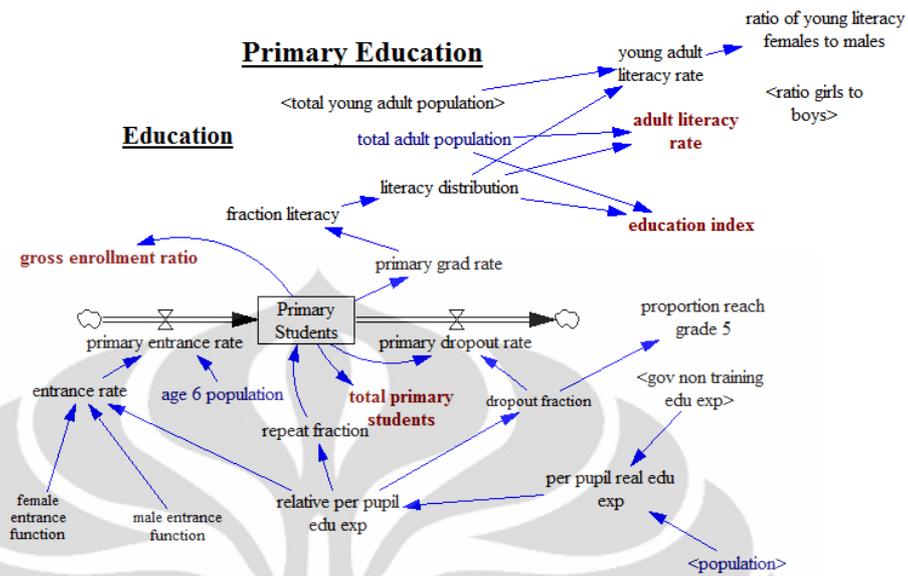
Sub-model permintaan adalah yang menarik proses produksi dari aliran suplai TBS menjadi CPO yang kemudian diolah menjadi biodiesel. Pada sub-model ini permintaan biodiesel setiap perusahaan diproyeksikan dari *market-share* biodiesel nasional. *Market-share* Biodiesel Nasional diproyeksikan dari kebutuhan solar nasional.

Sub-model Indikator keberlanjutan menunjukkan dampak dari perusahaan biodiesel terhadap aspek ekonomi, sosial dan lingkungan. Untuk aspek ekonomi terdapat indikator ekonomi kelapa sawit dan indikator ekonomi biodiesel. Untuk aspek sosial, terdiri dari sosial-perusahaan (seperti jumlah pekerja, CSR yang dialokasikan untuk pembangunan rumah ibadah, perumahan, dan fasilitas kesehatan) dan sosial-plasma (seperti jumlah KK plasma dan kas plasma). Untuk aspek lingkungan disajikan dalam bentuk *Life Cycle Analysis* (LCA) dengan berbagai kategori dampak.

Dalam perancangan simulator manajemen ini, model mikro BSM akan disimplifikasi. Model mikro BSM belum memiliki hubungan *loop* antara indikator sosial dengan profitabilitas maupun produksi perusahaan sehingga perlu dipikirkan lagi hubungan tersebut dan ditambahkan pada model yang telah disimplifikasi untuk simulator manajemen nantinya.

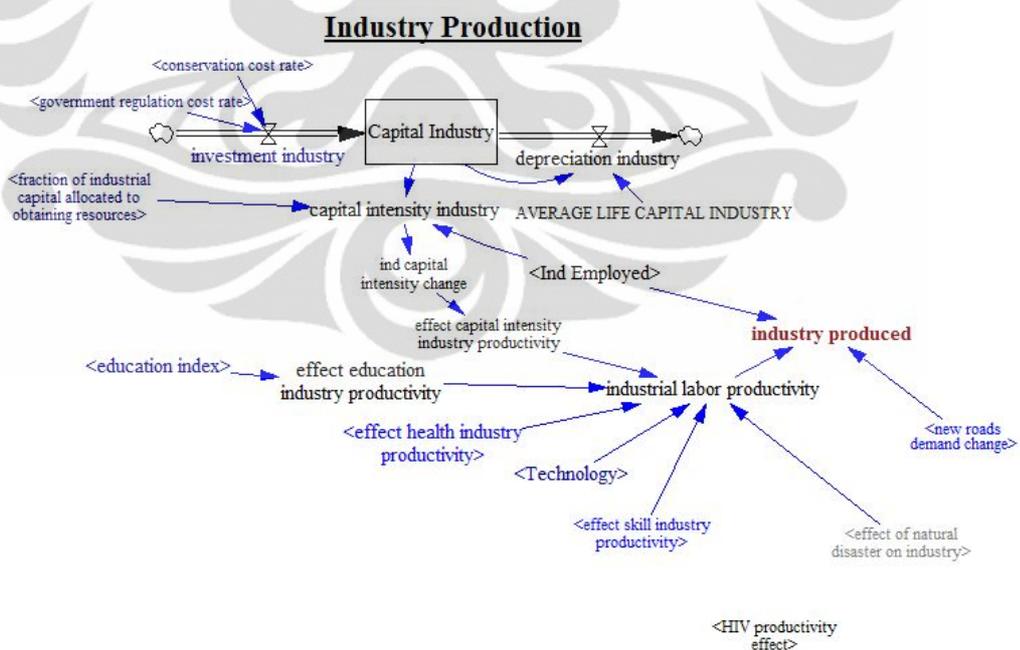
3.1.3 Produktivitas dan Pendidikan Model T21 Mozambique

Pada model T21 ini, pengolahan difokuskan terhadap hubungan aspek sosial dengan produksi khususnya sektor industri. Dalam model ini terlihat bagaimana pengeluaran pemerintah (*government expense*) terhadap indeks pendidikan (*education index*) seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Struktur Pendidikan Utama T21 Mozambique

Selanjutnya dari indeks pendidikan akan berpengaruh terhadap tingkat produktivitas pekerja pada sektor industri seperti yang terlihat pada struktur Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Struktur Industri pada T21 Mozambique

3.2 Pengumpulan Data Tertulis dan Numerik

Model yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada model mikro BSM sehingga data tertulis dan numerik yang digunakan pun sama dengan data-data yang digunakan pada BSM. Data yang digunakan dalam model mikro BSM yang juga dipakai dalam penelitian ini adalah data aspek finansial, data aspek lingkungan, dan data aspek sosial.

Data aspek finansial menggunakan data sekunder, terutama buku-buku mengenai perkebunan kelapa sawit dan biodiesel (Barani, 2009; Indonesian Oil Palm Research Institute, 2003; Pahan, 2008; Pardamean, 2008; Syukur S. & AU. Lubis, 1989) . Data-data yang mencakup produksi seperti kebutuhan mekanisasi lahan, pembuatan infrastruktur perkebunan, kebutuhan tenaga kerja, pupuk dan sumber input lainnya dihitung volume maupun biayanya. Proses ini dilakukan mulai dari pembukaan lahan hingga pemeliharaan tanaman.

Data aspek lingkungan merupakan sebuah data kompilasi yang disebut *Life Cycle Inventory (LCI)*. LCI digunakan untuk dapat menginterpretasikan indikator dari dampak lingkungan yang potensial. Pengumpulan data dilakukan untuk tiga unit bisnis yang dibahas pada rantai suplai industri biodiesel ini, yaitu Perkebunan, Pabrik Kelapa Sawit (PKS), Pabrik Biodiesel. Data sekunder yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Sumber Data Sekunder untuk Life Cycle Analysis

LCI	Sumber Data Sekunder
Perkebunan	<ul style="list-style-type: none"> ○ (Pahan, 2008) ○ (Pleanjai, Gheewala, & Garivait, 2004) ○ (Thamsiroj & Murphy, 2009) ○ (Reijnders & Huijbregts, 2008) ○ (Chavalparit, 2006) ○ (Tomich, van Noordwijk, Vosti, & Witcover, 1998) ○ (Crutzen, A.R.Mosier, K.A.Smith, & W.Winiwarter, 2008) ○ (Neto et al., 2009)
Pabrik Kelapa Sawit	<ul style="list-style-type: none"> ○ (Pleanjai, et al., 2004) ○ (Pahan, 2008) ○ (Chavalparit, 2006)
Pabrik biodiesel	<ul style="list-style-type: none"> ○ (Pleanjai, et al., 2004)

Data berikutnya adalah data aspek sosial yang menggunakan data mengenai indikator keberlanjutan yang digunakan mengacu pada metrik kinerja keberlanjutan pada skala korporat yang dikembangkan oleh (Blackburn, 2007).

3.3 Hipotesa Dinamis

Hipotesa dinamis yang dapat diambil adalah, struktur biaya dari produksi biodiesel didominasi oleh biaya *feedstock*, yang dalam penelitian kali ini adalah minyak kelapa sawit (CPO), akan berdampak pada profitabilitas dari investasi industri biodiesel. Dari pertimbangan profitabilitas ini pun, akan dilihat bagaimana dampak terhadap aspek lingkungan dan sosial dari investasi yang berlangsung.

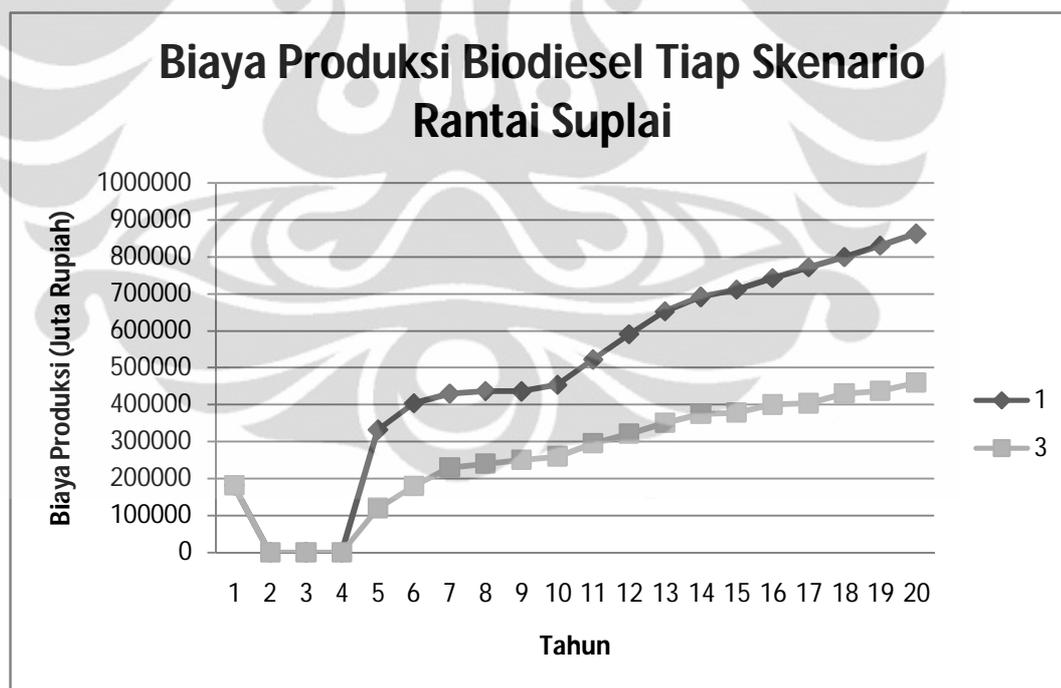
Industri biodiesel mempunyai dampak positif terhadap aspek sosial di mana industri ini dapat menyerap tenaga kerja yang cukup besar (dari industri hulu ke hilir). Untuk aspek lingkungan, industri biodiesel mempunyai dampak negatif dengan mengurangi ketersediaan hutan yang dikonversi menjadi lahan kelapa sawit yang menjadi bahan baku utama.

Dari Hipotesa Dinamis yang telah dijabarkan di atas, dapat disimpulkan bahwa pertanyaan utama penelitian adalah:

- Apakah investasi pada industri biodiesel ini *profitable* dengan kondisi investasi di Indonesia saat ini?
- Seberapa besar dampak dari investasi industri biodiesel terhadap aspek lingkungan dan sosial?

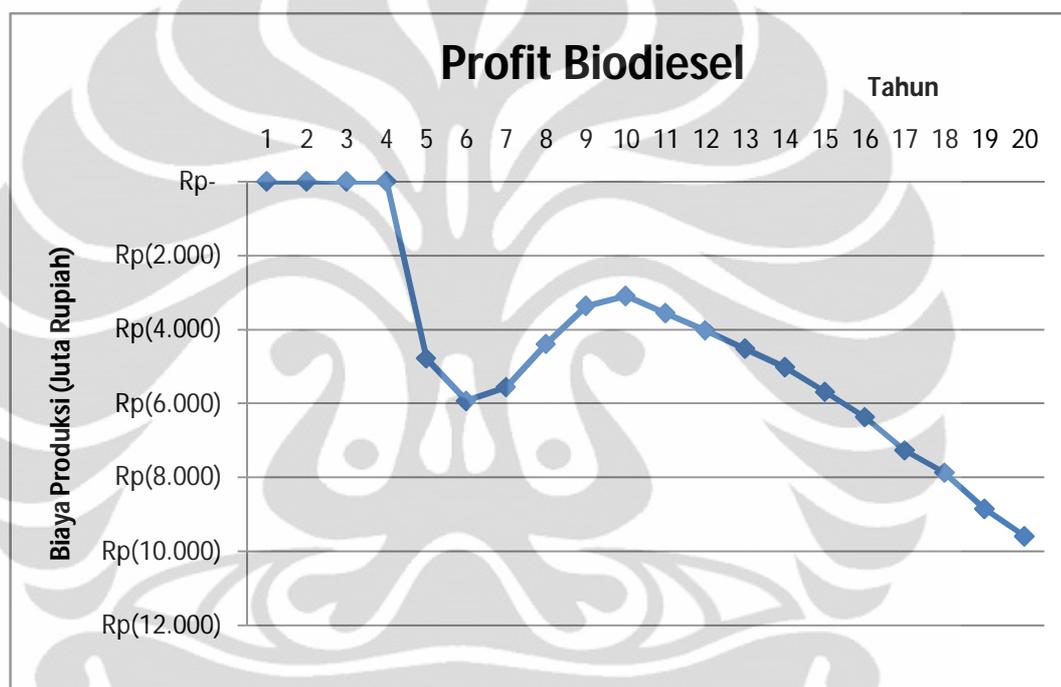
3.4 Modus Referensi

Dalam permodelan system dinamis, perilaku terhadap waktu (*Behavior Over Time/ BOT*) adalah perhatian utama ketika menganalisis sebuah sistem, untuk itu sebelum melakukan permodelan terlebih dahulu dilihat perilaku terhadap waktu dari sistem yang sudah ada. Modus referensi yang digunakan untuk mengembangkan simulator manajemen ini ada dua yaitu biaya produksi biodiesel dan profit dari penjualan biodiesel.



Gambar 3.4 Modus Referensi Biaya Produksi Biodiesel Tiap Skenario Rantai Suplai

Seperti apa yang terlihat dari grafik modus referensi diatas, terlihat perbedaan yang cukup besar dari biaya produksi pada tipe rantai suplai terpisah (investasi pada pabrik biodiesel saja) dan terintegrasi (investasi dari hulu ke hilir, perkebunan sampai pabrik biodiesel). Biaya produksi untuk tipe terpisah lebih besar dari yang terintegrasi. Hal ini menunjukkan bahwa biaya bahan baku atau *feedstock* biodiesel memiliki porsi besar dalam biaya produksi biodiesel mengingat perbedaan utama dari suplai terpisah dan terintegrasi adalah suplai bahan baku (beli atau dipasok sendiri).



Gambar 3.5 Modus Referensi Profit Biodiesel

Modus referensi berikutnya menunjukkan profit dari industri biodiesel ini ini sangat kecil bahkan bisa dikatakan merugi. Hal ini cukup menarik, karena terjadi ditengah kebijakan pemerintah Indonesia dalam mengembangkan Bahan Bakar Nabati. Perusahaan tidak mendapat profit yang layak dari investasi ini menyebabkan jumlah produsen biodiesel di Indonesia terus merosot.

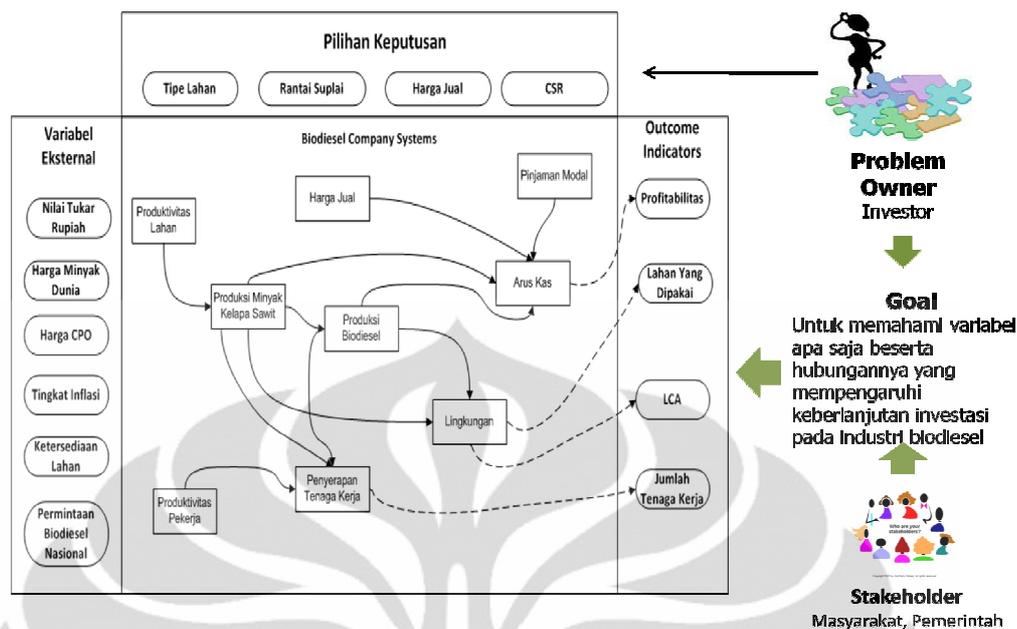
Dari modus referensi ini investasi pada industri biodiesel dengan kondisi investasi di Indonesia saat ini belumlah menguntungkan meskipun pemerintah

sudah berkomitmen untuk mengembangkan Bahan Bakar Nabati. Oleh karena itu pemerintah harus mengambil tindakan yang tepat untuk menyokong pengembangan industri biodiesel di Indonesia. Sehingga industri ini dapat menguntungkan dan menarik perhatian investor.

Model yang akan dikembangkan untuk Simulator Manajemen ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dalam pengambilan keputusan berinvestasi pada industri biodiesel bagi Investor sebagai pemilik permasalahan terhadap dampak yang diberikan oleh investasi ini dari aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Sehingga analisis yang disampaikan adalah analisis bagaimana pengetahuan tersebut dapat disampaikan melalui simulator manajemen yang sedang dirancang, di mana keputusan-keputusan yang diambil pada dapat saling diperbandingkan.

3.5 Perumusan Diagram Sistem dan Poin Pembelajaran

Simulator Manajemen yang dirancang memiliki tujuan sebagai media pembelajaran dalam pengambilan keputusan dalam investasi pada industri biodiesel. Untuk itu perlu dirumuskan pembelajaran apa saja yang akan diberikan ketika simulator ini digunakan. Oleh karena itu perlu dipahami apa saja yang mendasari keputusan seseorang dalam berinvestasi pada industri biodiesel. Permodelan menggunakan sistem dinamis merupakan sebuah metode simulasi yang memperhatikan secara erat antara keterkaitan dari sebuah variabel dan umpan balik yang diberikan maupun diterima dari masing masing variabel, untuk itu sebuah gambaran sistemik yang mencakup pandangan keseluruhan dari model diperlukan untuk melihat secara utuh bagaimana model tersebut dibentuk dan dikembangkan, diagram sistem merupakan sebuah alat yang dapat digunakan untuk memberikan pemahaman secara utuh terhadap model yang akan dikembangkan, berikut adalah diagram sistem untuk model yang akan dikembangkan sebagai dasar simulator manajemen ini.



Gambar 3.6 Diagram Sistem Dari *Biodiesel Investment Game*

Sesuai dengan permasalahan yang telah dibahas pada Bab I, maka selain aspek ekonomi, investor harus mempertimbangkan aspek lingkungan dan sosial juga. Dari aspek ekonomi indikator yang digunakan dalam mempertimbangkan sebuah kelayakan investasi adalah *net present value* dan *internal rate of return* yang didapat dari perhitungan yang melibatkan arus kas perusahaan. Maka perlu dilihat variabel-variabel keputusan apa saja yang mempengaruhi arus kas, seperti pendapatan dan pengeluaran perusahaan.

Pengeluaran perusahaan biodiesel dipengaruhi keputusan-keputusan seperti pemilihan kelas lahan dan tipe rantai suplai yang digunakan. Kedua keputusan ini akan mempengaruhi profitabilitas perusahaan. Kemudian untuk pendapatan perusahaan, variabel yang berpengaruh adalah harga jual dari biodiesel. Perlu diketahui bahwa ada tiga skenario harga dalam industri biodiesel, *Business As Usual*, Harga Pasar, dan HPP+Margin.

Keputusan dalam pemilihan kelas lahan dan rantai suplai akan berdampak terhadap aspek lingkungan seperti yang diukur dalam perhitungan *Life Cycle Analysis* dari beberapa kategori dampak lingkungan. Selain itu dilihat juga bagaimana konsumsi lahan yang diperlukan untuk perkebunan kelapa sawit.

Semakin rendah produktivitas lahan yang dipilih semakin banyak pembukaan lahan yang dilakukan sehingga akan berdampak pula terhadap lingkungan sekitar perusahaan.

Untuk aspek sosial perlu bisa dilihat dari jumlah penyerapan tenaga kerja selama industri biodiesel ini dijalankan. Selain itu kontribusi perusahaan dalam mengalokasikan *Corporate Social Responsibility* juga menarik untuk diteliti lebih jauh apakah investasi mereka mempunyai dampak timbal balik terhadap profitabilitas perusahaan atau tidak. Dari pengolahan mental model yang didapat dari T21 Mozambique, bisa dilihat hubungan pengeluaran untuk pendidikan terhadap produktivitas pekerja, sehingga hal ini akan dicoba untuk ditambahkan ke dalam pembelajaran simulator manajemen ini.

Maka poin-poin pembelajaran yang akan dicoba untuk disampaikan melalui simulator manajemen ini adalah sebagai berikut:

- memahami pengaruh pemilihan kelas lahan terhadap aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan
- memahami struktur biaya dari biodiesel
- memahami pengaruh pemilihan harga dalam iklim investasi yang dipilih
- memahami pengaruh jangka panjang CSR terhadap profitabilitas perusahaan
- memahami mental model dalam investasi struktur rantai suplai industri biodiesel

3.6 Simplifikasi Model BSM

Seperti yang sudah disampaikan sebelumnya, kerangka model yang akan digunakan dalam simulator manajemen ini adalah model mikro BSM. Simplifikasi dilakukan karena adanya reorientasi tujuan, yaitu dari tujuan penelitian (model BSM) menjadi sebuah model yang bertujuan untuk pembelajaran. Ukuran model yang disederhanakan diharapkan dapat mempermudah penyampaian poin pembelajaran. Model hasil simplifikasi ini diberi nama *Biodiesel Investment Game* (BIG) dan memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

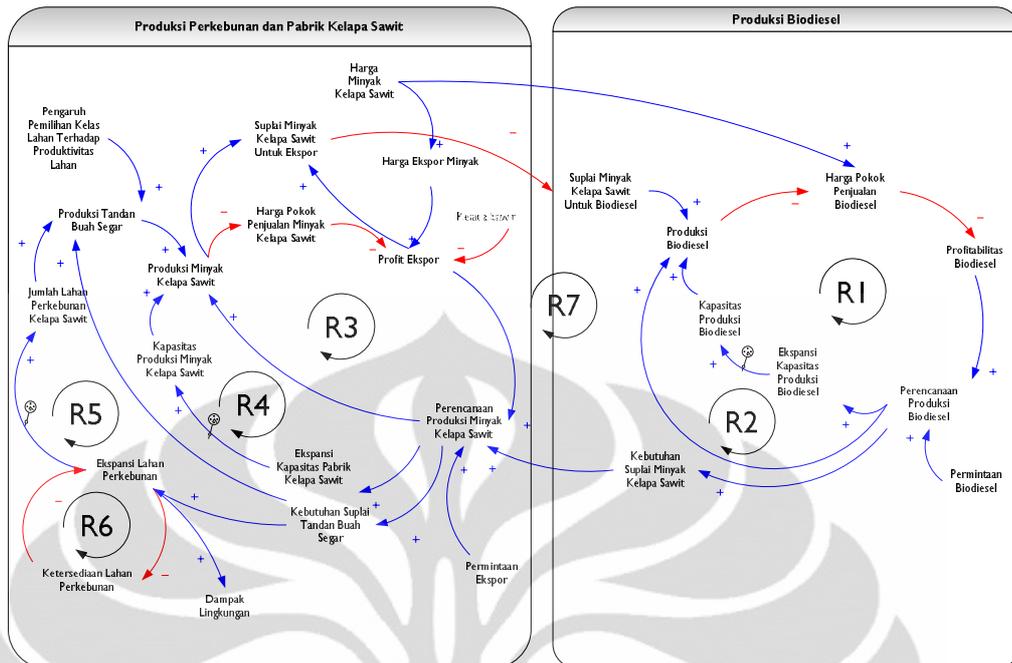
- Biodiesel yang akan dibahas dalam penelitian ini secara khusus adalah biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit.
- Sesuai dengan tujuan penelitian, ruang lingkup dari model simulasi biodiesel yang dibuat adalah dalam konteks pemenuhan target pemanfaatan jangka panjang bahan bakar nabati nasional sesuai dengan *roadmap* timnas pengembangan bahan bakar nabati nasional 2006-2025.
- Jangka waktu model simulasi disesuaikan dengan periode *roadmap* pemanfaatan bahan bakar nabati, yakni sampai dengan tahun 2025.
- Kapasitas sebuah Pabrik Biodiesel yang dijadikan acuan adalah Industri Biodiesel dengan Kapasitas 60 Ton per hari
- Penggunaan data data sekunder pada penelitian yang diambil dari sumber sumber yang diakui secara nasional maupun internasional dan sama dengan data yang digunakan pada model mikro BSM (sudah disebutkan sebelumnya).

3.6.1 Pengembangan Causal Loop Diagram

Causal Loop Diagram (CLD) merupakan sebuah *tool* yang digunakan untuk merepresentasikan mental model yang telah dikumpulkan untuk membangun suatu model. CLD dibangun berdasarkan sumber sumber data mental yang diperoleh, sehingga validasi terhadap mental model yang dimiliki. CLD yang dikembangkan terbagi menjadi 2 bagian utama, CLD aspek produksi dan CLD aspek profitabilitas.

3.6.2 Pengembangan Causal Loop Diagram Produksi

CLD aspek produksi terdiri dari Produksi perkebunan dan minyak kelapa sawit dan produksi biodiesel. Dalam *loop* yang tersaji pada Gambar 3.7, terlihat bagaimana profitabilitas dari biodiesel maupun minyak kelapa sawit mempengaruhi besarnya perencanaan produksi dari biodiesel dan kelapa sawit. Dalam *loop* lainnya, peningkatan kebutuhan suplai tandan buah segar pun menyebabkan peningkatan pembukaan lahan yang berdampak pada berkurangnya lahan yang tersedia.



Gambar 3.7 Causal Loop Diagram Produksi Rantai Suplai Biodiesel

Berikut ini adalah *loop-loop* yang ada dalam CLD di atas:

- *Loop* R1, di mana profitabilitas biodiesel yang semakin besar akan mempengaruhi keputusan investor dalam perencanaan produksi biodiesel dan kemudian memperbesar kapasitas produksinya. Kapasitas produksi yang semakin besar akan mempengaruhi jumlah produksi, kemudian mempengaruhi harga pokok penjualan dan akan kembali mempengaruhi kembali ke profitabilitas biodiesel membentuk sebuah *loop*.
- *Loop* R2, di mana profitabilitas biodiesel yang semakin besar akan mempengaruhi keputusan investor dalam perencanaan produksi biodiesel untuk memperbesar jumlah produksi dari biodiesel. Jumlah produksi yang semakin besar akan mempengaruhi harga pokok penjualan dan akan kembali mempengaruhi kembali ke profitabilitas biodiesel membentuk sebuah *loop*.
- *Loop* R3, di mana profitabilitas ekspor minyak sawit dan kebutuhan suplai CPO untuk biodiesel, yang semakin besar akan mempengaruhi keputusan investor dalam perencanaan produksi minyak kelapa sawit. Jumlah

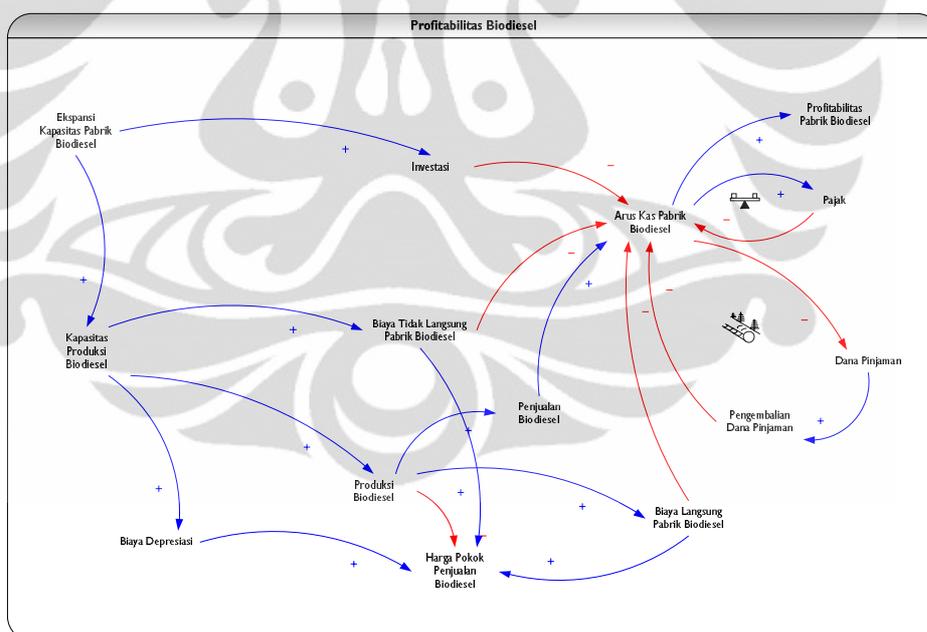
produksi yang semakin besar akan mempengaruhi harga pokok penjualan dan akan kembali mempengaruhi kembali ke profitabilitas minyak kelapa sawit yang membentuk sebuah *loop*.

- *Loop R4*, di mana profitabilitas ekspor minyak sawit dan kebutuhan suplai CPO untuk biodiesel, yang semakin besar akan mempengaruhi keputusan investor dalam perencanaan produksi minyak kelapa sawit dan kemudian memperbesar kapasitas produksinya. Kapasitas produksi yang semakin besar akan mempengaruhi harga pokok penjualan dan akan kembali mempengaruhi kembali ke profitabilitas minyak kelapa sawit yang membentuk sebuah *loop*.
- *Loop R5*, di mana profitabilitas ekspor minyak sawit dan kebutuhan suplai CPO untuk biodiesel, yang semakin besar akan mempengaruhi keputusan investor dalam perencanaan produksi minyak kelapa sawit dan kemudian mempengaruhi besarnya kebutuhan suplai tandan buah segar dari perkebunan. Kebutuhan suplai yang semakin besar akan menyebabkan pembukaan lahan dan pembukaan lahan akan meningkatkan jumlah produksi tandan buah segar. Semakin banyak produksi tandan buah segar maka semakin besar minyak kelapa sawit yang dapat diproduksi. Produksi yang semakin besar akan mempengaruhi harga pokok penjualan dan akan kembali mempengaruhi kembali ke profitabilitas minyak kelapa sawit yang membentuk sebuah *loop*. Terdapat faktor eksternal yang mempengaruhi produktivitas lahan yaitu jenis kelas lahan yang digunakan.
- *Loop R6*, di mana semakin ekspansi lahan yang dilakukan, akan mengurangi jumlah lahan yang tersedia untuk perkebunan.
- *Loop R7*, di mana profitabilitas biodiesel yang semakin besar akan mempengaruhi keputusan investor dalam perencanaan produksi biodiesel untuk memperbesar jumlah produksi dari biodiesel. Semakin besar rencana produksinya, semakin besar suplai minyak kelapa sawit yang dibutuhkan, semakin besar perencanaan minyak kelapa sawit yang dibutuhkan. Perencanaan yang besar akan memperbesar jumlah produksi CPO, semakin besar produksi CPO maka alokasi untuk suplai ekspor

semakin besar. Alokasi suplai CPO untuk ekspor dipengaruhi juga profit yang didapat dari penjualan ekspor. Suplai CPO untuk produksi biodiesel semakin kecil jika alokasi untuk ekspor semakin besar. Alokasi suplai CPO mempengaruhi jumlah produksi biodiesel. Jumlah produksi yang semakin besar akan mempengaruhi harga pokok penjualan dan akan kembali mempengaruhi kembali ke profitabilitas biodiesel membentuk sebuah *loop*.

3.6.3 Pengembangan Causal Loop Diagram Profitabilitas

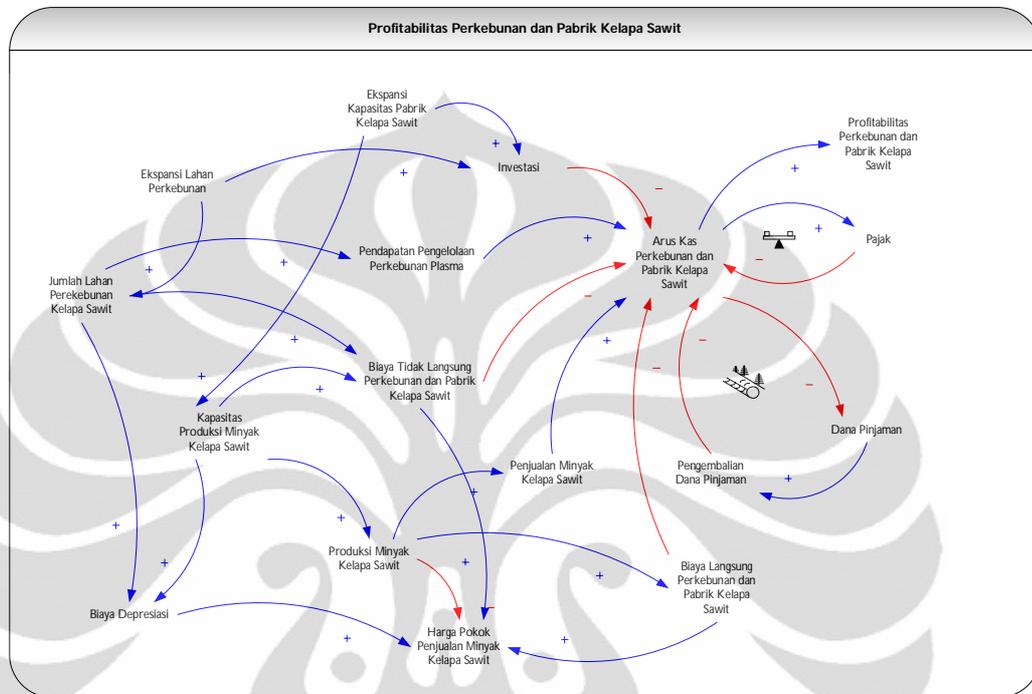
Dalam CLD profitabilitas (yang terbagi dua, Perkebunan dan Pabrik Biodiesel) terdapat komponen-komponen biaya yang terdapat dalam sistem produksi biodiesel yang memegang peranan dalam penghitungan arus kas dan harga pokok penjualan biodiesel dan . Selain itu terdapat juga *loop* pajak dan pinjaman sebagai faktor yang mempengaruhi profitabilitas.



Gambar 3.8 Causal Loop Diagram Profitabilitas Biodiesel

Untuk CLD profitabilitas perkebunan dan minyak kelapa sawit, tidak jauh berbeda dari *loop* yang telah ditampilkan oleh terdapat komponen-komponen biaya yang terdapat dalam sistem produksi perkebunan dan minyak kelapa sawit

yang memegang peranan dalam penghitungan arus kas dan harga pokok penjualan minyak kelapa sawit dan minyak kernel. Selain itu terdapat juga *loop* pajak dan pinjaman sebagai faktor yang mempengaruhi profitabilitas.



Gambar 3.9 Causal Loop Diagram Profitabilitas Perkebunan-CPO

3.6.4 Proses Simplifikasi Model Mikro BSM

Simplifikasi yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan karena adanya perbedaan tujuan dari model mikro BSM yang bertindak sebagai model referensi dengan tujuan dari penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menyampaikan poin pembelajaran sehingga model simulasi yang digunakan harus lebih sederhana guna menunjang pemahaman pengguna. Oleh karena itu simplifikasi dilakukan terhadap beberapa variabel pada model referensi dan beberapa persamaan dalam perhitungan. Pembahasan simplifikasi ini dibagi ke dalam beberapa modul yang ada pada modul referensi dan kemudian dibandingkan hasil simplifikasinya.

3.6.4.1 Proses Simplifikasi Sub-Model Perkebunan CPO

Sub model perkebunan dan CPO terdiri dari 4 modul produksi perkebunan, 3 modul produksi CPO, 1 modul harga perkebunan dan CPO, dan 5 modul profitabilitas perkebunan dan CPO. Pada sub-model ini dimodelkan aliran produksi TBS menjadi CPO serta alokasi CPO untuk ekspor dan produksi biodiesel. Berikut adalah variabel-variabel yang disimplifikasi pada sub-model ini:

Tabel 3.2 Simplifikasi Aspek Produksi Perkebunan

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Lahan Perkebunan Inti	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi
Lahan Perkebunan Plasma	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi dan ditempatkan pada sub-model Sosial
Ketersediaan Lahan Potensial	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi dan ditempatkan pada sub-model Lingkungan
Suplai TBS Untuk Produksi CPO	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi

Tabel 3.3 Simplifikasi Aspek Produksi CPO

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Kapasitas Produksi CPO	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi
Produksi CPO & Palm Kernel	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi
Suplai CPO untuk Produksi Biodiesel	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi

Tabel 3.4 Simplifikasi Aspek Profitabilitas CPO-Perkebunan

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Harga CPO, Palm Kernel, Dan TBS	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi, dan ditempatkan pada sub-model Harga
Cashflow Perkebunan CPO	Ya	Variabel NPV dan WACC tidak disertakan karena perhitungan NPV dilakukan pada spreadsheet, dimasukkan ke dalam sub-model cashflow
Investment CPO dan Perkebunan	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi
Pendanaan CPO - Perkebunan	Ya	Simplifikasi terhadap formula perhitungan <i>minimum cash balance</i>
Pajak CPO-Perkebunan	Ya	Simplifikasi terhadap formula perhitungan <i>Profit Before Tax CPO-Perkebunan</i>
Biaya-Biaya CPO-Perkebunan	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi

3.6.4.2 Proses Simplifikasi Sub-Model Biodiesel

Sub model perkebunan dan CPO terdiri dari 2 modul produksi biodiesel, 5 modul prprofitabilitas biodiesel, dan 3 modul harga biodiesel. Pada sub-model ini dimodelkan aliran produksi biodiesel dari alokasi CPO dari sub-model sebelumnya. Berikut adalah variabel-variabel yang disimplifikasi pada sub-model ini:

Tabel 3.5 Simplifikasi Aspek Produksi Biodiesel

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Kapasitas Produksi Biodiesel	Ya	Perhitungan ekspektasi <i>profitabilitas ekspansi biodiesel</i> diubah menggunakan variabel <i>ekspektasi profitabilitas produksi biodiesel</i>
Produksi Biodiesel & Gliserin	Ya	Perhitungan <i>ekspektasi profitabilitas produksi biodiesel</i> diubah menggunakan variabel <i>harga jual yang berlaku</i>

Tabel 3.6 Simplifikasi Aspek Harga Biodiesel

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Harga Biodiesel dan Gliserol	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi, dan ditempatkan pada sub-model Harga
Subsidi Biodiesel	Tidak	Tidak ada indikator yang dibutuhkan pembelajaran dan hubungan antar variabel yang mempengaruhi outcome indicator
Harga Solar	Ya	Siimplifikasi pada semua perhitungan variabel <i>Harga Solar MOPS & Harga ICP Aktual</i> , dan ditempatkan pada sub-model Harga

Tabel 3.7 Simplifikasi Aspek Profitabilitas Biodiesel

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Cashflow Biodiesel	Ya	Variabel NPV dan WACC tidak disertakan karena perhitungan NPV dilakukan pada spreadsheet, dan dimasukkan ke dalam sub-model cashflow
Investment Biodiesel	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi
Biaya-Biaya Biodiesel	Ya	Semua variabel dari modul referensi diikutsertakan tanpa simplifikasi
Pendanaan Biodiesel	Ya	Simplifikasi terhadap formula perhitungan <i>minimum cash balance</i>
Pajak Biodiesel	Ya	Simplifikasi terhadap formula perhitungan <i>Profit Before Tax Biodiesel</i>

Pada modul *cashflow* biodiesel ditambahkan sebuah variabel yang memungkinkan pengguna menginput sendiri harga jual dari biodiesel. Sehingga variabel *switch harga* pun yang memiliki tiga skenario berubah menjadi empat.

3.6.4.3 Simplifikasi Sub-Model Permintaan

Sub-Model ini berisi bagaimana permintaan untuk biodiesel setiap perusahaan diproyeksikan. Pada sub-model ini tidak dilakukan simplifikasi

sehingga semua variabel dari model referensi diikutsertakan, hanya saja ditambahkan variabel yang memungkinkan pengguna untuk menginput proyeksi permintaan biodiesel perusahaan sendiri.

3.6.4.4 Simplifikasi Sub-Model Indikator Kebijakan

Sub-model ini berisikan variabel-variabel yang bertindak sebagai indikator. Kebanyakan variabel dalam sub-model ini tidak disertakan karena tidak sesuai dengan indikator *outcome* yang diperlukan. Sehingga variabel yang disimplifikasi pada sub-model ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8 Simplifikasi Sub-Model Indikator Keberlanjutan

Modul	Disertakan	Catatan dan Asumsi
Sosial Perusahaan	Ya	Mengikutsertakan variabel jumlah pekerja pabrik kelapa sawit dan alokasi dana untuk pembangunan perumahan dan rumah ibadah. Variabel biaya pembangunan fasilitas kesehatan diubah menjadi biaya pembangunan sekolah
Sosial Plasma	Tidak	Tidak ada indikator yang dibutuhkan pembelajaran dan hubungan antar variabel yang mempengaruhi outcome indicator
Lingkungan	Ya	Hanya mengikutsertakan variabel-variabel perhitungan <i>Life Cycle Assesment</i> dan Emisi CO ₂
Indikator Ekonomi Biodiesel	Tidak	Tidak ada indikator yang dibutuhkan pembelajaran dan hubungan antar variabel yang mempengaruhi outcome indicator
Indikator Ekonomi Kelapa Sawit	Tidak	Tidak ada indikator yang dibutuhkan pembelajaran dan hubungan antar variabel yang mempengaruhi outcome indicator

3.6.4.5 Penambahan pengaruh pendidikan pada produktivitas

Dalam model yang telah disimplifikasi ditambahkan sebuah variabel indeks pendidikan dan produktivitas pekerja. Alokasi CSR untuk pembangunan sekolah ditambah pengeluaran daerah setempat untuk alokasi pendidikan akan berkontribusi ke dalam indeks pendidikan yang pada nantinya akan berkontribusi dalam perhitungan produktivitas dari pekerja.

Penambahan ini mengambil struktur pada T21 Mozambique dan struktur pada model makro BSM. Indeks pendidikan dihitung dari jumlah pelajar tingkat sekolah menengah atas (*high school*) ditambah pelajar pada tingkat universitas (*graduated school*) dibagi jumlah pelajar secara keseluruhan. Indeks pendidikan ini mempengaruhi produktivitas pekerja bersama efek kesehatan. Selanjutnya struktur ini diadaptasi dan disimplifikasi dengan langsung menghubungkan pengeluaran daerah (APBD) untuk pendidikan. Dengan mencoba mengumpulkan

data keadaan pendidikan di salah satu daerah pabrik kelapa sawit di Indonesia yaitu Provinsi Riau, struktur ini ditambahkan ke dalam model yang telah disimplifikasi. Berikut adalah data yang digunakan:

Tabel 3.9 Data yang digunakan untuk penghitungan produktivitas

Data	Sumber
Angka Partisipasi Sekolah Menurut Provinsi (2003-2010)	(Badan Pusat Statistik)
Penduduk Menurut Kelompok Usia Menurut Provinsi (2000-2010)	(Badan Pusat Statistik, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, & United Nations Population Fund, 2005)
APBD Historis Provinsi (2000-2009)	(Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan)
	(Pemerintah Provinsi Riau, 2010)

Setelah data yang didapatkan diolah kembali, maka dengan menggunakan regresi linear dilihat hubungan antara *spending* pemerintah daerah dengan peningkatan indeks pendidikan.

Tabel 3.10 Rangkuman Perhitungan Regresi antara APBD dengan Indeks Pendidikan

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.550 ^a	.302	.163	.003

a. Predictors: (Constant), APBD

Dari rangkuman yang dihasilkan, didapatkan koefisien korelasi sebesar 0,550 yang menunjukkan hubungan yang lemah antara harga APBD untuk pendidikan dengan indeks pendidikan. Nilai koefisien determinasi sebesar 0,302 menunjukkan bahwa 30,2% variasi yang terjadi dapat dijelaskan oleh model yang

ada. Selain itu didapat persamaan hubungan $y = 0,00000000000002764x + 0,25747402221231700$. Hubungan yang sangat kecil dan menunjukkan *spending* untuk pendidikan tidak berpengaruh besar terhadap indeks pendidikan. Hubungan yang lemah ini terverifikasi dengan hubungan yang sama-sama lemah pada model referensinya (makro BSM) yang memiliki koefisien korelasi sebesar 0,380.

Tabel 3.11 Rangkuman Perhitungan Regresi antara APBD (Government Expense) dengan Indeks Pendidikan pada model referensi

Model Summary

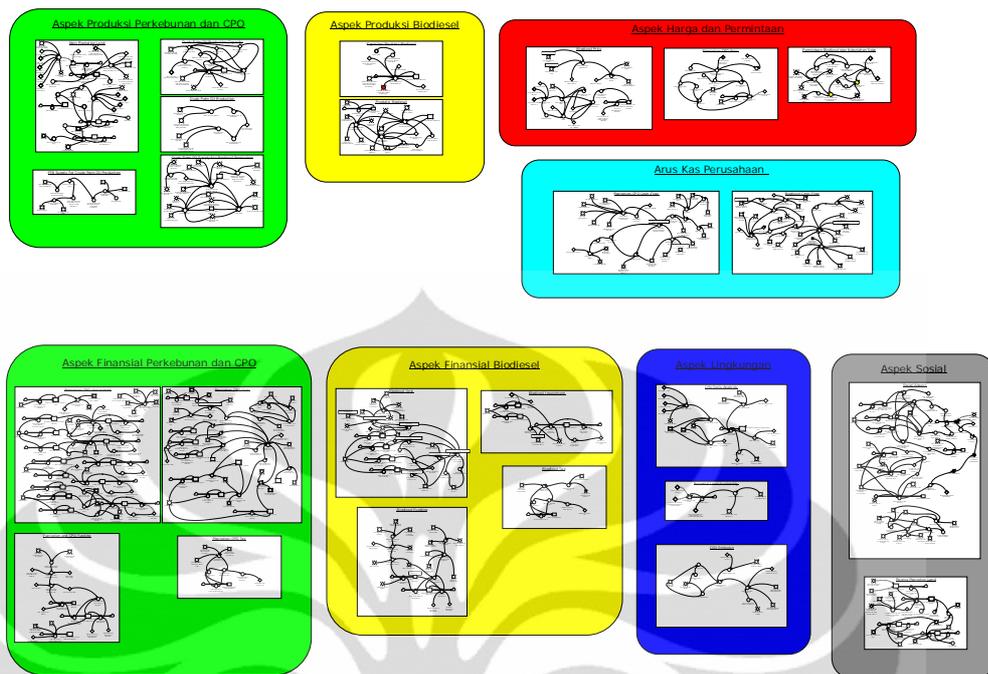
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.380 ^a	.144	.097	.031

a. Predictors: (Constant), APBD

Struktur ini dimasukkan ke dalam model untuk memberi tambahan pembelajaran karena pada model referensi (mikro BSM) tidak ada pengaruh lanjutan dari alokasi CSR. Untuk menunjukkan hubungan data yang dikumpulkan sudah cukup representatif.

3.6.4.6 Struktur Model yang telah disimplifikasi

Berikut ini adalah struktur model yang telah disimplifikasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.10 Struktur Model Yang Telah Disimplifikasi

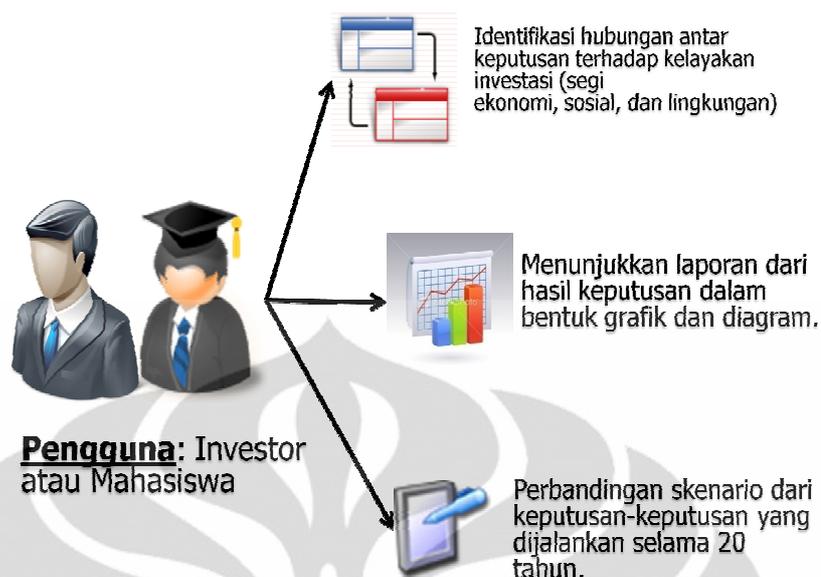
Berikut adalah pembagian modul dari setiap sub-model pada model yang telah disimplifikasi ini:

1. sub-model aspek produksi Perkebunan dan CPO
 - modul lahan perkebunan inti
 - modul suplai TBS untuk produksi CPO
 - modul kapasitas produksi CPO
 - modul produksi CPO
 - modul suplai CPO untuk produksi biodiesel
2. sub-model aspek produksi Biodiesel
 - modul kapasitas produksi biodiesel
 - modul produksi biodiesel
3. sub-model aspek finansial Perkebunan dan CPO,
 - modul biaya perkebunan dan CPO
 - modul pajak perkebunan dan CPO
 - modul investasi perkebunan dan CPO

- modul pendanaan perkebunan dan CPO
- 4. sub-model finansial Biodiesel
 - modul biaya biodiesel
 - modul pajak biodiesel
 - modul investasi biodiesel
 - modul pendanaan biodiesel
- 5. sub-model arus kas perusahaan
 - modul *cash-flow* perkebunan dan CPO
 - modul *cash-flow* biodiesel
- 6. sub-model aspek harga dan permintaan
 - modul harga biodiesel
 - modul harga perkebunan dan CPO
 - modul permintaan perusahaan dan kebutuhan solar
- 7. sub-model aspek lingkungan
 - modul *life cycle analysis*
 - modul emisi CO₂
 - modul ketersediaan lahan
- 8. sub-model aspek sosial
 - modul aspek sosial
 - modul perkebunan plasma

3.7 Perancangan *Interface* dari Simulator Manajemen

Simulator Manajemen yang dirancang akan mengintegrasikan model simulasi dengan *interface* yang berfungsi membantu pengguna dalam memasukkan keputusan dan melihat hasilnya. Berikut adalah persyaratan pengguna untuk simulator manajemen dalam penelitian ini:



Gambar 3.11 Persyaratan Pengguna dari Simulator Manajemen

Seperti Gambar 3.11 di atas bahwa tiga persyaratan tersebut akan dicoba untuk diaktualisasikan dengan integrasi dari model simulasi dengan *interface*. Simulator diharapkan dapat menunjukkan hubungan antar keputusan yang dimasukkan oleh pengguna. Simulator hendaknya juga bisa mengajarkan dan menunjukkan hubungan antar variabel yang telah tergambar pada *causal loop diagram* yang telah disebutkan sebelumnya. Dalam melihat dampak dari keputusan yang telah diambil, maka pengguna simulator akan mendapatkan data yang telah diolah dalam bentuk grafik dan diagram. Untuk mempermudah pengguna dalam analisis data-data tersebut, maka simulator ini hendaknya juga dapat mengkomparasikan hasil satu keputusan satu dengan yang lain. Berikut ini akan dibahas bagaimana perancangan dari *interface* pengguna yang diintegrasikan dengan model simulasi sesuai dengan persyaratan pengguna.

3.7.1 Halaman Muka

Pada halaman muka (*intro page*) ini *interface* pengguna hanya dihadapkan dengan sebuah tombol untuk masuk ke dalaman halaman input keputusan. Berikut adalah tampilan dari halaman muka.



Gambar 3.12 *Intro page Biodiesel Investment Game*

3.7.2 Halaman Input Keputusan

Halaman input keputusan terdiri dari dua bagian yaitu input *initial decision* dan *projection decision*. Kedua input keputusan ini mempunyai fungsi masing-masing. Untuk *Initial Decision* berisikan input keputusan umum seperti tingkat inflasi, kurs USD-Rupiah, Struktur Kepemilikan Rantai Suplai, Kelas Lahan, Harga Jual, *Corporate Social Responsibility*. Tampilan *initial decision page* dapat dilihat pada

Gambar 3.13 *Initial Decision Page Biodiesel Investment Game*

Halaman ini dilengkapi dengan *tab* yang bisa memudahkan pengguna untuk berpindah halaman dengan menggunakan gaya *website* (pilihan berpindah halaman ada di bagian atas tiap halaman). Tanda tanya merah dapat di *highlight* untuk mendapatkan bantuan penjelasan mengenai masing-masing keputusan. Tabel 3.12 berikut berisi penjelasan dari setiap keputusan pada halaman *initial decision*.

Tabel 3.12 Penjelasan Pilihan Keputusan pada *Initial Decision Page*

Pilihan Keputusan	Tipe	Penjelasan
Tingkat Inflasi	<i>Input Box</i>	Input tingkat inflasi yang berlaku saat simulasi dijalankan
Kurs USD-Rupiah	<i>Input Box</i>	Input nilai tukar mata uang Dollar Amerika ke mata uang Rupiah yang berlaku saat simulasi dijalankan
Struktur Kepemilikan Rantai Suplai	<i>Radio Button</i>	Menentukan struktur kepemilikan rantai suplai. Pilihannya adalah Rantai suplai terintegrasi (dari perkebunan, pabrik kelapa sawit, dan pabrik biodiesel) dan Rantai suplai tunggal (Pabrik Biodiesel)
Kelas Lahan	<i>Combo Box</i>	Menentukan pilihan kelas lahan untuk perkebunan kelapa sawit. Pilihannya kelas lahan satu hingga empat yang masing-masing berebeda produktivitasnya (semakin besar semakin tidak produktif)
Harga Jual	<i>Combo Box dan Input Box</i>	Menentukan harga jual biodiesel yang berlaku pada saat simulasi diajarkan. Pilihannya ada <i>Business As Usual</i> (harga solar subsidi), <i>Market Price</i> (Harga Pasar Solar Industri), HPP+Margin (Harga Pokok Penjualan ditambah margin), dan <i>Input Harga sendiri</i> .
<i>Corporate Social Responsibility</i>	<i>Input Box</i>	Alokasi persentase dana dari <i>capital expenditure</i> . Total 20% untuk rantai suplai tunggal dan 35% untuk rantai suplai terintegrasi. Pilihan CSR ada pembangunan rumah ibadah, pembangunan perumahan, dan pemabnguan sekolah.

Halaman *projection decision* berisikan pilihan-pilihan proyeksi yang dapat disesuaikan sendiri oleh pengguna. Berikut ini adalah tampilan dari halaman *projection decision*.

Year	Demand Projection (Ton)	MOPS Price (Rp/Litre)	Oil Price (\$/Barrel)	CPO Export Price (Rp/Ton)	CPO Domestic Price (Rp/ton)
2006	162.267	Rp 4.652,00	\$ 67,80	Rp 3.431.500,00	Rp 4.809.856,82
2007	160.636	Rp 5.057,00	\$ 72,30	Rp 5.618.991,14	Rp 7.330.343,12
2008	50.219	Rp 7.523,00	\$ 99,70	Rp 8.031.278,93	Rp 10.565.576,11
2009	20.632	Rp 4.070,60	\$ 61,34	Rp 4.555.993,92	Rp 6.172.998,74
2010	13.489	Rp 5.732,00	\$ 79,80	Rp 4.474.510,60	Rp 6.337.974,16
2011	20.754	Rp 6.443,00	\$ 87,70	Rp 4.797.111,50	Rp 6.737.641,30
2012	21.274	Rp 7.235,00	\$ 96,50	Rp 5.014.233,93	Rp 7.045.985,98
2013	21.795	Rp 7.667,00	\$ 101,30	Rp 4.960.385,88	Rp 7.289.230,09
2014	22.315	Rp 8.126,00	\$ 106,40	Rp 5.070.498,23	Rp 7.519.966,36
2015	22.836	Rp 8.432,00	\$ 109,80	Rp 5.160.289,09	Rp 7.740.254,33
2016	30.558	Rp 8.531,00	\$ 110,90	Rp 5.026.924,36	Rp 7.960.513,76
2017	30.664	Rp 8.630,00	\$ 112,00	Rp 5.098.253,32	Rp 8.189.772,63
2018	30.953	Rp 8.729,00	\$ 113,10	Rp 5.148.258,52	Rp 8.409.465,58
2019	31.049	Rp 8.828,00	\$ 114,20	Rp 5.180.133,80	Rp 8.623.584,14
2020	31.325	Rp 8.936,00	\$ 115,40	Rp 5.193.968,68	Rp 8.833.111,96
2021	30.876	Rp 9.035,00	\$ 116,50	Rp 5.225.263,15	Rp 9.074.098,22
2022	30.457	Rp 9.143,00	\$ 117,70	Rp 5.213.578,02	Rp 9.287.832,92
2023	30.064	Rp 9.251,00	\$ 118,90	Rp 5.193.837,79	Rp 9.509.940,70
2024	29.696	Rp 9.350,00	\$ 120,00	Rp 5.156.977,88	Rp 9.732.646,31
2025	29.350	Rp 9.458,00	\$ 121,20	Rp 5.091.345,36	Rp 9.945.701,98

Gambar 3.14 *Projection Decision Page Biodiesel Investment Game*

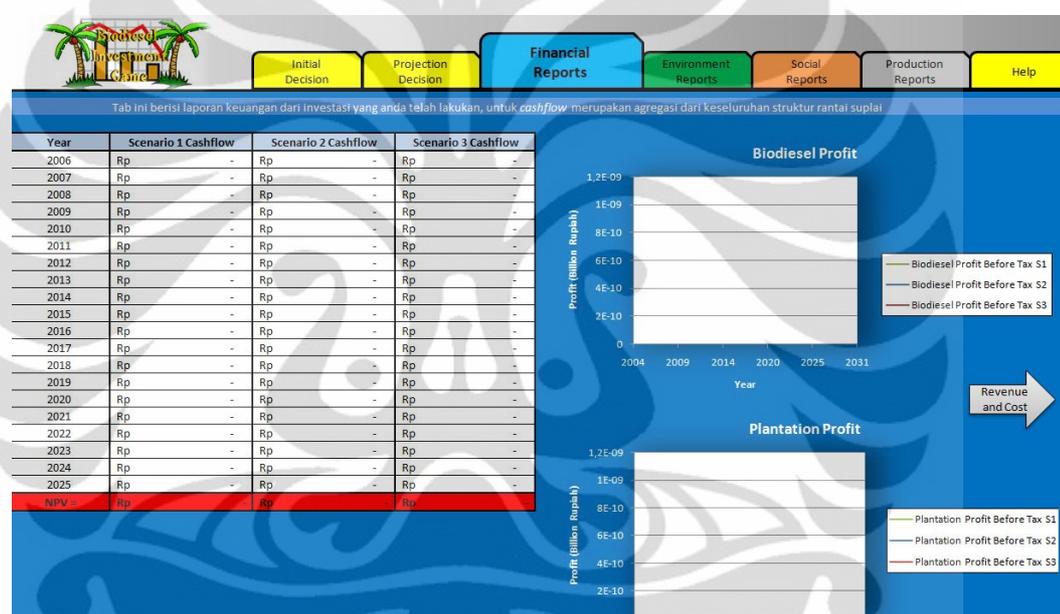
Halaman ini berisi proyeksi permintaan biodiesel per tahun, proyeksi harga MOPS, proyeksi harga minyak (\$/barrel), harga CPO ekspor per ton, dan harga jual CPO domestik per ton. Pilihan yang dapat diinput oleh pengguna pada halaman ini hanya ada dua yaitu *demand projection* (proyeksi permintaan) dan skenario harga minyak. Untuk proyeksi permintaan biodiesel (ton/tahun) dapat terdapat tiga pilihan *default projection*, *mandate market share*, dan input proyeksi sendiri. Perbedaan dua pilihan pertama dapat dilihat dari proyeksi permintaan tahunan di mana *mandate market share* lebih sedikit dibanding *default*. Untuk skenario harga minyak dunia ada dua skenario yang ditawarkan, yaitu skenario harga minyak tinggi dan harga minyak rendah. Untuk aktivasi skenario harga minyak tinggi, maka klik *check box High Oil Scenario*.

Setelah semua keputusan diinput maka simulator ini mempunyai fitur untuk menyimpan maksimum tiga keputusan pengguna. Sehingga pada halaman laporan, pengguna dapat membandingkan hasil keputusan mereka dengan mudah.

Penyimpanan keputusan dilakukan dengan menekan tombol *save scenario* setelah simulasi pada halaman simulasi dijalankan. Ketika sudah ada tiga keputusan yang disimpan maka jika pengguna ingin memasukkan keputusan lainnya, tekan tombol *reset all* untuk menghapus semua keputusan yang sudah diinput.

3.7.3 Halaman Laporan Keuangan

Pada halaman laporan keuangan (*financial reports*) terdiri dari laporan-laporan cashflow perusahaan, serta grafik profit, pendapatan, dan biaya perusahaan. Berikut adalah tampilan dari halaman laporan keuangan.



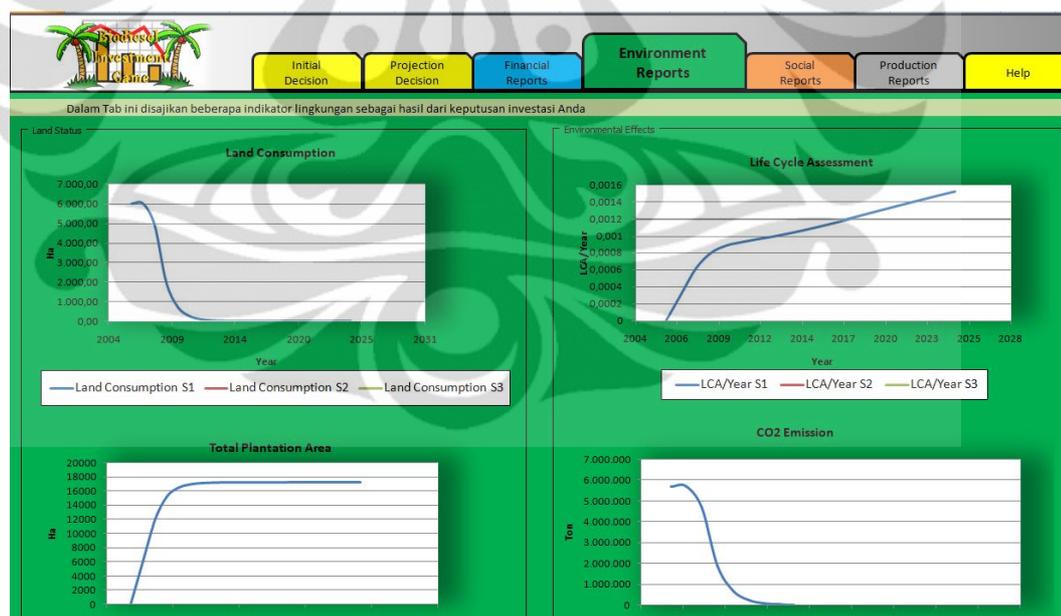
Gambar 3.15 *Financial Reports Page Biodiesel Investment Game* (Arus kas dan profit perusahaan)

Pada Gambar 3.15 di atas dapat dilihat bahwa arus kas ditampilkan dalam bentuk tabel dan pada akhir tahun ke dua puluh (tahun 2025), akan dikalkulasikan nilai *net present value* (NPV) dari keputusan yang telah diambil. NPV yang dihitung merupakan agregasi dari arus kas perkebunan dan pabrik kelapa sawit dengan pabrik biodiesel. *Interest rate* yang dipakai dalam simulasi ini sebesar 14,92%. Untuk profit, pengguna dapat melihat dari grafik garis yang disediakan, telah dikelompokkan menurut struktur rantai suplainya. Grafik yang atas merupakan profit dari biodiesel dan yang bawah merupakan grafik dari

perkebunan sampai pabrik minyak kelapa sawit. Pengguna dapat melihat detail pendapatan dan pengeluaran (biaya) dari masing-masing rantai suplai dengan menggeser layar ke kanan. Laporan pada halaman ini dapat dibandingkan antar keputusan.

3.7.4 Halaman Laporan Lingkungan

Pada halaman laporan lingkungan (*environment reports*) terdapat laporan mengenai dampak lingkungan dari investasi rantai suplai yang dijalankan. Laporan yang ditampilkan pada halaman ini ada empat yaitu pembukaan lahan (*land consumption*) per tahun, total luas perkebunan kelapa sawit (*total plantation area*, merupakan agregasi dari lahan perkebunan inti perusahaan dan lahan perkebunan plasma), *Life Cycle Analysis*, dan Emisi Karbondioksida (CO_2 *Emission*). Semua grafik disajikan dalam bentuk diagram garis dan dapat dibandingkan antar keputusan. Berikut adalah tampilan dari halaman laporan lingkungan.

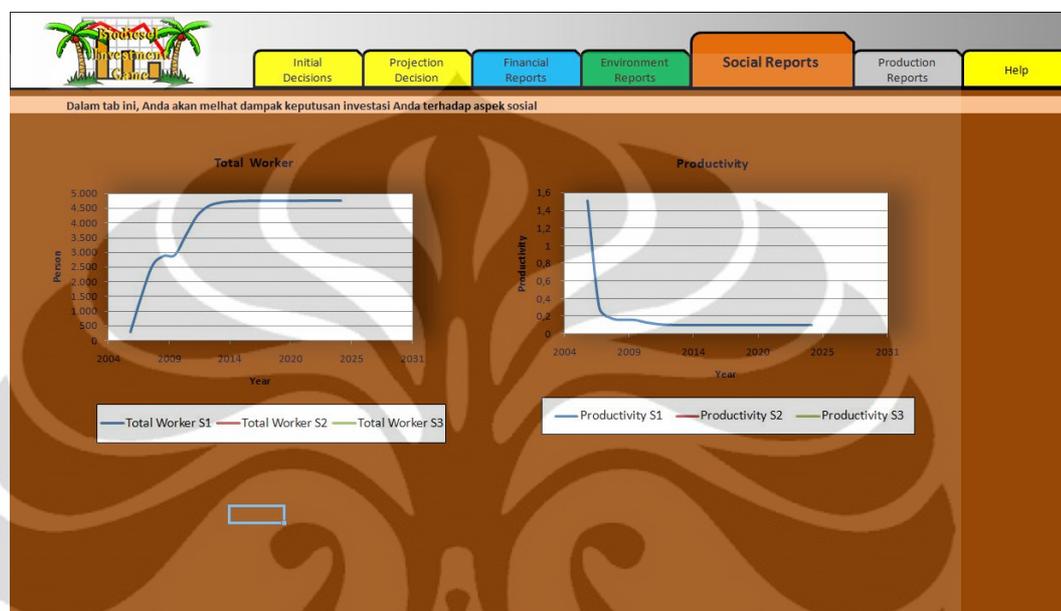


Gambar 3.16 *Environment Reports Page Biodiesel Investment Game*

3.7.5 Halaman Laporan Sosial

Halaman Laporan Sosial (*Social Reports*) berisi laporan dampak investasi terhadap aspek sosial. Laporan pada halaman ini hanya jumlah pekerja (*Total*

Worker) yang diserap. Pada halaman ini keputusan dapat diperbandingkan dan laporan jumlah pekerja disajikan dalam bentuk grafik garis. Berikut adalah tampilan dari halaman laporan sosial.



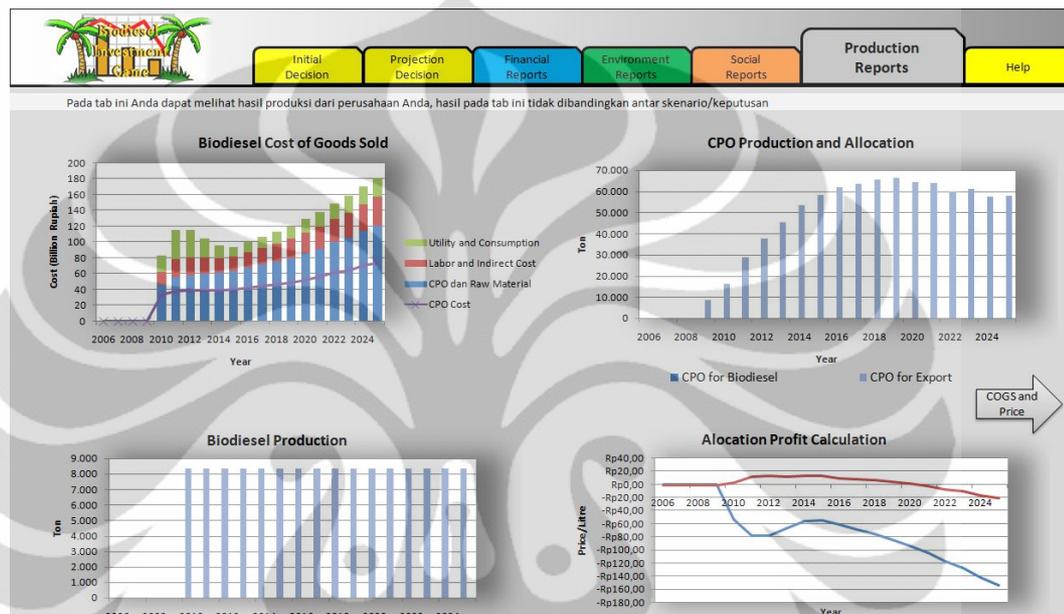
Gambar 3.17 Social Reports Page Biodiesel Investment Game

3.7.6 Halaman Laporan Produksi

Halaman laporan produksi (*production reports*) adalah laporan berisi jumlah produksi biodiesel per tahun (dalam ton), jumlah produksi CPO per tahun (dalam ton) dan alokasinya (untuk biodiesel atau ekspor), biaya produksi biodiesel tahunan, perbandingan profit ekspor dengan profit biodiesel, dan tabel HPP CPO, Biodiesel serta harga jual biodiesel per liter. Pada halaman ini tidak bisa dibandingkan antar keputusan sehingga pengguna harus mengingat atau mencatat hasil keputusan mereka sebelumnya untuk membandingkan hasil keputusan mereka.

Untuk laporan biaya produksi ditampilkan dengan grafik *stacked-bar* dengan tujuan memudahkan pemain melihat komposisi biayanya dengan tambahan *line chart* untuk memberi tanda besarnya biaya pembelian CPO dalam keseluruhan biaya produksi. Laporan alokasi dan produksi CPO juga ditampilkan dengan *bar chart*, dengan dua batang bersisian yang menunjukkan alokasi tahunan

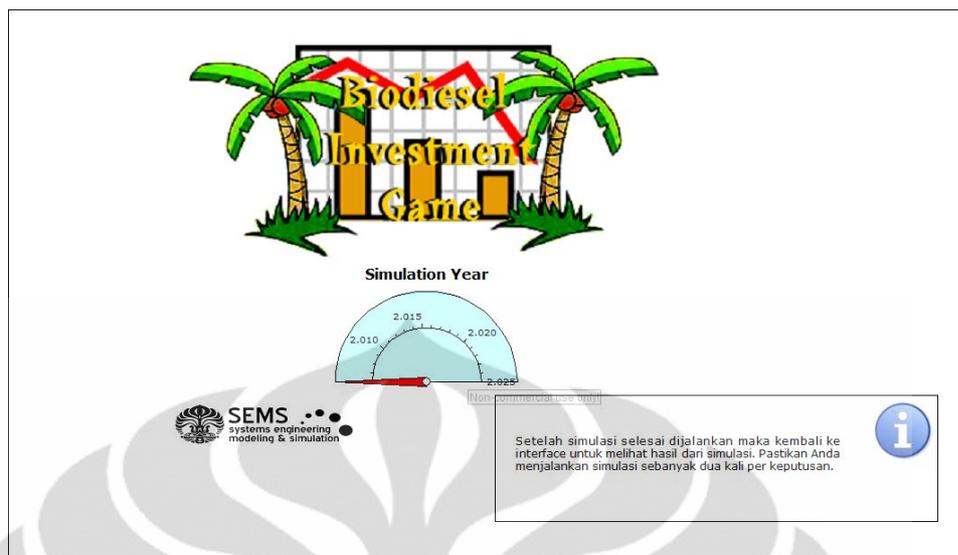
untuk biodiesel dan ekspor. Laporan produksi biodiesel ditampilkan dengan *bar chart* bersisian yang berisi kapasitas produksi dan jumlah produksi biodiesel. Sedangkan profit alokasi ditampilkan dengan dua garis merah dan biru dengan *line chart* dengan tujuan mempermudah pengguna untuk melihat pergerakan profit tiap tahunnya. Berikut adalah tampilan dari halaman laporan produksi.



Gambar 3.18 *Production Reports Page Biodiesel Investment Game*

3.7.7 Halaman Simulasi

Halaman simulasi (*simulation page*) berisikan model yang telah disimplifikasi dengan tampilan presentasi. Dalam tampilan presentasi ini pengguna hanya bisa menjalankan simulasinya dan tidak bisa melihat struktur *stock and flow diagram* nya. Halaman simulasi sudah terintegrasi dengan *interface*. Dengan menjalankan simulasi maka hasil secara otomatis akan muncul pada *inteface*. Berikut adalah tampilan halaman simulasi dari simulator ini.



Gambar 3.19 *Simulation Page Biodiesel Investment Game*

Untuk mendapatkan hasil dari keputusan yang telah dipilih, maka pengguna harus menjalankan simulasi sebanyak dua kali. Hal ini bertujuan untuk menghindari *circular reference* dalam formula yang digunakan pada struktur *stock and flow diagram*. Ketika simulasi dijalankan, maka jarum pada *Simulation Time* akan bergerak dari 2006 sampai 2025.

3.8 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dan validasi model dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dipakai dalam simulator manajemen sudah sesuai dengan kondisi sebenarnya. Karena pada penelitian ini, model yang dipakai adalah model hasil simplifikasi dari model penelitian sebelumnya, verifikasi dan validasi dilakukan dengan acuan model referensi tersebut sebelum disimplifikasi.

3.8.1 Verifikasi Model

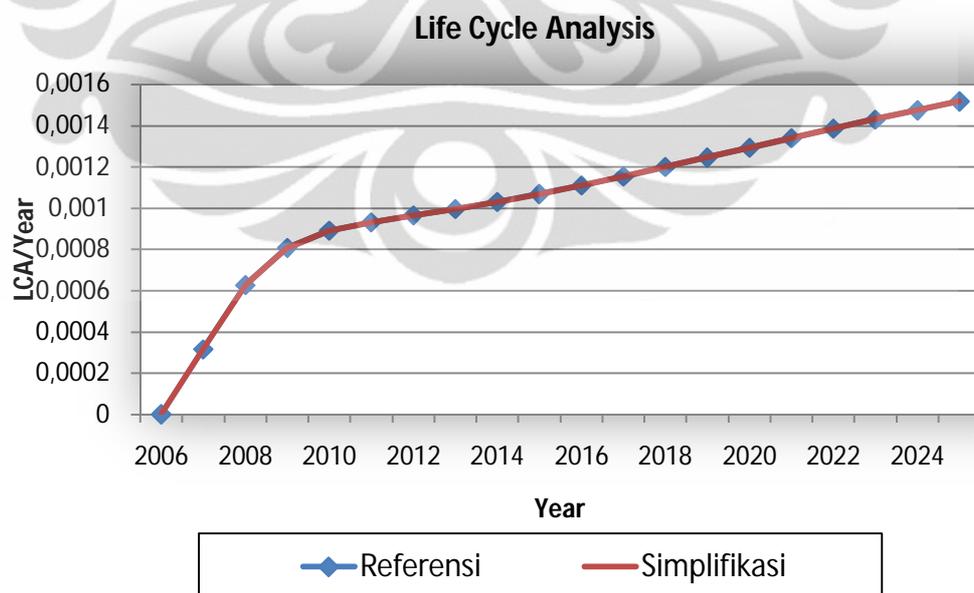
Verifikasi dilakukan dengan membandingkan karakteristik perubahan nilai dari setiap variabel yang dihasilkan pada model simulasi dengan nilai aktual pada keadaan sebenarnya. Pada penelitian ini, karena model penelitian dibuat berdasarkan simplifikasi model referensi dari penelitian sebelumnya, maka verifikasi dilakukan dengan membandingkan nilai variabel dengan nilai yang

dihasilkan oleh model referensi. Variabel-variabel yang dilakukan verifikasi antara lain adalah:

- Verifikasi variabel LCA rantai suplai
- Verifikasi variabel Jumlah Lahan Perkebunan Perusahaan
- Verifikasi variabel HPP Biodiesel
- Verifikasi variabel HPP CPO

Semua variabel yang disebutkan adalah variabel variabel yang berpengaruh dan merupakan indikator yang akan diperbandingkan hasilnya, oleh karena itu verifikasi terhadap nilai nilai keluaran dari variabel tersebut menjadi sangat penting. Verifikasi diadakan dengan keputusan yang sama untuk kedua model, yaitu struktur kepemilikan rantai suplai terintegrasi, kelas lahan 1, harga jual HPP+Margin. Karena adanya perubahan pada struktur model, maka nilainya pun bisa jauh berbeda, namun akan dilihat apakah perbedaan tersebut sesuai dengan yang perubahan yang terjadi atau tidak.

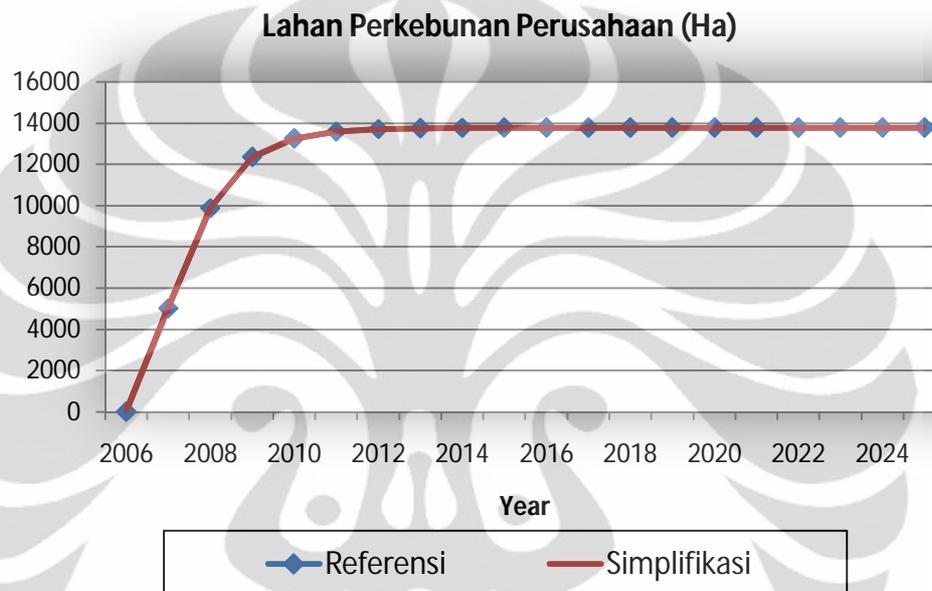
3.8.1.1 Verifikasi nilai *life cycle analysis* (LCA)



Gambar 3.20 Perbandingan nilai LCA model referensi dengan simplifikasi

Variabel LCA tidak mengalami perubahan yang besar dari segi nilainya. Terlihat pada grafik bahwa nilai dari kedua model cenderung berhimpit. Ini berarti variabel ini sudah terverifikasi karena baik nilai dan perilaku dari model referensi dan model simplifikasi hampir sama.

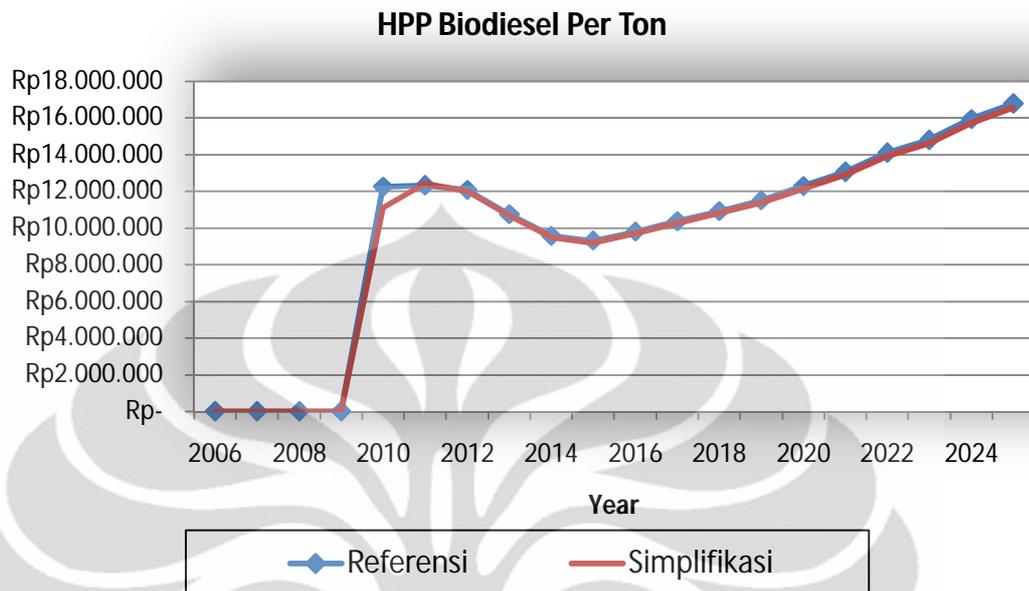
3.8.1.2 Verifikasi nilai Jumlah Lahan Perkebunan Perusahaan



Gambar 3.21 Perbandingan nilai jumlah lahan dengan model referensi dengan simplifikasi

Variabel Jumlah Lahan Perkebunan Perusahaan (Inti) tidak mengalami perubahan yang besar dari segi nilainya. Terlihat pada grafik bahwa nilai dari kedua model cenderung berhimpit. Ini berarti variabel ini sudah terverifikasi karena baik nilai dan perilaku dari model referensi dan model simplifikasi hampir sama.

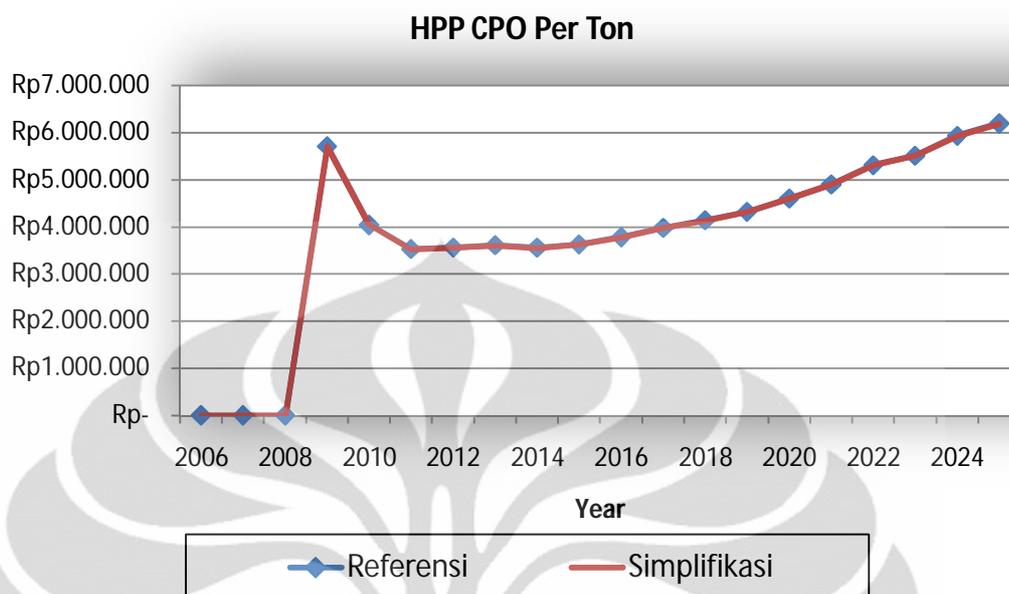
3.8.1.3 Verifikasi nilai HPP biodiesel



Gambar 3.22 Perbandingan nilai HPP Biodiesel model referensi dengan simplifikasi

Variabel HPP Biodiesel tidak mengalami perubahan yang besar dari segi nilainya. Terlihat pada grafik bahwa nilai dari kedua model cenderung berhimpit. Ini berarti variabel ini sudah terverifikasi karena baik nilai dan perilaku dari model referensi dan model simplifikasi hampir sama. Perbedaan yang ada diakibatkan perubahan pada model simplifikasi dimana ekspansi kapasitas produksi biodiesel dipengaruhi oleh ekspektasi profitabilitas produksi biodiesel.

3.8.1.4 Verifikasi nilai HPP CPO



Gambar 3.23 Perbandingan nilai HPP CPO model referensi dengan simplifikasi

Variabel HPP CPO tidak mengalami perubahan yang besar dari segi nilainya. Terlihat pada grafik bahwa nilai dari kedua model cenderung berhimpit. Ini berarti variabel ini sudah terverifikasi karena baik nilai dan perilaku dari model referensi dan model simplifikasi hampir sama.

3.8.2 Validasi Model

Validasi dilakukan untuk menilai apakah suatu model dapat dianggap memberikan gambaran yang benar mengenai sebuah sistem dan hasilnya. Beberapa metode validasi yang digunakan adalah sebagai berikut :

3.8.2.1 Kecukupan Batasan

Tujuan dari dibuatnya model simulasi ini adalah untuk mensimulasikan investasi pada industri biodiesel dalam pemenuhan target jangka panjang biodiesel nasional. Batasan yang ditetapkan adalah aspek-aspek yang berkaitan dengan target suplai biodiesel yang ingin dicapai dengan mengacu kepada batasan struktur sistem yang telah dibuat dalam *system diagram* pada bab sebelumnya, yang mana dibuat berdasarkan pemahaman yang diperoleh dari jurnal penelitian dan kondisi yang berlaku di Indonesia.

3.8.2.2 Penilaian Struktur

Model yang dibuat sudah memiliki struktur yang sesuai dengan sistem dan konsep permasalahan yang ada. Hal ini terlihat dari kesesuaian antara model simulasi yang disimplifikasi dengan *causal loop diagram* dengan *system diagram* sebagai acuannya.

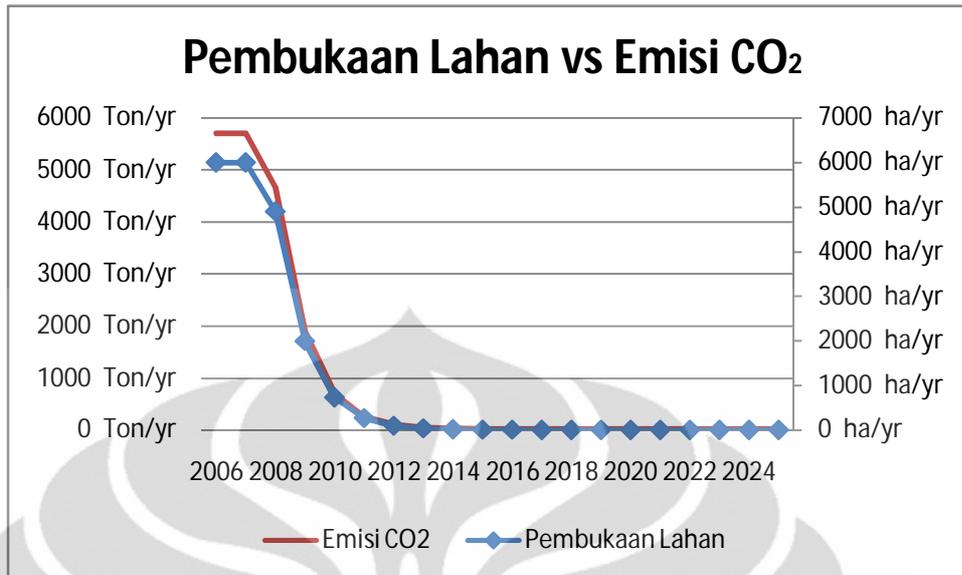
3.8.2.3 Konsistensi Dimensi

Model simulasi sistem dinamis yang disimplifikasi ini dirancang dengan bantuan aplikasi *Powersim Studio 2005* yang mengharuskan adanya konsistensi dalam dimensi yang digunakan agar simulasi dapat berjalan dengan baik. Karena model simulasi ini dapat berjalan dengan baik, maka konsistensi dimensinya telah teruji.

3.8.2.4 Reproduksi Perilaku

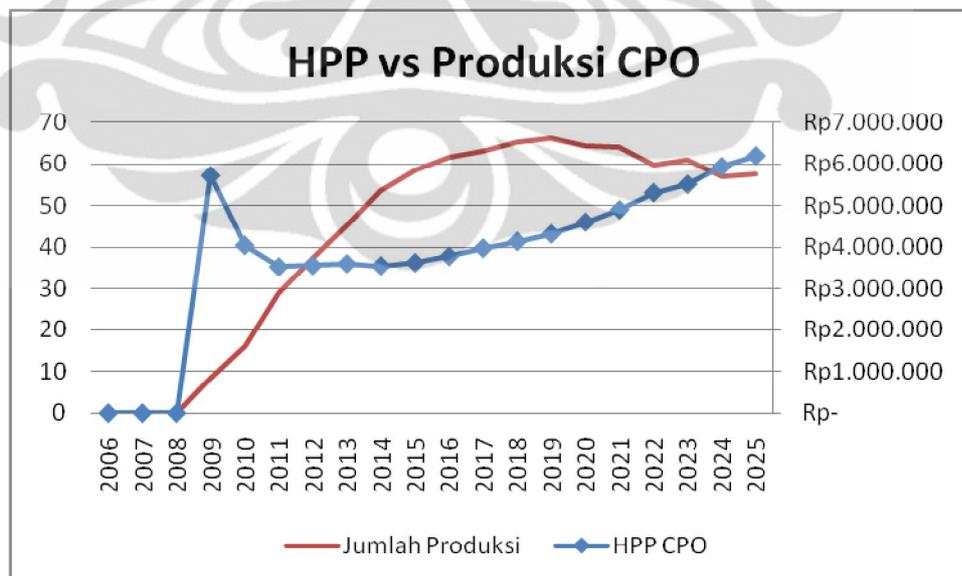
Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah model simulasi yang disimplifikasi menghasilkan perilaku-perilaku dari sistem sudah sesuai dengan yang terjadi pada kondisi nyata. Di dalam pengujian ini, perilaku-perilaku yang ingin diteliti antara lain adalah sebagai berikut:

- Pengaruh peningkatan dari nilai pembukaan lahan dengan peningkatan nilai emisi gas rumah kaca, secara teoritis berdasarkan studi literatur dan pengembangan CLD yang sudah dibuat, pembukaan lahan akan meningkatkan emisi gas rumah kaca (dampak lingkungan).
- Pengaruh peningkatan nilai produksi CPO dengan besarnya HPP CPO populasi. Dimana secara teoritis peningkatan jumlah produksi akan mengurangi HPP secara keseluruhan.



Gambar 3.24 Grafik perbandingan nilai pembukaan lahan dan emisi karbon

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin besar pembukaan lahan semakin besar emisi yang dihasilkan. Sehingga menciptakan sebuah hubungan linear dan berbanding lurus sesuai dengan CLD yang ada (ekspansi lahan semakin besar dampak lingkungan semakin besar).



Gambar 3.25 Grafik perbandingan nilai produksi CPO dan HPP CPO

Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa seiring dengan meningkatnya tingkat produksi CPO, maka HPP CPO akan menurun, sehingga menghasilkan hubungan berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan penggambaran di mental model CLD dimana peningkatan produksi akan menghasilkan HPP yang rendah.



BAB 4

ANALISIS

4 Analisis

Pada bab ini akan dibahas bagaimana pengguna menggunakan simulator ini dan menganalisis pencapaian dari poin pembelajaran. *Pilot-testing* akan dilakukan pada delapan orang mahasiswa sebagai responden untuk melihat apakah poin pembelajaran yang tertanam pada simulator ini dapat tersampaikan kepada mereka.

4.1 Pilot-testing

Pilot-testing dilakukan selama dua hari pada ruang laboratorium *System Engineering Modeling and Simulation* (SEMS), Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia. Dengan menggunakan beberapa *workstation* pada SEMS, para responden mencoba menggunakan simulator ini. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam *pilot-testing* ini:

- Para pengguna mendapat *briefing* awal tentang latar belakang permasalahan dari industri Biodiesel di Indonesia. Dalam *briefing* dijelaskan secara sederhana aliran rantai suplai dari industri biodiesel.
- Para pengguna mendapat *briefing* tentang penggunaan simulator. Hal ini meliputi cara input keputusan, cara menjalankan simulator, dan cara membaca laporan yang ada.
- Pengguna akan mencoba-coba simulator dan kemudian mengisi lembar kuesioner setelah bermain. Kuesioner ini berisikan beberapa pertanyaan yang menguji pemahaman yang telah didapat dari simulator ini.

4.2 Pertanyaan Dalam Kuesioner

Pertanyaan dalam kuesioner berbentuk pertanyaan essay dengan jawaban uraian. Jumlah pertanyaan ada 13 buah dan dalam Tabel 4.1 ditunjukkan bagaimana setiap pertanyaan mewakili poin pembelajaran yang ingin disampaikan.

Tabel 4.1 Matriks Poin Pembelajaran

No	Pertanyaan	Poin Pembelajaran				
		Investor memahami pengaruh pemilihan kelas lahan terhadap aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan	Investor memahami struktur biaya dari biodiesel	Investor memahami pengaruh harga jual dalam iklim investasi yang dipilih	Investor memahami pengaruh jangka panjang CSR terhadap aktivitas perusahaan	Investor memahami mental model dalam produksi CPO dan biodiesel
1	Jika Anda mengubah kelas lahan dari yang kecil ke besar, apa pengaruh terhadap profitabilitas perusahaan, lingkungan, dan sosial? Menurut Anda mengapa bisa terjadi hal seperti itu?	X				
2	Menurut Anda, Bagaimana struktur (komposisi) biaya dari Harga Pokok Penjualan Biodiesel? Jelaskan keterkaitannya (komposisi biaya) dengan tipe rantai suplai yang dipilih!		X			
3	Apakah Anda melihat adanya pengaruh CSR terhadap aspek ekonomi, lingkungan dan sosial perusahaan? Apakah pengaruh CSR sudah sesuai dengan yang anda harapkan? Jelaskan!				X	
4	Menurut Anda, Harga jual mana yang paling menguntungkan dalam investasi ini? Mengapa?			X		
5	Apakah Anda mengetahui hubungan HPP dengan jumlah produksi? Bagaimana pengaruh HPP terhadap profit? Jelaskan!		X	X		X
6	Menurut Anda, adakah pengaruh produksi CPO secara keseluruhan terhadap jumlah lahan perkebunan? Bagaimana hubungannya?	X				X
7	Menurut Anda, adakah hubungan permintaan dan profit dari alokasi biodiesel dengan jumlah produksi biodiesel? Jika ada bagaimana hubungannya?					X
8	Menurut Anda, adakah hubungan profit dari produksi biodiesel dengan alokasi CPO untuk biodiesel? Jika ada bagaimana hubungannya?					X
9	Menurut Anda, adakah hubungan profit dari ekspor CPO dengan alokasi CPO untuk biodiesel? Jika ada bagaimana hubungannya?					X
10	Menurut Anda, adakah hubungan produksi Biodiesel dengan produksi CPO secara keseluruhan? Jika ada bagaimana hubungannya?					X
11	Menurut Anda, adakah hubungan profit ekspor CPO dengan produksi CPO secara keseluruhan? Jika ada bagaimana hubungannya?					X
12	Berdasarkan pertanyaan nomor 6-11, apakah anda melihat keterkaitan yang membentuk suatu putaran balik?	X				X
13	Menurut Anda, faktor apa yang paling mempengaruhi produksi industri biodiesel sehingga jumlah produsen biodiesel berkurang drastis?		X	X		X

Berikut ini adalah matriks dari hasil jawaban para responden. Tanda lingkaran merupakan jawaban yang tepat dan untuk tanda silang untuk jawaban yang kurang tepat.

Tabel 4.2 Matriks Jawaban Para Responden

		Responden								
		No	1	2	3	4	5	6	7	8
Pertanyaan	1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	2	X	O	O	O	O	O	O	O	O
	3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	4	X	X	O	O	O	O	O	O	O
	5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	6	X	O	O	O	O	O	O	O	O
	7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	9	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	10	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	11	O	O	O	O	O	X	X	O	O
	12	X	O	X	X	X	X	X	O	O
	13	X	O	O	O	O	O	O	O	O

4.3 Analisis Pencapaian Poin Pembelajaran

Dari dua hari masa *pilot-testing*, maka dapat dianalisis bagaimana pencapaian dari setiap poin pembelajaran terhadap pemahaman para pengguna. Analisis dilakukan dengan melihat jawaban dari setiap pertanyaan yang ada. Dalam bagian ini pembahasan akan dibagi per poin pembelajaran sesuai dengan matriks pada Tabel 4.1.

4.3.1 Poin pembelajaran Pertama: Pengaruh Pemilihan Kelas Lahan

Poin pembelajaran pertama adalah investor memahami pengaruh pemilihan kelas lahan terhadap aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Poin ini direpresentasikan oleh pertanyaan nomor 1.

Pertanyaan nomor 1 berisikan mengenai dampak dari perubahan alternatif kelas lahan terhadap aspek finansial, lingkungan dan sosial. Pengaruh kelas lahan adalah produktivitasnya, semakin besar semakin tidak produktif, sehingga untuk menghasilkan tingkat produksi yang sama dibutuhkan lahan yang lebih banyak. Semakin besar kelas lahan yang dipilih, semakin besar pengeluaran perusahaan karena lahan yang dibutuhkan makin banyak. Dengan lahan yang dibutuhkan

makin banyak maka pembukaan lahan semakin besar dan tenaga kerja yang dibutuhkan pada perkebunan semakin banyak. Pembukaan lahan yang semakin besar mempunyai dampak lingkungan yang lebih besar, nilai LCA meningkat dan emisi karbondioksida yang dihasilkan lebih banyak.

Para responden sudah dapat menjawab dengan benar dampak dari perubahan kelas lahan. Pertanyaan ini dapat dijawab dengan membandingkan profit dan NPV pada laporan keuangan, jumlah lahan perkebunan dan dampak lingkungan pada laporan lingkungan, dan jumlah pekerja pada laporan sosial. Responden dapat dengan jelas melihat perbedaannya melalui pembacaan grafik garis.

4.3.2 Poin Pembelajaran Kedua: Struktur Biaya Biodiesel

Poin pembelajaran kedua adalah investor memahami struktur biaya dari biodiesel. Poin ini direpresentasikan dengan pertanyaan nomor 2 dan 5.

Pada pertanyaan nomor dua berisikan, komposisi biaya dari produksi biodiesel dan hubungannya dengan struktur kepemilikan rantai suplai yang dipilih. Hampir separuh dari biaya produksi biodiesel adalah pembelian bahan baku yaitu minyak kelapa sawit. Pada struktur rantai suplai terintegrasi, CPO dibeli dari perkebunan sendiri dengan HPP. Sedangkan untuk rantai suplai tunggal, CPO didapat dengan membelinya dengan harga CPO domestik. Tentu saja dengan HPP biodiesel rantai suplai tunggal lebih besar daripada rantai suplai terintegrasi.

Pada pertanyaan nomor lima berisikan hubungan HPP dengan jumlah produksi dan profit. Semakin besar jumlah produksi maka semakin kecil HPP, dengan semakin kecil HPP maka profit yang didapat akan meningkat.

Responden dapat menjawab kedua pertanyaan dengan baik. Komposisi biaya produksi dapat dilihat dengan mudah pada grafik komposisi biaya pada laporan produksi. Meskipun bentuk grafik sama antar rantai suplai, tetapi besarnya berbeda. Sedangkan untuk pertanyaan nomor lima dapat dilihat dari jumlah produksi CPO dan Biodiesel dibandingkan dengan HPP pada tabel yang tersedia

4.3.3 Poin Pembelajaran Ketiga: Pengaruh Pemilihan Harga Jual Biodiesel

Untuk poin pembelajaran ketiga yaitu investor memahami pengaruh harga jual dalam iklim investasi yang dipilih, direpresentasikan dengan pertanyaan nomor 4. Pada pertanyaan ini ditanyakan kepada para responden di antara tiga skenario harga jual yang ada, skenario harga mana yang paling menguntungkan. Kondisi *Business As Usual* akan memberi harga biodiesel per liter nya sesuai dengan harga solar subsidi (sekitar Rp. 4300), *Market Price* memberi harga solar industri, dan *HPP+Margin* di mana biodiesel dijual dengan harga pokok penjualannya ditambah sejumlah margin.

HPP+Margin memberi keuntungan terbesar karena harga jualnya ditentukan sesuai dengan HPP ditambah dengan margin. Namun hal ini membuat harga jual biodiesel relatif mahal. Kedua skenario pertama tidak menguntungkan sehingga membuat para produsen berpikir untuk tidak memproduksi biodiesel.

Sebagian responden dapat menjawab dengan benar harga jual yang menguntungkan ini, yaitu *HPP+Margin*. Ada juga yang mengatakan bahwa tidak ada harga jual yang menguntungkan. Dalam simulator ini, biodiesel diproduksi hanya jika menghasilkan keuntungan yang lebih besar dari alokasi CPO untuk ekspor. Beberapa responden yang menjawab tidak ada harga yang menguntungkan melihat bahwa dari ketiga harga jual tersebut, mereka mendapati NPV arus kas yang tetap negatif.

4.3.4 Poin Pembelajaran Keempat: Pengaruh CSR

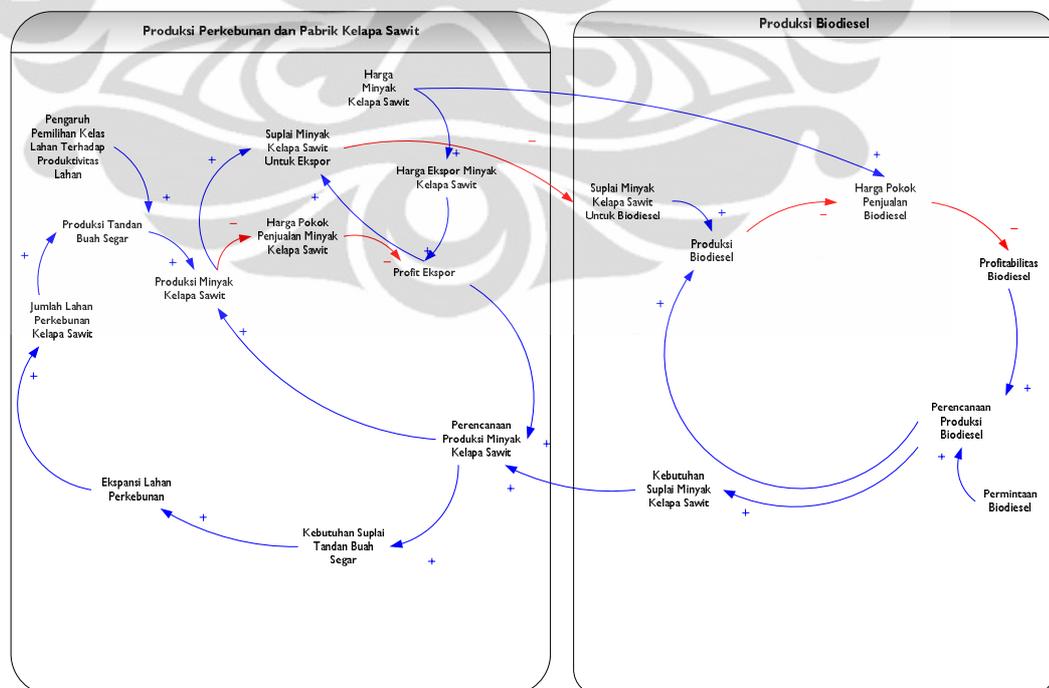
Poin pembelajaran keempat adalah investor memahami pengaruh jangka panjang CSR terhadap aktivitas perusahaan. Poin ini direpresntasikan dalam pertanyaan nomor 3.

CSR sebenarnya memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap aktivitas perusahaan. Namun pada data-data yang ditampilkan pada simulator tidak ada perubahan yang cukup berarti sehingga bisa dikatakan bahwa alokasi tidak berpengaruh sama sekali. CSR yang berpengaruh kecil itu adalah pembangunan sekolah, karena pemabangunan sekolah akan meningkatkan indeks pendidikan daerah tersebut, dan pada akhirnya akan berdampak pada produktivitas para

pekerja. Para responden dapat menjawab pertanyaan ini dengan baik. Mereka tidak melihat adanya perubahan yang signifikan dari alokasi yang mereka berikan.

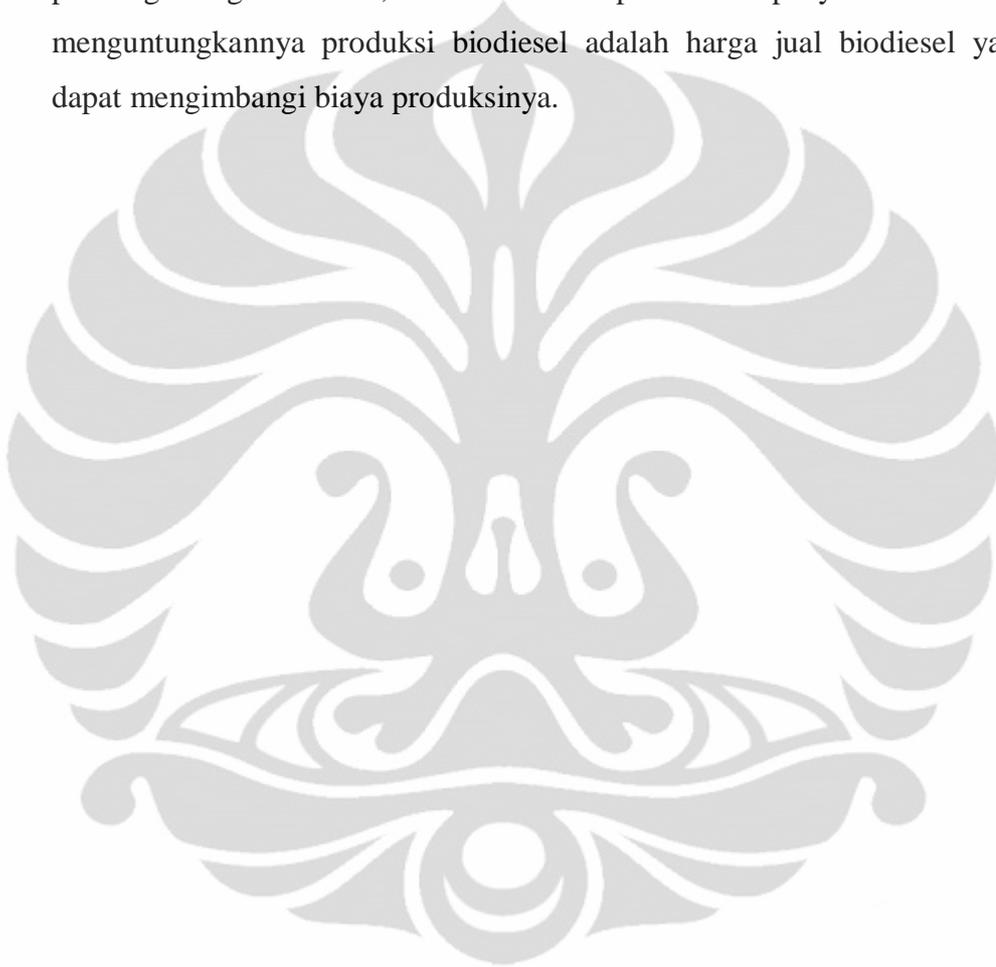
4.3.5 Poin Pembelajaran Kelima: Mental Model dalam Produksi CPO dan Biodiesel

Pada poin pembelajaran terakhir ini, diharapkan dengan bermain permainan ini pengguna dapat memahami mental model dalam produksi CPO dan Biodiesel sehingga bisa melihat hal apa yang sebenarnya berpengaruh pada penurunan jumlah produsen biodiesel di Indonesia. Poin ini direpresentasikan dengan pertanyaan nomor 6-12. Pada pertanyaan nomor 6-11 para responden ditanya bagaimana hubungan antar dua variabel dan kemudian pada pertanyaan nomor 12 diharapkan mereka dapat menghubungkan variabel-variabel yang telah mereka sebutkan pada nomor sebelumnya. Tujuan adalah mengajarkan bentuk hubungan putaran balik seperti yang ada pada CLD bab sebelumnya. Namun tentu mereka tidak harus dapat menjawab sama persis dengan CLD tersebut. Berikut adalah CLD yang diharapkan dapat diceritakan oleh pengguna setelah bermain simulator ini.



Gambar 4.1 CLD dari variabel-variabel dalam pertanyaan nomor 12.

Dari jawaban responden dapat disimpulkan mereka sudah bisa mendefinisikan hubungan antar variabel dengan baik, namun mereka belum dapat menghubungkan semua variabel menjadi saling terhubung. Responden menjawab pertanyaan ini dengan bahasa dan cara mereka sendiri sehingga didapatkan jawaban yang tepat dalam banyak variasi. Untuk pertanyaan ke-13 dengan sudut pandang sebagai investor, mereka sudah dapat melihat penyebab utama dari tidak menguntungkannya produksi biodiesel adalah harga jual biodiesel yang tidak dapat mengimbangi biaya produksinya.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5 Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan penelitian ini dari awal sampai akhir pengujian secara *pilot testing* dan analisis pada hasil jawaban responden, di dalam bab ini akan dibahas kesimpulan dan saran yang didapat dari penelitian ini.

5.1 Kesimpulan

Dari analisis hasil jawaban responden pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa simulator manajemen ini sudah bisa menyampaikan poin pembelajaran. Responden umumnya dapat menjawab semua pertanyaan dengan baik.

Pertanyaan yang dirancang memiliki maksud dan tujuan untuk tiap poin pembelajaran. Perlu diketahui bahwa dalam sebuah model sistem dinamis, ada dua jenis dampak terhadap waktu dari sistem yang bisa diidentifikasi. Pertama dampak linear yang tidak membentuk suatu putaran balik dan kedua dampak non-linear yang memiliki putaran balik dalam hubungan antar variabelnya.

Dari analisis yang dilakukan ditemui bahwa para responden dapat dengan mudah menjawab pertanyaan mengenai jenis dampak linear, seperti pengaruh kelas lahan terhadap dampak lingkungan, profit, dan sosial; atau dampak struktur kepemilikan rantai suplai terhadap biaya produksi. Namun responden baru bisa dengan tepat mengidentifikasi hubungan antar dua variabel dan belum bisa dengan tepat merangkai hubungan putaran balik dari sebuah sistem. Hal ini terlihat dari responden dapat dengan tepat menjawab pertanyaan nomor 6 sampai 11 namun salah pada nomor 12. Tidak mudah mengajarkan sebuah sistem putaran balik seperti yang ditunjukkan oleh *causal loop diagram*.

Terkahir, responden sudah dapat melihat bahwa permasalahan mengapa industri biodiesel merugi adalah karena harga jual yang berlaku sekarang tidak seimbang dengan biaya produksinya. Hal ini menunjukkan bahwa seharusnya ada campur tangan pemerintah dalam menekan biaya produksi, seperti mengintervensi harga CPO sebagai *feedstock* dari biodiesel Indonesia.

5.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya, sebaiknya simulator manajemen ini diujikan kepada kelas yang lebih besar. Dalam penelitian ini hanya dilakukan *pilot testing* untuk pengujian, sehingga dapat dilihat lebih jauh lagi bagaimana poin pembelajaran dalam simulator manajemen disampaikan pada variasi responden yang besar. Simulator ini bisa dikembangkan menjadi sebuah permainan simulasi dengan menambahkan unsur kesenangan dan kompetisi di dalamnya.

Berikutnya untuk pembelajaran hubungan putaran balik, sebaiknya dalam kesempatan berikutnya, sebelum menggunakan simulator manajemen ini diadakan kelas atau *workshop* tentang *causal loop diagram*. Hal ini dilakukan agar para responden nantinya sudah lebih baik pemahamannya tentang hubungan antar variabel yang tidak linear.

Terakhir adalah bentuk pertanyaan yang ditujukan kepada responden. Bentuk pertanyaan pada penelitian ini adalah *essay* dengan jawaban uraian sebaiknya ada variasi pertanyaan sehingga para responden tidak merasa tertekan dan bosan dalam mengerjakan pertanyaan yang ada. Hal ini diperlukan untuk mendapatkan analisis yang lebih baik dari setiap poin pembelajaran yang ada.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. Angka Partisipasi Sekolah Menurut Provinsi (2003-2010). 2011, from http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=28¬ab=2
- Badan Pusat Statistik, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, & United Nations Population Fund. (2005). *Proyeksi Penduduk Indonesia 2000-2025*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bantz, S. G., & Deaton, M. L. (2006). *Understanding U.S. Biodiesel Industry Growth using System Dynamics Modeling*. Paper presented at the Engineering Design Symposium.
- Barani, A. M. (2009). *Memaknai Sebuah Anugerah Sumbangsih Kelapa Sawit Indonesia Bagi Dunia*. Jakarta: Ideals Agro Abrar.
- Bivona, E., & Montemaggiore, G. B. (2010). Understanding short- and long-term implications of “myopic” fleet maintenance policies: a system dynamics application to a city bus company. *System Dynamic Review*, 26, 195-215.
- Blackburn, W. R. (2007). *The Sustainability Handbook: Complete Management Guide to Achieving Social, Economic and Environment Responsibility*. London, UK: EarthScan Ltd.
- Business Watch Indonesia. (2007). Biofuel Industry in Indonesia: Some Critical Issues. *The Business Watch Indonesia*, 1.
- Chavalparit, O. (2006). *Clean Technology for the Crude Palm Oil Industry in Thailand*. Wageningen University, Wageningen, Gelderland, The Netherlands.
- Crutzen, P. J., A.R.Mosier, K.A.Smith, & W.Winiwarter. (2008). N2O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 8(2), 389-395.
- Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan. APBD Historis. from <http://www.djpk.depkeu.go.id/datadjpk/47/>
- Dyner, I., Larsen, E., & Franco, C. J. (2008). Games for electricity traders: Understanding risk in a deregulated industry. *Energy Policy*, 37, 465-471.
- Forrester, J. W. (n.d.). System Dynamics, System Thinking and Soft OR. *International Journal of System Dynamics* 10(2).
- Ghazoul, J., & Koh, L. P. (2008). Biofuels, biodiversity, and people: Understanding the conflicts and finding opportunities. *Biological Conservation*, 141.
- Indonesian Oil Palm Research Institute. (2003). *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit dan Produk Turunannya*. Medan, Indonesia: Indonesian Oil Palm Research Institute.
- Kopainsky, B., Pedercini, M., Davidsen, P. I., & Alessi, S. M. (2009). A Blend of Planning and Learning: Simplifying a Simulation Model of National Development. *Simulation & Gaming*, 41, 641-662.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking In System*. Vermont: Chelsea Green Publishing.
- Neto, T. G. S., Carvalho, J. A., Veras, C. A. G., Alvarado, E. C., R.Gielow, E.N.Lincoln, et al. (2009). Biomass consumption and CO₂, CO and main

- hydrocarbon gas emissions in an Amazonian forest clearing fire. *Atmospheric Environment*, 43(2), 438-446.
- Pahan, I. (2008). *Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga ke Hilir (The Complete Manual of Palm Oil: Agribusiness Management from End to End)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pardamean, M. (2008). *Panduan Lengkap Pengelolaan Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit (Complete Management Manual of Palm Oil Plantation and Factory)*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Pemerintah Provinsi Riau. (2010). Alokasi Realisasi Anggaran APBD menurut Bidang Kewenangan. 2011, from http://www.riau.go.id/file_bd/520585100alokasi%20APBD%202009.pdf
- Pleanjai, S., Gheewala, S. H., & Garivait, S. (2004). *Environmental Evaluation of Biodiesel Production from Palm Oil in a Life Cycle Perspective*. Paper presented at the The Joint International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE)”
- Reijnders, L., & Huijbregts, M. A. J. (2008). Palm oil and the emission of carbon-based greenhouse gases. *Journal of Cleaner Production*, 16, 477-482.
- Saunders, J. H. The Management Flight Simulator. 2011, from <http://www.johnsaunders.com/papers/mfs.htm>
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for A Complex World*. Boston: The McGraw Hill Companies, Inc.
- System Dynamics Society. Management Flight Simulator. 2011, from <http://www.systemdynamics.org/DL-IntroSysDyn/flsim.htm>
- Syukur S., & AU. Lubis. (1989). *Perhitungan Bunga Untuk Peramalan Produksi Jangka Pendek pada Kelapa Sawit (Interest Calculation for Palm Plantation Short Term Production Forecast)*. Pematang Siantar, Indonesia: PPP Marihat.
- Thamsiroj, T., & Murphy, J. D. (2009). Is it better to import palm oil from Thailand to produce biodiesel in Ireland than to produce biodiesel from indigenous Irish rape seed? *Applied Energy*, 86, 595–604.
- Tim Nasional Pengembangan Bahan Bakar Nabati. (2006). *Blueprint 2006-2025 Pengembangan Bahan Bakar Nabati Untuk Percepatan Pengurangan Kemiskinan dan Pengangguran*.
- Tomich, T. P., van Noordwijk, M., Vosti, S. A., & Witcover, J. (1998). Agricultural Development with Rainforest Conservation: Methods for Seeking Best Bet Alternatives to Slash-and-Burn, with Applications to Brazil and Indonesia. *Agricultural Economics*, 19(1,2), 159-174.



SEMS BIODIESEL INVESTMENT GAME AFTERPLAY QUESTIONNAIRE



3. Apakah Anda melihat adanya pengaruh CSR terhadap aspek ekonomi, lingkungan dan sosial perusahaan? apakah pengaruh CSR sudah sesuai dengan yang anda harapkan? Jelaskan!

4. Menurut Anda, Harga jual mana yang paling menguntungkan dalam investasi ini? Mengapa?

5. Menurut Anda, apakah Anda mengetahui hubungan HPP dengan jumlah produksi? Bagaimana pengaruh HPP terhadap profit? Jelaskan!



SEMS BIODIESEL INVESTMENT GAME AFTERPLAY QUESTIONNAIRE



9. Menurut Anda, adakah hubungan profit dari ekspor CPO dengan alokasi CPO untuk biodiesel? Jika ada bagaimana hubungannya?

10. Menurut Anda, adakah hubungan produksi Biodiesel dengan produksi CPO secara keseluruhan? Jika ada bagaimana hubungannya?

11. Menurut Anda, adakah hubungan profit ekspor CPO dengan produksi CPO secara keseluruhan? Jika ada bagaimana hubungannya?



SEMS BIODIESEL INVESTMENT GAME AFTERPLAY QUESTIONNAIRE



12. Berdasarkan pertanyaan nomor 6-11 , apakah anda melihat keterkaitan yang membentuk suatu putaran balik dari variabel:

- Profit Produksi Biodiesel
- Profit Ekspor CPO
- HPP CPO
- HPP Biodiesel
- Produksi Biodiesel
- Produksi CPO
- Alokasi CPO untuk ekspor
- Alokasi CPO untuk Biodiesel
- Permintaan Biodiesel
- Jumlah Lahan Perkebunan

13. Menurut Anda, faktor apa yang paling mempengaruhi produksi industri biodiesel sehingga jumlah produsen biodiesel berkurang drastis?