

**PERANCANGAN RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN UNTUK
SEKTOR TRANSPORTASI DI PROPINSI DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Oleh:

RIZKY MUHAMMAD KAHFIE

0404060543



**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
SEMESTER GENAP 2007/2008**

**PERANCANGAN RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN UNTUK
SEKTOR TRANSPORTASI DI PROPINSI DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Oleh:

RIZKY MUHAMMAD KAHFIE

0404060543



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
SEMESTER GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PERANCANGAN RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN UNTUK SEKTOR TRANSPORTASI DI PROPINSI DKI JAKARTA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 19 Juli 2008

(Rizky Muhammad Kahfie)
NPM 0404060543

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

PERANCANGAN RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN UNTUK SEKTOR TRANSPORTASI DI PROPINSI DKI JAKARTA

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia dan disetujui dalam sidang ujian skripsi. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 7 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Depok, 19 Juli 2008

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, MT

NIP 132 056 816

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr.rer.nat.Ir. Yuswan Muharam,MT

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan, serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



Rizky Muhammad Kahfie
NPM: 0404060543
Departemen Teknik Kimia

Dosen Pembimbing
Dr.rer.nat Ir. Yuswan Muharam MT

PERANCANGAN RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN UNTUK SEKTOR TRANSPORTASI DI PROPINSI DKI JAKARTA

ABSTRAK

Pemanfaatan bahan bakar nabati dewasa ini menjadi salah satu solusi dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak yang semakin tinggi. Sebagai contoh, kebutuhan gasolin untuk sektor transportasi dapat digantikan oleh bioetanol. Bioetanol dapat dijadikan campuran di dalam gasolin yang juga disebut biogasolin. Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar tersebut tidak diiringi dengan kesiapan infrastruktur dan sistem rantai suplai. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan luaran mengenai infrastruktur rantai suplai yang perlu disiapkan dan mengetahui biaya rantai suplai biogasolin.

Dalam penelitian ini dirancang sistem rantai suplai biogasolin sebagai bahan bakar untuk sektor transportasi di daerah DKI Jakarta. Rantai suplai ini melibatkan seluruh entitas yang terkait dalam penyelenggaraan bahan bakar biogasolin yaitu: petani perkebunan singkong, pabrik bioetanol, kilang, depo (unit *blending*), dan SPBU. Terdapat empat skenario yang digunakan pada penelitian ini. Pada Skenario 1 biogasolin akan mensubstitusi 10% konsumsi gasolin di Jakarta pada 22 SPBU dari total 221 SPBU di Jakarta. Komposisi bioetanol pada skenario ini adalah 5% volume. Pada Skenario 2 biogasolin akan mensubstitusi 10% konsumsi gasolin di Jakarta dengan komposisi bioetanol sebesar 5% volume. Skenario 3 adalah skenario bahan bakar alternatif dimana biogasolin menjadi bahan bakar alternatif pendamping gasolin. Kandungan bioetanol pada Skenario 3 adalah 5% volume. Skenario 4 juga merupakan skenario bahan bakar alternatif dengan komposisi bioetanol sebesar 20% volume.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan didapatkan biaya rantai suplai terendah pada Skenario 2 dengan rata-rata sebesar Rp 10.559 per liter. Pada akhir tahun 2025 diperkirakan biaya rantai suplai Skenario 2 mencapai Rp 13.032 per liter. Secara umum biaya rantai suplai Skenario 3 dan 4 lebih tinggi dibandingkan Skenario 1 dan 2 dengan selisih rata-rata Rp 1.386 per liter pada tahun 2008. Di awal tahun 2008 dibutuhkan satu buah unit *blending* untuk melakukan pencampuran bioetanol dan gasolin. Pada tahun yang sama juga dibutuhkan tangki timbun dan dispenser untuk menjalankan skenario 3 dan 4. Berdasarkan hasil perhitungan tidak perlu ada penambahan infrastruktur seperti: SPBU, unit *blending*, pabrik bioetanol dan kilang. Berdasarkan hasil analisa sensitivitas, variabel yang paling berpengaruh terhadap biaya rantai suplai adalah biaya gasolin.

Kata kunci: Biogasolin, Rantai Suplai, Simulasi

Rizky Muhammad Kahfie
NPM: 0404060543
Chemical Engineering Department

Mentor
Dr.rer.nat Ir. Yuswan Muharam MT

BIOGASOLINE SUPPLY CHAIN DESIGN FOR TRANSPORTATION SECTOR IN DKI JAKARTA

ABSTRACT

The utilization of biofuel becomes one of major solution to meet energy demand for transportation. As an example, gasoline needs for transportation can be substituted to bioethanol. The utilization usually mixed with gasoline that usually called biogasoline. The development of this fuel is not supported by infrastructure development and supply chain system. This research is implemented to provide some output for supply chain infrastructure preparation and also cost of supply.

In this research, the case study is designed to meet transportation fuel demand in DKI Jakarta. This supply chain involves all of the entity that related to the provision biogasoline which are: cassava farming, bioethanol plant, oil refinery, blending unit and gas station. There are four scenarios that used in this research. In Scenario 1, biogasoline will substitute 10% of non subsidized gasoline consumption on 22 SPBU from total 221 SPBU in Jakarta. The composition of bioethanol in this scenario is 10% volume. In Scenario 2 biogasoline will substitute 10% of non subsidized gasoline consumption in Jakarta with 20% volume. Scenario 3 is alternative fuel scenario, biogasoline is planned to enter market besides gasoline fuel. The bioethanol composition for this scenario is 5% volume. Scenario 4 is also alternative fuel scenario with 20% volume of bioethanol.

Based on simulation result, the lowest cost of supply for biogasoline is get from Scenario 2 average Rp 10.559 per liter. In the late 2025 the cost of supply of Scenario 2 is estimated about Rp 13.032 per liter. Generally Scenario 3 and 4 average cost of supply is Rp 1.386 higher than Scenario 1 and 2 in 2008. In early 2008, there is a need for a blending unit construction to blend bioethanol and gasoline. In the same time it also need underground storage and dispenser to implement Scenario 3 and 4. Based on the calculation, there is no need for new infrastructure as gas station, blending unit, bioethanol plant, and oil refinery until 2025. Based on sensitivity analysis the most influential variable for cost of supply is the cost for gasoline.

Keywords: Biogasoline, Cost of supply, Simulation

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 GAMBARAN UMUM BIOETANOL.....	5
2.1.1 Spesifikasi Bioetanol.....	6
2.1.2 Kebijakan Penggunaan Biogasolin di Indonesia.....	6
2.1.3 Teknologi Pembuatan Bioetanol.....	9
2.2 PROYEKSI KEBUTUHAN BAHAN BAKAR MINYAK.....	11
2.3 MANAJEMEN RANTAI SUPLAI.....	12
2.3.1 Kerangka Kerja Rantai Suplai.....	14
2.3.2 Logistik.....	15
2.3.3 Sistem Logistik Bahan Bakar Minyak.....	16
2.4 TEORI EKONOMI.....	19
2.4.1 Konsep Ekuivalen dan Arus Kas.....	19
2.4.2 Estimasi Total Biaya dengan Metode Lang.....	20
2.4.3 <i>Chemical Engineering Cost Index</i>	21

2.5 PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 STUDI LITERATUR.....	24
3.2 PENENTUAN PROSES RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN	24
3.3 PENGUMPULAN DATA	25
3.4 PENENTUAN SKENARIO SIMULASI	26
3.5 PEMBUATAN FORMULASI MATEMATIS.....	27
3.5.1 Formula Matematis Skenario 1	28
3.5.2 Formula Matematis Skenario 2	30
3.5.3 Formula Matematis Skenario 3.....	33
3.5.4 Formula Matematis Skenario 4.....	36
3.5.5 Batasan (<i>Constraint</i>)	39
3.6 SIMULASI MODEL	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 PROYEKSI KEBUTUHAN BIOGASOLIN DKI JAKARTA	42
4.2 PROYEKSI HARGA MINYAK DUNIA	52
4.3 ANALISIS INVESTASI UNIT BLENDING.....	53
4.4 ANALISIS INVESTASI DISPENSER DAN TANGKI PENDAM	56
4.5 ANALISIS KONDISI INFRASTRUKTUR.....	59
4.5.1 Pabrik Bioetanol.....	60
4.5.2 Kilang.....	61
4.5.3 Unit Blending.....	62
4.5.4 SPBU.....	63
4.6 ANALISIS TOTAL BIAYA RANTAI SUPLAI	64
4.7 ANALISIS SENSITIVITAS MODEL	68
4.7.1 Pengaruh Harga Gasolin	69
4.7.2 Pengaruh Biaya Bahan Baku Bioetanol.....	69
4.7.3 Pengaruh Biaya Penambahan Infrastruktur Baru.....	70
4.7.4 Pengaruh Komposisi Bioetanol dalam Biogasolin	70
4.8 ANALISIS EKONOMI BIOGASOLIN	71

BAB V KESIMPULAN.....	74
PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Target <i>Energy Mix</i> Indonesia 2025 [9]	7
Gambar 2. 2 Peningkatan Harga Gasolin [2,5]	7
Gambar 2. 3 <i>Road Map</i> Pemanfaatan Bioetanol [10]	8
Gambar 2. 4 Proses Pembuatan Bioetanol dari Tetes Tebu [8]	9
Gambar 2. 5 Proses Pembuatan Bioetanol dari Singkong dan Ubi [8]	10
Gambar 2. 6 Proses Pembuatan Bioetanol dari Bagas dan Jerami [8]	10
Gambar 2. 7 Aliran Barang dari Supplier ke Konsumen [14]	13
Gambar 2. 8 Diagram Logistik BBM	17
Gambar 2. 9 Jaringan Distribusi Bioetanol Brazil untuk Keperluan Ekspor	18
Gambar 2. 10 Diagram Arus Kas	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3. 2 Skema Proses Rantai Suplai Bioetanol untuk Daerah Jakarta	25
Gambar 3. 3 Algoritma Pemodelan Simulasi Rantai Suplai Bioetanol	41
Gambar 4. 1 Proyeksi Pertumbuhan PDRB DKI Jakarta	44
Gambar 4. 2 Proyeksi Permintaan Biogasolin Skenario 1	47
Gambar 4. 3 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 2	48
Gambar 4. 4 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 3	50
Gambar 4. 5 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 4	51
Gambar 4. 6 Proyeksi Harga Minyak Dunia [20]	52
Gambar 4. 7 Kapasitas Pabrik Bioetanol dan Permintaan Bioetanol DKI Jakarta	61
Gambar 4. 8 Kapasitas Produksi Gasolin (Oktan 92) Kilang Balongan [2]	62
Gambar 4. 9 Kapasitas Unit Blending & Permintaan Biogasolin DKI Jakarta	62
Gambar 4. 10 Kapasitas SPBU dan Permintaan Biogasolin DKI Jakarta	63
Gambar 4. 11 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 1-4	64
Gambar 4. 12 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 1 (E5)	65
Gambar 4. 13 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 2 (E20)	66

Gambar 4. 14 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 3 (E5)	67
Gambar 4. 15 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 4 (E20)	68
Gambar 4. 16 Sensitivitas Biaya Variabel 1, 2 dan 3	69
Gambar 4. 17 Sensitivitas Biaya Variabel 4	71



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konversi Beberapa Jenis Tumbuhan ke Bioetanol [7]	5
Tabel 2. 2 Karakteristik Kimia dan Fisika Bioetanol [9].....	6
Tabel 2. 3 Rincian Lang Factor.....	20
Tabel 2. 4 <i>Chemical Engineering Index</i> [16].....	21
Tabel 3. 1 Data-data Masukan Simulasi	40
Tabel 4. 1 Perkiraan Konsumsi Biogasolin di Jakarta (2006-2007) [1,18]	42
Tabel 4. 2 Konsumsi Gasolin di Jakarta (2000-2007) [1].....	42
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Elastisitas Gasolin di DKI Jakarta	43
Tabel 4. 4 Proyeksi Pertumbuhan PDRB DKI Jakarta	45
Tabel 4. 5 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 1	46
Tabel 4. 6 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 2	48
Tabel 4. 7 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 3	49
Tabel 4. 8 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 4	51
Tabel 4. 9 Rincian Investasi Unit <i>Blending</i>	54
Tabel 4. 10 Biaya Blending untuk Setiap Skenario (Rp per Liter).....	55
Tabel 4. 11 Harga Tangki Pendam dan Dispenser [18].....	56
Tabel 4. 12 Rincian Investasi Tangki Timbun dan Dispenser.....	57
Tabel 4. 13 Biaya per Liter Tangki Timbun dan Dispenser	59
Tabel 4. 14 Pasokan Bioetanol untuk kebutuhan di Indonesia [10,11,12]	60
Tabel 4. 15 Perbandingan Harga Biogasolin dan Gasolin (Rp per liter)	72

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data Acuan Proyeksi Kebutuhan Biogasolin	
1.1 Perkiraan konsumsi Biogasolin di Jakarta (2006-2007)	81
1.2 Konsumsi Gasolin (Oktan 92) di Jakarta (2000-2007)	81
1.3 Data Produk Regional Domestik Bruto (PDRB) DKI Jakarta	81
Lampiran 2 Lokasi dan Jarak Distribusi	
2.1 Lokasi dan jarak SPBU dengan depo Plumpang di DKI Jakarta	82
2.2 Lokasi, kapasitas, dan jarak pabrik bioetanol dengan depo Plumpang	86
Lampiran 3 Biaya <i>Blending</i> dan Penambahan Unit Baru	
3.1 Biaya <i>Blending</i> untuk Setiap Skenario (Rp per Liter)	87
3.2 Biaya Penambahan Tangki Timbun dan Dispenser	87
Lampiran 4 Data Harga Minyak Dunia dan <i>Chemical Engineering Index</i>	
4.1 Data Harga Minyak Dunia	88
4.2 <i>Chemical Engineering Cost Index</i>	88

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
Z_1	Biaya rantai suplai Skenario 1	Rp
Z_2	Biaya rantai suplai Skenario 2	Rp
Z_3	Biaya rantai suplai Skenario 3	Rp
Z_4	Biaya rantai suplai Skenario 4	Rp
$Z_{1/L}$	Biaya rantai suplai per liter Skenario 1	Rp/L
$Z_{2/L}$	Biaya rantai suplai per liter Skenario 2	Rp/L
$Z_{3/L}$	Biaya rantai suplai per liter Skenario 3	Rp/L
$Z_{4/L}$	Biaya rantai suplai per liter Skenario 4	Rp/L
a	tahun 2008-2025	Tahun
$\sum_a Z_1$	Akumulasi biaya rantai suplai biogasolin Skenario 1 dari tahun 2008 – 2025	Rp
$\sum_a Z_2$	Akumulasi biaya rantai suplai biogasolin Skenario 2 dari tahun 2008 – 2025	Rp
$\sum_a Z_3$	Akumulasi biaya rantai suplai biogasolin Skenario 3 dari tahun 2008 – 2025	Rp
$\sum_a Z_4$	Akumulasi biaya rantai suplai biogasolin Skenario 4 dari tahun 2008 – 2025	Rp
D_{bio_1}	Permintaan biogasolin untuk Skenario 1	L
D_{bio_2}	Permintaan biogasolin untuk Skenario 2	L
D_{bio_3}	Permintaan biogasolin untuk Skenario 3	L
D_{bio_4}	Permintaan biogasolin untuk Skenario 4	L
D_{eta_1}	Permintaan bioetanol untuk Skenario 1	L
D_{eta_2}	Permintaan bioetanol untuk Skenario 2	L
D_{eta_3}	Permintaan bioetanol untuk Skenario 3	L
D_{eta_4}	Permintaan bioetanol untuk Skenario 4	L
D_{oil_1}	Permintaan gasolin untuk Skenario 1	Rp
D_{oil_2}	Permintaan gasolin untuk Skenario 2	Rp

D_{oil_3}	Permintaan gasolin untuk Skenario 3	Rp
D_{oil_4}	Permintaan gasolin untuk Skenario 4	Rp
C_{eta}	Biaya bahan bioetanol	Rp
C_{oil}	Biaya bahan gasolin	Rp
C_{blen}	Biaya <i>blending</i> biogasolin	Rp
$C_{blen/L}$	Biaya <i>blending</i> biogasolin per liter	Rp
C_{tra}	Biaya distribusi ke SPBU	Rp
C_{inf}	Biaya penambahan infrastruktur baru	Rp
$C_{inf/L}$	Biaya penambahan infrastruktur baru per liter	Rp/L
C_{mat}	Biaya bahan baku singkong	Rp
C_{pro}	Biaya pengolahan bioetanol	Rp
C_{ref}	Biaya bahan baku ex kilang	Rp
C_{tra}	Biaya distribusi biogasolin ke SPBU	Rp
C_{inf}	Biaya penambahan infrastruktur baru	Rp
C_{stor}	Biaya penambahan tangki timbun dan dispenser	Rp
$C_{stor/L}$	Biaya penambahan tangki timbun dan dispenser per liter	Rp/L
f	Faktor konversi	Kg/L
P_{mat}	Harga singkong	Rp/kg
C_{tra_keb}	Biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan	Rp
C_{tra_plant}	Biaya transportasi dari pabrik pengolahan ke depo	Rp
C_{tra_ref}	Biaya transpor dari kilang ke depo	Rp
J_{keb}	Jarak dari kebun ke pabrik	Km
J_{plant}	Jarak dari pabrik ke depo	Km
J_{ref}	Jarak dari kilang ke depo	Km
\bar{J}_{SPBU}	Rata-rata jarak dari SPBU ke depo	Km
T_{keb}	Biaya transpor dari kebun ke pabrik	Rp/liter/kg
T_{plant}	Biaya transpor dari pabrik ke depo	Rp/liter/km
T_{ref}	Biaya transpor dari kilang ke depo	Rp/liter/km
T_{SPBU}	Biaya transpor dari depo ke SPBU	Rp/liter/km
K_{eta}	Kapasitas tahunan terpasang pabrik bioetanol	L
K_{blend}	Kapasitas tahunan terpasang unit <i>blending</i>	L





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sumber energi Indonesia akan mengalami perubahan pada beberapa tahun mendatang. Saat ini Indonesia masih bergantung pada bahan bakar gasolin dalam memenuhi kebutuhan energi untuk transportasi. Konsumsi bahan bakar gasolin pada tahun 2007 mencapai 17 juta kL atau 61% dari total konsumsi bahan bakar untuk transportasi [1]. Produksi gasolin tersebut didapat dari minyak bumi hasil domestik dan impor. Pada tahun 2005 tercatat hanya 176 barel atau 70% minyak bumi domestik dari total minyak bumi yang diolah di kilang PERTAMINA [2].

Keadaan ini disebabkan kondisi cadangan minyak Indonesia yang tidak cukup lagi untuk kebutuhan domestik. Walaupun dua tahun belakangan pemerintah berusaha meningkatkan produksi minyak [3] namun jumlah tersebut tetap tidak mencukupi. Selain itu, kesadaran akan pentingnya bahan bakar yang ramah lingkungan semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah polutan di dunia. Bahan bakar gasolin kualitas sedang menghasilkan beberapa jenis polutan. Polusi yang dihasilkan berupa CO, NO_x, timbal dan sulfur. Jenis polutan tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas kesehatan manusia dalam waktu lama. Keberadaan CO₂ sebagai gas rumah kaca juga ikut memberi andil pada pemanasan dunia.

Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan gasolin. Salah satu bahan bakar yang dapat digunakan adalah bioetanol. Bioetanol memiliki keunggulan dari sisi ketersediaan bahan baku, kualitas dan harga. Produksi pertanian Indonesia dapat diandalkan untuk mensuplai bahan baku bioetanol, mengingat banyaknya lahan kosong.

Brazil adalah negara yang sukses menggunakan bioetanol sebagai bahan bakar. Pada tahun 2005 produksi bioetanol Brazil mencapai 46,5 triliun liter untuk konsumsi dalam negeri dan ekspor [4]. Pemerintah Brazil menerapkan kebijakan dua jenis bahan



bakar yaitu E 25 dan E 100. Bioetanol tersebut dijual dengan harga yang lebih murah dari gasolin sehingga lebih banyak dipilih konsumen. Sistem dan infrastruktur logistik yang dimiliki oleh Petrobras, perusahaan minyak Brazil, dapat mengakomodasi kebutuhan bioetanol di pasar domestik dan internasional [4].

Proses produksi bioetanol berbeda dengan pengolahan minyak bumi. Produksi bioetanol dapat dilakukan oleh setiap orang tanpa ada izin khusus seperti perusahaan eksplorasi minyak bumi. Produsen bioetanol juga dapat melakukan ekspor atau impor tanpa seizin regulator. Karena itu, keberadaan produsen bioetanol saat ini masih tersebar di beberapa daerah yang dekat dengan sumber bahan baku sehingga produknya belum terdistribusi secara merata.

Kebijakan penggunaan biogasolin di Indonesia dimulai pada Desember 2006. PERTAMINA, selaku perusahaan yang menyediakan bahan bakar gasolin mulai memasarkan *Biopertamax* di Jakarta. Sampai saat ini ada empat SPBU di Jakarta yang menjual *Biopertamax*. *Biopertamax* merupakan campuran antara 5 % bioetanol dengan 95% *Pertamax* [5].

Dalam memasarkan bahan bakar biogasolin tersebut diperlukan perencanaan sistem distribusi skala masif yang berbeda dengan sistem distribusi biasa. Disamping itu kebutuhan gasolin memiliki karakter yang berbeda, kebutuhan akan bahan bakar gasolin harus dipenuhi pada saat itu juga. Keterlambatan pemenuhan kebutuhan gasolin akan menyebabkan masalah besar. Masalah lain yang juga dihadapi pasar yang masih disubsidi pemerintah dan belum jelas arah ke depan.

Penelitian mengenai sistem distribusi bahan bakar nabati telah dilakukan sebelumnya oleh Renita Anggraini, 2007 [6]. Bahan bakar yang didistribusikan adalah biodiesel yang merupakan campuran antara solar dengan biodiesel. Sistem distribusi tersebut dirancang untuk memenuhi kebutuhan SPBU di Jakarta. Penelitian lain adalah mengenai manajemen logistik bioetanol untuk pasar internasional di Brazil oleh Gomes, 2003 [4].

Mengingat pentingnya ketersediaan biogasolin di Jakarta maka sangatlah tepat merancang sebuah sistem rantai suplai agar penggunaan bahan bakar alternatif biogasolin berjalan optimal.



1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang sistem rantai suplai biogasolin yang terintegrasi dengan biaya yang efisien.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah terbentuknya rantai distribusi bahan bakar biogasolin dengan bantuan piranti lunak. Dari pencapaian tersebut luaran lain yang diharapkan adalah

1. Diketuainya infrastruktur yang perlu dipersiapkan untuk penggunaan biogasolin sampai tahun 2025;
2. Diketuainya biaya rantai suplai biogasolin dari produsen ke konsumen;
3. Sebagai bahan rekomendasi pengambil kebijakan di bidang energi

1.4 BATASAN MASALAH

1. Data-data yang berkenaan dengan bioetanol diambil dari pabrik bioetanol yang telah berdiri dan memproduksi di Indonesia;
2. Model yang digunakan adalah model matematis yang disimulasikan menggunakan perangkat lunak *visual basic*;
3. Beberapa rumus dan data yang digunakan menggunakan kaidah “*Rule of Thumbs*“;
4. Kondisi selama 17 tahun ke depan diasumsikan sesuai dengan kebijakan pemerintah pada *Road Map Energy 2025* dimana bioetanol dijadikan sebagai campuran gasolin;
5. Perhitungan spesifikasi entitas yang berkaitan dengan rantai suplai dilakukan secara umum dan tidak mendetail;
6. Rantai suplai untuk gasolin dimulai saat gasolin keluar kilang;
7. Biogasolin yang dibahas pada penelitian ini adalah campuran bioetanol dan gasolin kualitas tinggi (Oktan 92) dengan komposisi tertentu;
8. Biogasolin digunakan untuk keperluan transportasi dan didistribusikan ke semua SPBU di Jakarta;
9. Proyeksi kebutuhan biogasolin dilakukan dengan metode ekonometrik;
10. Pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto DKI Jakarta diasumsikan seiring dengan Produk Domestik Bruto Nasional;



11. Harga gasolin diasumsikan 149 US\$ per barrel dan tidak ada kenaikan drastis seperti yang terjadi pada awal 2008.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi dasar teori yang digunakan untuk menjelaskan biogasolin secara umum, kondisi biogasolin di Indonesia, penjelasan mengenai manajemen rantai suplai dan logistik, metode proyeksi kebutuhan bahan bakar, teori ekonomi, kerangka kerja sistem rantai suplai dan penjelasan mengenai perangkat lunak visual basic.

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi skema tahapan penelitian, skema tahapan rantai suplai, data –data yang digunakan, serta formulasi model matematis.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan analisis proyeksi kebutuhan biogasolin di Jakarta, analisa investasi unit blending, dan tangki timbun. Juga mengenai kondisi infrastruktur, total biaya suplai dan harga biogasolin per liter serta analisis sensitivitas model.

BAB V : KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari seluruh isi makalah skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam merancang suatu rantai suplai ada beberapa hal yang perlu diperhatikan mengenai gambaran umum bioetanol pengantar tentang rantai suplai.

2.1 GAMBARAN UMUM BIOETANOL

Bioetanol adalah bahan bakar yang terbuat dari tumbuhan. Ada beberapa jenis tanaman yang dapat dibuat menjadi etanol, yaitu tanaman bergula dan tanaman berselulosa. Konversi beberapa jenis tumbuhan menjadi bioetanol dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Konversi Beberapa Jenis Tumbuhan ke Bioetanol [7]

Tanaman	Produk (liter/ton bahan baku)
Singkong	180
Tetes	270
Tebu	90
Jagung	400
Sagu	608

Bioetanol bersih dari pengotor seperti timbal dan sulfur karena terbuat dari bahan nabati. Pencampuran bioetanol pada bahan bakar minyak menyebabkan bertambahnya suplai oksigen ekstra yang akan menurunkan kadar CO. Akibatnya, jumlah CO semakin sedikit sehingga lebih ramah lingkungan. CO₂ hasil pembakaran bahan bakar nabati pun tidak dianggap sebagai polusi karena akan direspirasi kembali oleh tumbuhan.

Penambahan etanol pada bensin sampai komposisi maksimal 20% dapat meningkatkan performa mesin tanpa perlu modifikasi apapun. Pada komposisi tersebut etanol juga berperan sebagai pengganti aditif MTBE (Metil Tersier Butil Eter). Komposisi yang lebih besar dari 20% dapat merusak karet pada mesin mobil [9]. Etanol



100% dapat digunakan pada mobil jenis *flexible fuel vehicle*. Bahan bakar etanol 100%, memiliki kelemahan yaitu kesulitan mengalami ignisi pada suhu dingin, sehingga perlu ditambahkan gasolin pada saat pemanasan awal.

2.1.1 Spesifikasi Bioetanol

Adapun karakteristik dari bioetanol dapat dilihat pada Tabel 2.2.

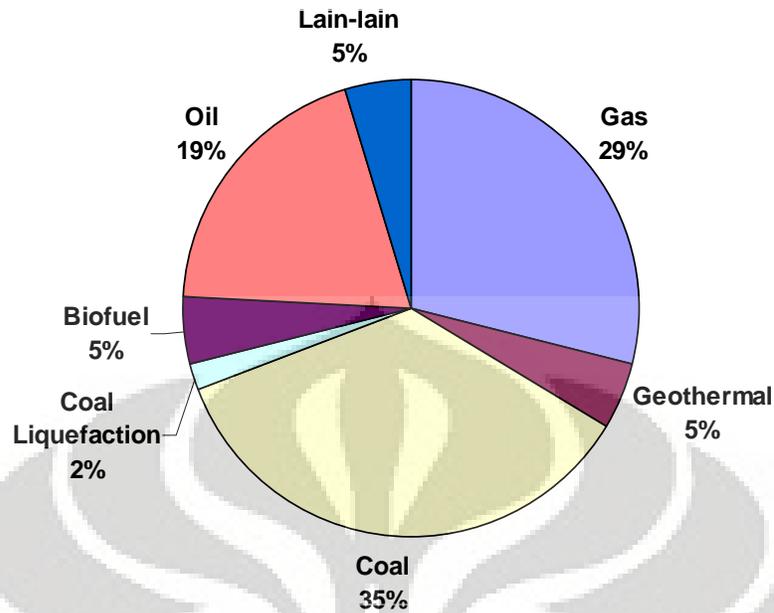
Tabel 2. 2 Karakteristik Kimia dan Fisika Bioetanol [9]

Massa molekular	46 gr/mol
Massa jenis	0,789 gr/cm ³
Titik beku	-114,3 C
Titik didih	78,4 C
Titik nyala	13 C
Kandungan Sulfur	0-0,024
Nilai Kalor	1366 kJ/gmol
Angka Oktan	102-104

Dapat dilihat dari Tabel 2.2, angka oktan bioetanol lebih besar dari gasolin (RON = 92 - 95). Semakin besar angka oktan menunjukkan bahan bakar tersebut sulit terbakar. Akibatnya bioetanol akan terbakar pada posisi piston maksimal sehingga pembakaran lebih optimal.

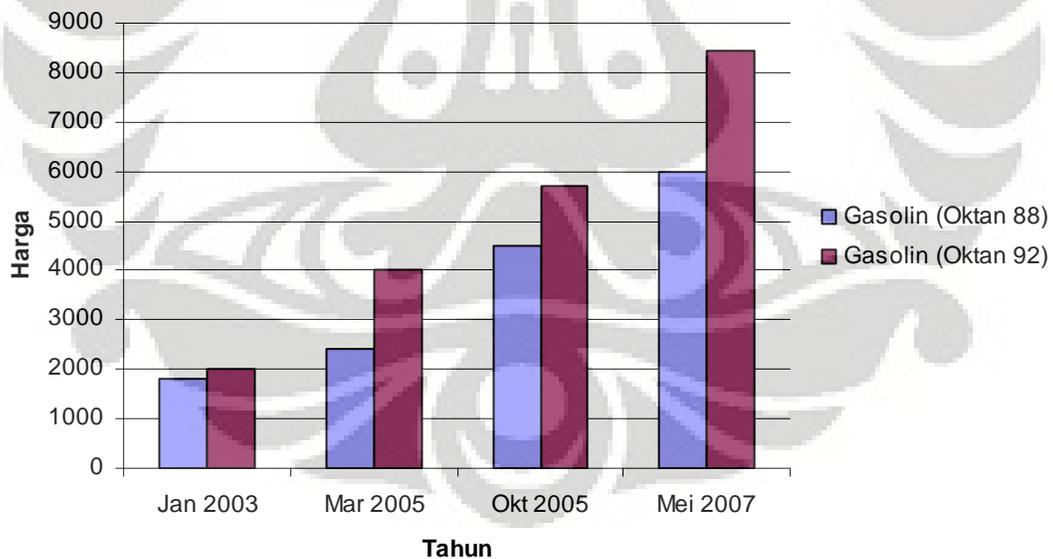
2.1.2 Kebijakan Penggunaan Biogasolin di Indonesia

Pemerintah melalui Instruksi Presiden No 1 tahun 2006 berusaha meningkatkan penggunaan bahan bakar nabati dalam berbagai sektor. Hal ini juga diperkuat dengan Peraturan Presiden No 5 tahun 2006 dan pendirian Timnas Pengembangan Bahan Bakar Nabati untuk mengembangkan energi alternatif. Pemerintah menargetkan secara total bahan bakar nabati dapat mensubstitusi bahan bakar fosil sebanyak 5 % dari konsumsi nasional. Proporsi target penggunaan energi pada tahun 2025 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Target *Energy Mix* Indonesia 2025 [9]

Penggunaan bahan bakar nabati mulai marak digunakan sejak akhir tahun 2005. Pada saat itu harga bahan bakar minyak mengalami peningkatan yang cukup signifikan seperti Gambar 2.2.

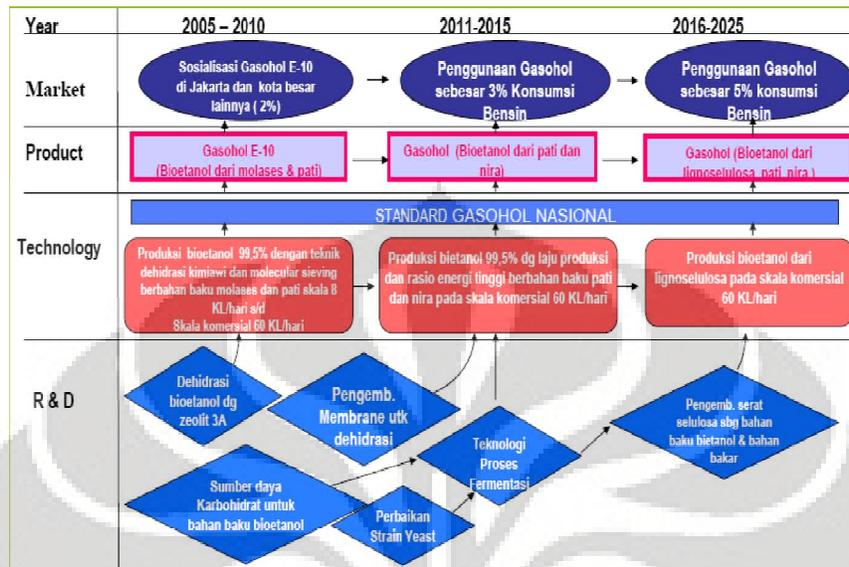


Gambar 2. 2 Peningkatan Harga Gasolin [2,5]

Kondisi tersebut memberikan peluang bagi bahan bakar nabati yang selama ini tertutup karena harganya yang tidak kompetitif. Beberapa tahun ke depan permintaan



bahan bakar nabati sebagai alternatif akan mengalami peningkatan karena harga bahan bakar nabati lebih murah dari bahan bakar minyak.



Gambar 2. 3 Road Map Pemanfaatan Bioetanol [10]

Sesuai Gambar 2.3, pada tahap awal biogasolin disosialisasikan kepada masyarakat sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dengan kualitas angka oktan lebih baik. Produksi masih dilakukan pada *pilot plant* di beberapa laboratorium dan pabrik skala kecil. Karena kapasitas produksi yang tidak besar, harga bioetanol masih belum ekonomis.

Pada tahun 2011-2025 konsumsi bioetanol ditargetkan 3% dari konsumsi nasional. Kemampuan peningkatan produksi ini menyebabkan harga pengolahan bioetanol yang lebih ekonomis teknologi yang digunakan telah berkembang sehingga konversi bahan baku menjadi lebih besar. Bahan baku lain seperti nira, yang sebelumnya belum bisa diolah, mulai digunakan karena peningkatan teknologi. Pada kurun waktu 2016-2025, bioetanol ditargetkan dapat mensubstitusi 5 % dari konsumsi minyak nasional.

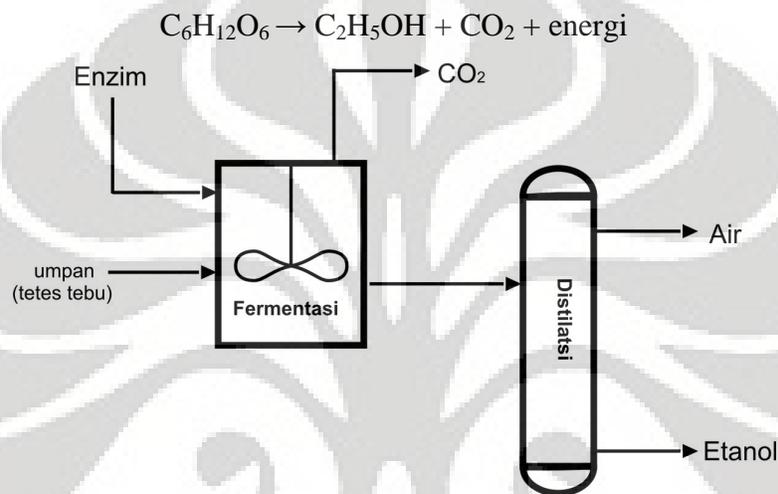


2.1.3 Teknologi Pembuatan Bioetanol

Ada beberapa tahapan dalam peningkatan teknologi pengolahan bioetanol.

- Tahap awal

Pembuatan bioetanol didapat dari tanaman yang mengandung glukosa seperti tetes tebu. Glukosa pada bahan baku tersebut difermentasi menjadi etanol seperti pada Gambar 2.4. Etanol yang terbentuk dipisahkan dari air melalui distilasi. Reaksi fermentasi yang terjadi adalah sebagai berikut

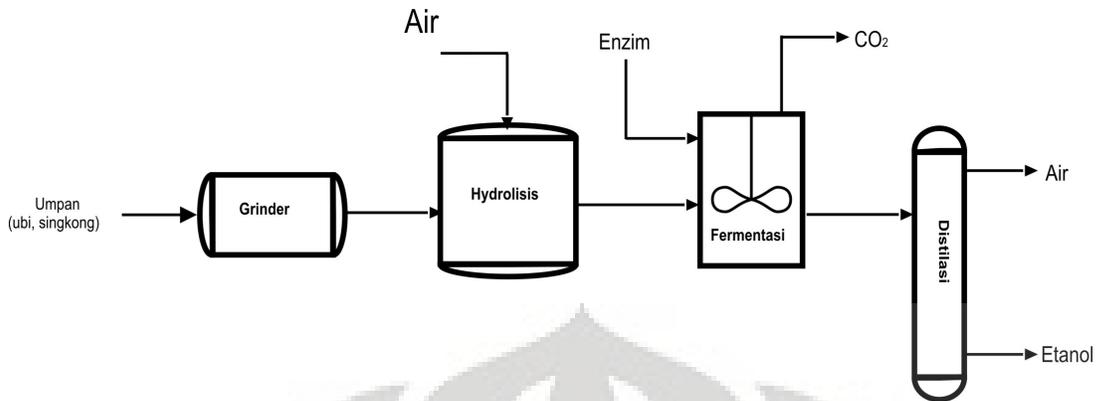


Gambar 2. 4 Proses Pembuatan Bioetanol dari Tetes Tebu [8]

- Tahap lanjutan

Pembuatan bioetanol didapat dari tanaman yang mengandung polisakarida seperti pati, singkong dan ubi. Polisakarida yang terdiri dari molekul glukosa dihidrolisis menjadi glukosa kemudian difermentasi menjadi bioetanol seperti pada Gambar 2.5. Pada tahap ini teknologi pengolahan bahan baku yang langsung mengandung glukosa juga semakin baik sehingga konversi yang dicapai makin besar.

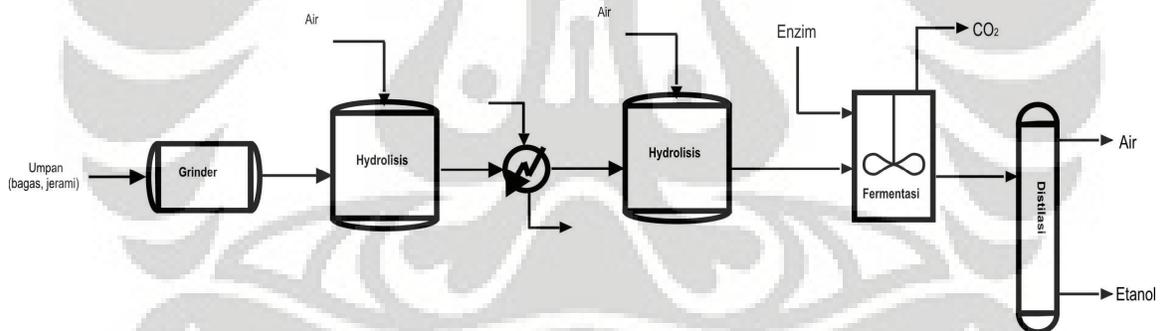




Gambar 2. 5 Proses Pembuatan Bioetanol dari Singkong dan Ubi [8]

- Tahap akhir

Pembuatan bioetanol dari bahan lignoselulosa seperti kayu, jerami dan bagas. Bahan ini memiliki lignin yang melindungi selulosa di bagian dalam sel. Selama ikatan antara lignin dengan selulosa tidak diputus, selulosa tidak dapat dihidrolisis. Untuk itu teknologi hidrolisis yang digunakan lebih kompleks dibandingkan tahap sebelumnya seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Proses Pembuatan Bioetanol dari Bagas dan Jerami [8]

Dari sisi produsen, bioetanol merupakan jenis bisnis baru, sehingga hanya ada beberapa pabrik yang berada dekat dengan sumber bahan baku bioetanol tersebut.

Molindo Raya Industrial memproduksi bioetanol dari tetes tebu hasil pengolahan pabrik gula di Malang. Kapasitas produksinya mencapai 40.000 kL. Produksi bioetanol tersebut digunakan sebagai campuran bioetanol pada *Biopertamax*. Di daerah Jawa Timur yang lain, Pasuruan, PTPN X berencana membangun pabrik bioetanol yang bersebelahan



dengan pabrik pengolahan tebu. Kapasitas produksi direncanakan mencapai 40.000 kL pada akhir tahun 2008 [11].

Medco Energi juga telah mengembangkan pabrik bioetanol sejak tahun 2005 untuk keperluan bahan bakar. Bahan bakunya berasal dari perkebunan singkong dan tetes tebu di daerah Lampung. Total produksi mencapai 180.000 kL dan akan meningkat sampai 20 tahun ke depan [12].

Jawa Barat juga akan memiliki pabrik bioetanol. Dua perusahaan besar, Rajawali Nasional Indonesia dan Mitra Sae Internasional akan membangun pabrik bioetanol dengan kapasitas 40.000 dan 200.000 kL pada tahun 2008. Bahan baku yang digunakan adalah singkong, Jawa Barat dipilih sebagai lokasi karena memiliki potensi lahan pertanian yang cukup besar [13].

2.2 PROYEKSI KEBUTUHAN BAHAN BAKAR MINYAK

Bahan bakar minyak adalah jenis sumber energi yang paling vital di dunia. Secara umum, ada dua metode yang dapat digunakan untuk melakukan perkiraan permintaan bahan bakar minyak di suatu daerah. Dua metode tersebut adalah metode ekonometrik dan metode *end use* [1] seperti yang akan dijelaskan di bawah ini

- Metode ekonometrik: Metode ekonometrik dikembangkan berdasarkan studi mengenai perilaku data statistik. Metode ini didasarkan pada faktor ekonomi makro yaitu Produk Domestik Bruto (PDB) dan harga sumber energi (*Price*). Persamaan yang digunakan pada metode ini adalah

$$\eta = \frac{\frac{(\Delta D / D)}{(\Delta PDB / PDB)}}{(\Delta Price / Price)} \quad (2.1)$$

Untuk negara-negara berkembang, kebutuhan akan energi cenderung naik dari tahun ke tahun sehingga faktor $\frac{(\Delta D / D)}{(\Delta Price / Price)}$ dapat diabaikan, selain itu

ketiadaan energi alternatif selain bahan bakar minyak menyebabkan faktor perubahan harga tidak mempengaruhi jumlah permintaan bahan bakar tersebut. Berdasarkan penjelasan tersebut Persamaan 2.1 dapat disederhanakan menjadi



Persamaan 2. 2 yaitu

$$\eta = \frac{(\Delta D / D)}{(\Delta PDB / PDB)} \quad (2. 2)$$

Elastisitas (η) pada Persamaan 2.2 menunjukkan besaran yang menunjukkan perubahan konsumsi energi terhadap perubahan Produk Domestik Bruto (PDB). Biasanya pertumbuhan PDB suatu negara akan diiringi kenaikan kebutuhan sumber energi sehingga elastisitas energi akan bernilai positif. Metode inilah yang akan digunakan pada penelitian ini.

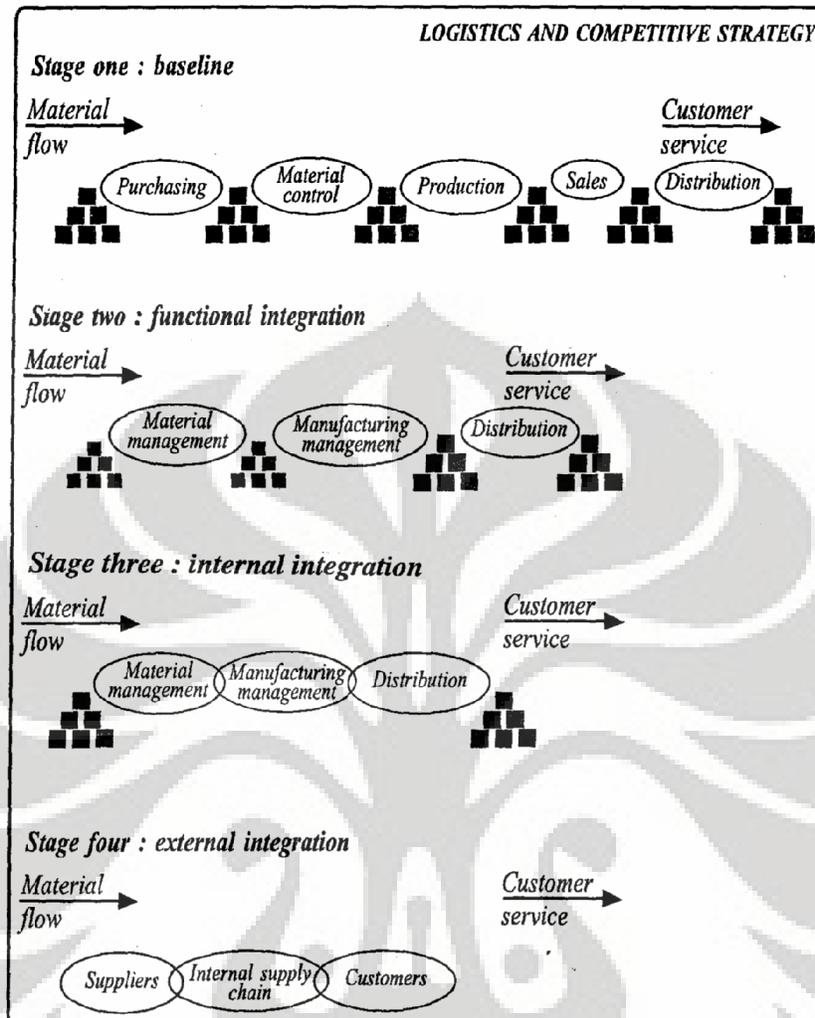
- Metode *end use (engineering oriented)*: Metode ini spesifik untuk tiap sektor. Metode *end use* didasarkan pada faktor-faktor yang menggambarkan tingkat aktivitas ekonomi dan intensitas konsumsi di setiap sektor. Metode ini memerlukan jenis data yang lebih banyak dan lebih rinci dibandingkan metode ekonometrik.

2.3 MANAJEMEN RANTAI SUPLAI

Manajemen rantai suplai mencakup kegiatan penyaluran barang dan pasokan bahan baku. Adapun definisi manajemen rantai suplai adalah filosofi manajemen yang secara berkelanjutan mencari sumber fungsi bisnis yang kompeten untuk digabungkan di internal dan eksternal perusahaan untuk memperhatikan sistem suplai yang berkeandalan tinggi dan memperhatikan kebutuhan pelanggan untuk mencapai *customer value* yang baik [14].

Konsep rantai suplai telah dimulai pada tahun 1990 dilandasi keadaan dimana perusahaan menyadari tidak mungkin bersaing sendiri tanpa adanya kerjasama dengan para supplier.

Tujuan utama rantai suplai adalah mengurangi atau mungkin menghilangkan *buffer* yang terlibat antara beberapa departemen dalam satu rantai dengan cara *sharing* informasi mengenai permintaan dan persediaan.



Gambar 2. 7 Aliran Barang dari Supplier ke Konsumen [14]

Terdapat beberapa tingkat aliran barang seperti yang terlihat pada Gambar 2.7. Tingkatan tersebut antara lain:

1. *Baseline* (dasar)

Posisi dari kebebasan fungsional yang lengkap di mana masing-masing fungsi bisnis seperti produksi dan pembelian melakukan aktivitas mereka sendiri-sendiri dan terpisah dari fungsi bisnis yang lain. Sebagai contoh adalah produsen yang mengoptimalkan harga per unit dengan memproduksi barang yang sama/sejenis dalam jangka waktu panjang tanpa mengabaikan persediaan dan lokasi penyimpanan serta modal yang dikeluarkan.



2. Integrasi Fungsional

Perusahaan telah menyadari perlunya sekurang-kurangnya ada penggabungan antara fungsi-fungsi yang melakukan aktivitas hampir sama, contoh antara bagian distribusi dan manajemen persediaan atau pembelian dengan pengendalian material.

3. Integrasi secara internal

Diperlukan pengadaan dan pelaksanaan perencanaan kerangka kerja *end-to-end*.

4. Integrasi secara eksternal

Integrasi rantai suplai yang sebenarnya dengan konsep menghubungkan dan koordinasi yang dicapai pada tingkat ketiga, yang diperluas dengan bagian *supplier* dan pelanggan.

2.3.1 Kerangka Kerja Rantai Suplai

Pelaksanaan rantai suplai meliputi pengenalan anggota rantai suplai, dengan siapa dia berhubungan, proses apa yang perlu dihubungkan dengan tiap anggota dan jenis penggabungan apa yang perlu diterapkan.

Ada dua anggota jaringan rantai suplai secara umum. *Primary member* merupakan semua unit yang menjalankan aktivitas operasional dan manajerial dalam proses bisnis yang telah dirancang. *Secondary member* adalah unit/perusahaan yang menyediakan sumber daya, pengetahuan, utilitas atau aset bagi *primary member*.

Anggota-anggota pada jaringan rantai suplai berada pada suatu jaringan. Salah satu jaringan yang umumnya digunakan adalah *managed process link* dimana perusahaan *focal* bersatu dan berkolaborasi dengan anggota lain dari rantai suplai.

Langkah pertama dalam perancangan rantai suplai adalah mengidentifikasi pelanggan utama yang berkaitan dengan bisnis perusahaan. *Customer Service* melayani para pelanggan terkait informasi tanggal pengiriman dan ketersediaan produk melalui hubungannya dengan bagian produksi dan distribusi. Permintaan yang telah diketahui perlu diseimbangkan dengan suplai yang dimiliki perusahaan. Permintaan tersebut biasanya telah diperkirakan perusahaan melalui teknik peramalan permintaan. Barang hasil produksi harus fleksibel dengan perubahan pasar seperti jumlah, kemasan dan jenis barang.



2.3.2 Logistik

Manajemen rantai suplai sebuah komoditas sangat bergantung pada sistem logistik komoditas tersebut. Bagian dari proses rantai suplai yaitu logistik adalah bagian yang merencanakan, mengimplementasikan dan mengontrol keefisienan dan keefektifan aliran penyimpanan barang, pelayanan dan informasi yang terkait pada internal perusahaan.

Tiga komponen utama dalam sistem logistik:

1. Infrastruktur logistik
2. Kebutuhan Pergerakan
3. Jaringan Transportasi

Terdapat beberapa elemen penting pada sistem logistik yaitu:

a. Manajemen Persediaan

Persediaan suatu barang sangatlah penting sebagai *buffer* pada rantai suplai. Namun, semakin lama suatu barang berada pada penyimpanan, barang tersebut membutuhkan biaya penyimpanan makin mahal dan menghambat perputaran uang. Untuk itu manajemen persediaan akan mengatur stok penyimpanan untuk mencapai nilai ekonomis.

b. Komunikasi Logistik

Komunikasi merupakan jaringan vital diantara seluruh proses logistik. Komunikasi yang akurat dan pada saat yang tepat merupakan dasar dari keberhasilan manajemen logistik. Timbulnya masalah pada komunikasi dapat menyebabkan kerugian akibat peningkatan biaya dan waktu.

c. Transportasi

Transportasi komoditas dapat dilakukan lewat jalan darat, laut dan udara. Transportasi biogasolin hanya menggunakan jalan darat melalui pipa dan truk.

d. Ramalan Permintaan

Ramalan permintaan menentukan berapa banyak barang yang harus dikirim ke konsumen. Untuk itu kita juga harus memperhatikan kapan dan dimana pengiriman dilaksanakan agar mencapai nilai tambah bagi pelanggan.

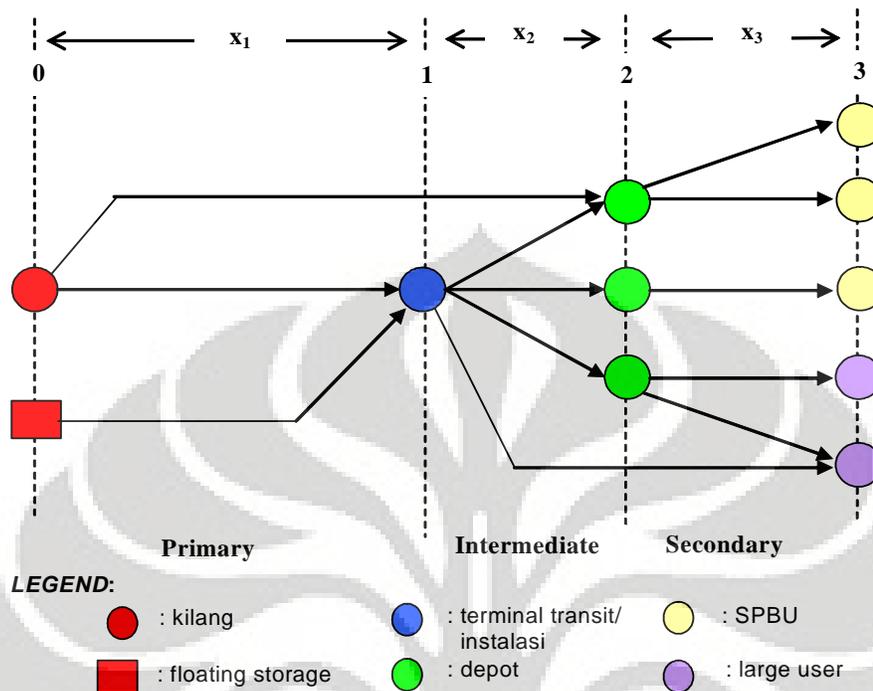


e. Pelayanan Konsumen

Pelayanan pada konsumen pada komoditas biogasolin menyangkut kondisi sebelum transaksi dimana harus terdapat kejelasan prosedur pemesanan dan fleksibilitas terhadap kejadian yang tidak terencana. Sedangkan pada tahap transaksi menyangkut ketersediaan barang, ketepatan waktu dan sistem jual-beli yang akurat.

2.3.3 Sistem Logistik Bahan Bakar Minyak

Distribusi bahan bakar minyak di Indonesia sampai saat ini masih didominasi oleh PERTAMINA [7]. Oleh karena itu sistem logistik biogasolin yang akan dibahas menggunakan sistem BBM versi PERTAMINA. Gambaran mengenai sistem logistik BBM versi PERTAMINA dapat dilihat pada Gambar 2.8. Secara umum logistik BBM dimulai dari titik kilang atau *floating storage* menuju terminal transit/instalasi yang kemudian diteruskan ke depot. Dari depot BBM selanjutnya didistribusikan ke beberapa SPBU atau pengguna besar (*secondary distribution*). Kapasitas penyimpanan BBM di seluruh depot adalah 20 hari konsumsi nasional [14].



Gambar 2. 8 Diagram Logistik BBM

Pertamina membagi wilayah pemasaran di seluruh Indonesia menjadi 8 bagian atau UPMS. Daerah Jakarta merupakan bagian dari UPMS 3 yang mencakup Jawa Barat, Banten dan Jakarta. Kebutuhan BBM di Jakarta umumnya disuplai oleh depo Plumpang yang berada di bagian utara Jakarta. Dari depo tersebut BBM akan didistribusikan ke berbagai sektor baik transportasi, industri dan rumah tangga.

Komponen utama dalam logistik BBM

1. Infrastruktur rantai suplai seperti lokasi fisik kilang, depot dan penyimpanan. Ini juga termasuk beberapa koneksi grup teritorial antar lokasi dan sebaran SPBU di Jakarta.
2. Kebutuhan pergerakan BBM yang terdiri dari seluruh informasi transportasi BBM termasuk di dalamnya jenis BBM, dengan apa BBM ditransportasikan, kapan BBM ditransportasikan dan instruksi khusus untuk pendistribusian BBM
3. Jaring transportasi yang merupakan objek transportasi yang terdiri dari komponen fisik meliputi jalan, pelabuhan, depot tangki timbun dan kapal. Aspek lainnya



meliputi kecepatan kendaraan, jarak tempuh dan kapasitas muatan

Dalam logistik, komponen biaya total yang harus dibebankan kepada konsumen adalah penjumlahan dari komponen-komponen logistik. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Biaya suplai} = \text{Biaya bahan baku} + \text{Biaya Pengolahan} + \text{Biaya Transportasi} + \text{Biaya Infrastruktur}$$

(2.3)

Sistem logistik yang digunakan di Brazil juga tidak jauh berbeda dengan di Indonesia. Karena konsumsi bioetanol di Brazil jauh lebih banyak, infrastruktur yang digunakan juga lebih banyak. Kapasitas penyimpanan bioetanol sebanyak 10 juta meter kubik Untuk distribusi ke seluruh daerah terdapat beberapa noda transportasi yang digunakan. Brazil memiliki jaringan pipa sepanjang 7000 km, 1200 truk tangki dan jaringan kereta api [6]. Karena produksi yang surplus, Brazil juga mengekspor bioetanol ke Amerika, Jepang dan Cina. Untuk keperluan ekspor Brazil terdapat dua pelabuhan terminal ekspor dengan 51 buah tanker. Gambaran mengenai sistem logistik bioetanol di Brazil dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Jaringan Distribusi Bioetanol Brazil untuk Keperluan Ekspor



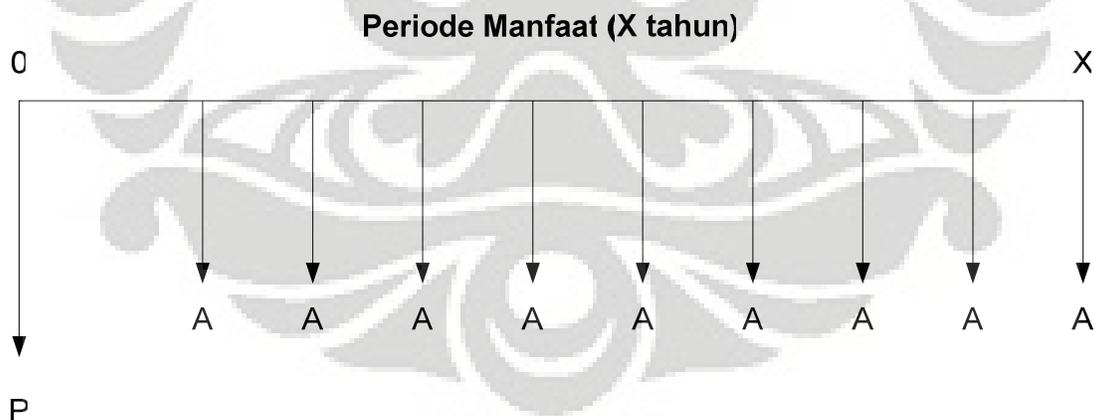
2.4 TEORI EKONOMI

Pada bagian ini akan dibahas teori-teori ekonomi yang berkaitan dengan analisa ekonomi beberapa unit yang dibutuhkan pada proses rantai suplai biogasolin.

2.4.1 Konsep Ekivalen dan Arus Kas

Pembuatan perkiraan arus kas sangat disarankan dalam situasi yang memerlukan analisis untuk menjelaskan atau memberikan gambaran mengenai apa yang terjadi pada suatu rentang waktu tertentu. Yang perlu diperhatikan dalam merancang arus kas adalah pengaruh periode pembungaan/umur manfaat. Periode pembungaan akan sebanding dengan frekuensi arus kas. Semakin lama periode/umur suatu benda maka frekuensi arus kas akan semakin banyak, namun dalam besaran arus kas setiap tahun lebih kecil dibandingkan periode yang lebih singkat.

Dalam penelitian ini akan digunakan metode *Present Amount Annuity Factor* dalam memperkirakan arus kas. Metode ini digunakan untuk mengetahui besar penerimaan/pengeluaran tetap per periode (A) selama suatu periode (n) yang ekivalen dengan investasi sejumlah uang pada saat ini (P). Gambar 2. 10 menunjukkan arus kas untuk metode *Present Amount Annuity Factor*.



Gambar 2. 10 Diagram Arus Kas



Persamaan yang digunakan untuk metode ini dapat dilihat pada Persamaan 2.4-2.6

$$A = P \quad (2.4)$$

$$A = P(A/P, i, n) \quad (2.5)$$

$$A = P \cdot \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (2.6)$$

Untuk menentukan besarnya arus kas setiap tahun, diperlukan *capital recovery factor* (CRF) yaitu besaran yang berada di sebelah kanan variabel P pada Persamaan 2.6. Perkalian *capital recovery factor* tersebut dengan nilai *present value* (P) atau investasi akan menghasilkan *annual cash flow* (A).

2.4.2 Estimasi Total Biaya dengan Metode Lang

Untuk beberapa unit atau kesatuan proses yang sudah umum, kita dapat memperkirakan besar biaya yang dibutuhkan sebelum memulai konstruksi (*preliminary estimate*). Lang merancang metode untuk mengestimasi biaya kapital dari sebuah unit yang juga terdiri dari faktor-faktor lain yang berhubungan dengan suatu alat [15]. Beberapa besaran *Lang factor* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Rincian Lang Factor

	Persentase dari Biaya Peralatan		
	<i>Solid Processing Plant</i>	<i>Solid-Fluid Processing Plant</i>	<i>Fluid Processing Plant</i>
Biaya Peralatan	100	100	100
Intstalasi	45	39	47
Instrumentasi	9	13	18
Perpipaan	16	31	66
Listrik	10	10	11
Bangunan	25	29	18
Pengembangan lahan	13	10	10
Fasilitas pendukung	40	55	70
Tanah	6	6	6
Total biaya langsung	264	293	346



2.4.3 Chemical Engineering Cost Index

Dalam analisa ekonomi biaya sebuah unit atau peralatan, estimasi biaya menjadi hal yang krusial. Estimasi biaya pembelian sebuah alat biasanya didapat dari grafik, persamaan atau vendor. Harga sebuah alat cenderung naik dari tahun ke tahun karena pengaruh inflasi. Estimasi biaya pembelian dilakukan dengan menggunakan rasio yang disebut index biaya (*cost index*). Persamaan 2.7 dapat digunakan dalam mengestimasi biaya.

$$\text{Cost} = \text{Base Cost} \left(\frac{I}{I_{\text{base}}} \right) \quad (2.7)$$

Base cost adalah biaya yang besarnya telah diketahui pada tahun tertentu, pada tahun tersebut juga ditentukan nilai *base index* (I_{base}). Dengan menggunakan perbandingan antara *base index* (I_{base}) dengan index pada tahun saat akan melakukan pembelian (I) kita dapat mengestimasi biaya pembelian pada tahun tersebut (Cost). Index yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index*. Index tersebut diterbitkan bulanan pada jurnal *Chemical Engineering*. Tabel 2.4 menunjukkan besaran indeks dari tahun 1998 sampai tahun 2007.

Tabel 2. 4 *Chemical Engineering Index* [16]

Tahun	<i>CE Index</i>
1998	390
1999	391
2000	394
2001	395
2002	395
2003	401
2004	444
2005	468
2006	499
2007	525



2.5 PERANGKAT LUNAK VISUAL BASIC

Dengan semakin bertambahnya *vendor* pembuat komputer serta semakin luas pemakaiannya, maka dirasakan mulai perlunya suatu cara berkomunikasi (pemrograman) yang lebih praktis, sederhana, mudah dipelajari, sesuai untuk berbagai komunitas pemakai, dan tidak tergantung mesin komputer yang digunakan. Kesederhanaan yang dimaksud adalah bahwa ekspresi matematik yang kompleks dapat dijabarkan sebagai notasi aljabar yang umum, dengan efisiensi yang mendekati bahasa *assembler* [17].

Meskipun Fortran bagi beberapa kalangan senior masih merupakan bahasa komputer teknik dan sains, tapi seiring dengan kemajuan teknologi maka bahasa pemrograman lain telah maju pesat dan dapat menghasilkan aplikasi dengan ketelitian dan kecepatan yang sama, bahkan mampu melakukan pekerjaan lain misalnya multimedia. Bahasa pemrograman yang dimaksud adalah Microsoft Visual Basic yang disingkat sebagai VB.

Microsoft Visual Basic menyediakan prasarana yang dapat dipergunakan secara cepat dan mudah untuk menciptakan aplikasi komputer dengan antar muka berbasis visual di lingkungan Windows. Visual Basic (VB) adalah bahasa pemrograman yang evolusioner, baik dalam hal teknik (mengacu pada event dan berorientasi objek) maupun cara operasinya [17].

Keuntungan menggunakan VB dibandingkan dengan bahasa pemrograman lain adalah kurva pembelajaran dan pengembangan yang lebih singkat/mudah dibandingkan bahasa pemrograman lain seperti C/C++, Delphi atau PowerBuilder. VB juga dapat membuat kontrol ActiveX dengan teknologi ActiveXTM sehingga dapat memakai fungsi-fungsi aplikasi lain yang mendukung teknologi tersebut, misalnya Access dan Excel.



BAB III

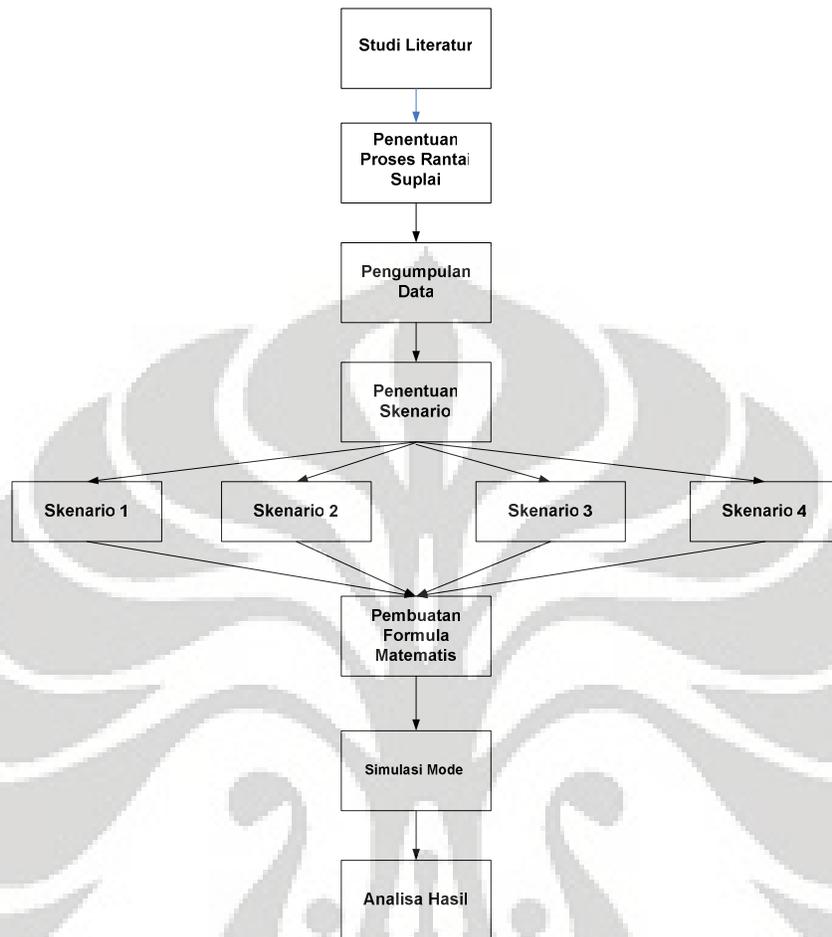
METODE PENELITIAN

Perancangan simulasi rantai suplai biogasolin ini memerlukan beberapa tahapan. Rangkaian tahapan dalam metode penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
2. Penentuan proses rantai suplai biogasolin
3. Pengumpulan data
4. Penentuan skenario
5. Pembuatan formulasi matematis
6. Simulasi model
7. Analisis hasil



Adapun diagram alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1



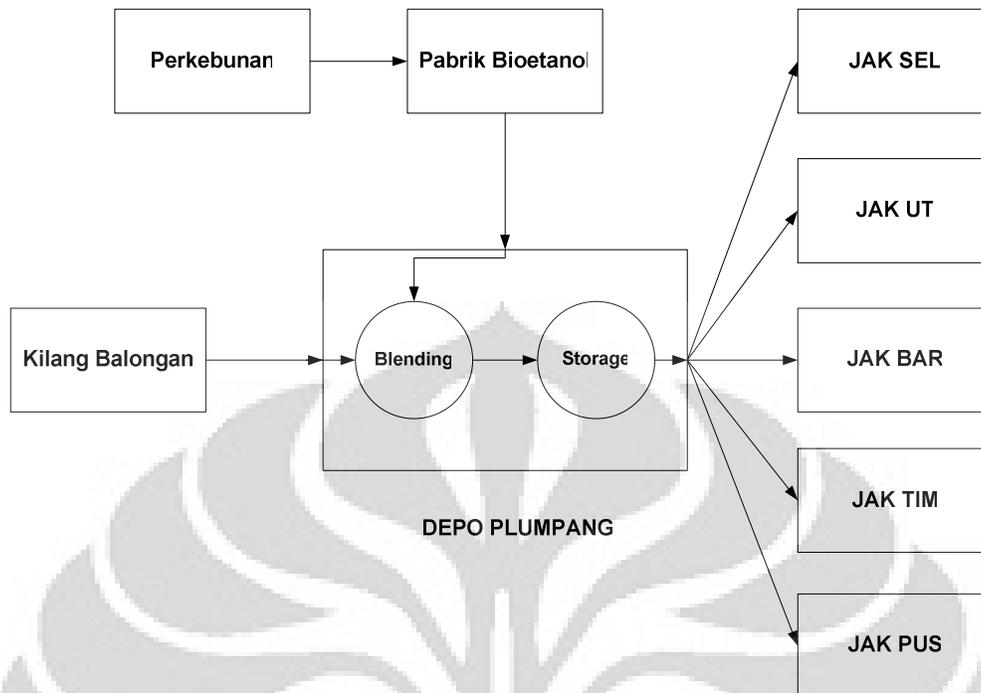
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1 STUDI LITERATUR

Pada tahap ini dilakukan studi yang berkaitan dengan materi-materi yang diperlukan dalam penelitian ini. Materi tersebut adalah mata rantai distribusi bahan bakar minyak untuk daerah Jakarta.

3.2 PENENTUAN PROSES RANTAI SUPLAI BIOGASOLIN

Ada beberapa pelaku bisnis atau *entity* yang terlibat dalam penyelenggaraan bahan bakar biogasolin; petani perkebunan singkong, pabrik bioetanol, kilang, depo (unit *blending*), dan SPBU. Skema proses rantai suplai bioetanol untuk daerah Jakarta dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Skema Proses Rantai Suplai Bioetanol untuk Daerah Jakarta

Bahan baku biogasolin yang dibahas dalam penelitian ini adalah campuran gasolin berkualitas tinggi (Oktan 92) dengan bioetanol. Gasolin produksi domestik dipasok dari Kilang Balongan. Gasolin dikirim ke depot di Plumpang yang melayani daerah Jakarta dan sekitarnya. Bioetanol dipasok dari beberapa pabrik bioetanol di Jawa dan kemudian dikirim ke depo. Di depo, gasolin dan bioetanol diblending dengan komposisi yang telah ditentukan (E5 dan E20). Setelah keluar dari unit blending, biogasolin masuk ke unit penyimpanan sebelum didistribusikan ke SPBU di Jakarta.

3.3 PENGUMPULAN DATA

Untuk mendukung proses perancangan simulasi rantai suplai biogasolin, perlu dilakukan pengumpulan data baik melalui penelusuran literatur, pengolahan data maupun komunikasi personal. Adapun data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Realisasi penjualan Gasolin (Oktan 95) dan Biogasolin di Jakarta;
- Pendapatan Regional Domestik Bruto (PDRB) DKI Jakarta;
- Jumlah, lokasi dan kapasitas SPBU di Jakarta;
- Jumlah, lokasi dan kapasitas Depo di Jakarta;



- e. Biaya pengolahan gasolin (*ex* kilang);
- f. Jumlah, lokasi dan kapasitas pabrik bioetanol;
- g. Harga bahan baku bioetanol;
- h. Biaya pengolahan bioetanol;
- i. Biaya *blending* biogasolin;
- j. Jarak perkebunan ke pabrik bioetanol;
- k. Jarak pabrik bioetanol ke depot;
- l. Jarak kilang ke depot;
- m. Jarak depot ke SPBU-SPBU di Jakarta;

3.4 PENENTUAN SKENARIO SIMULASI

Untuk melengkapi penelitian simulasi rantai suplai biogasolin, perlu ditetapkan skenario simulasi yang akan digunakan. Terdapat empat skenario yang dipilih dalam penelitian ini:

1. Skenario BBM Substitusi (E5)

Pada skenario ini biogasolin akan mensubstitusi 10% konsumsi gasolin di Jakarta. Sebanyak 22 SPBU di Jakarta atau 10% dari seluruh SPBU akan mensubstitusi penjualan gasolin dengan biogasolin. Komposisi bioetanol pada campuran biogasolin sebesar 5% volume.

2. Skenario BBM Substitusi (E20)

Pada skenario ini biogasolin akan mensubstitusi 10% konsumsi gasolin di Jakarta. Sebanyak 22 SPBU di Jakarta atau 10% dari seluruh SPBU akan mensubstitusi penjualan gasolin dengan biogasolin. Biogasolin tersebut akan dipasarkan di 22 SPBU di Jakarta Komposisi bioetanol pada campuran biogasolin sebesar 20% volume.

3. Skenario BBM Alternatif (E5)

Pada skenario ini biogasolin akan menjadi bahan bakar alternatif/pilihan yang dijual bersama dengan gasolin dengan komposisi bioetanol 5% volume.

4. Skenario BBM Alternatif (E20)

Pada skenario ini biogasolin akan menjadi bahan bakar alternatif/pilihan yang dijual bersama dengan gasolin dengan komposisi bioetanol 20% volume.



3.5 PEMBUATAN FORMULASI MATEMATIS

Dalam perancangan rantai suplai ini, diperlukan suatu formulasi matematis sebagai kerangka perhitungan biaya rantai suplai. Metode yang digunakan dalam pembuatan formulasi matematis ini adalah pendekatan secara linear. Pada formulasi matematis yang akan dirancang akan dijumpai berbagai jenis variabel yang akan digunakan. Adapun klasifikasi dari variabel tersebut adalah:

- Variabel respons (*response variable*) adalah suatu jenis variabel yang akan dilihat perilakunya dalam simulasi. Variabel yang termasuk dalam klasifikasi ini yaitu total biaya suplai (*cost of supply*) dari biogasolin. Adapun total biaya suplai ini terdiri dari akumulasi total biaya suplai secara keseluruhan, total biaya suplai per tahun, dan total biaya suplai per liter (harga per liter) dari biogasolin;
- Variabel bebas (*dependent variable*) adalah suatu jenis variabel yang dapat menentukan dan mempengaruhi nilai dari variabel respons yang dihasilkan. Adapun yang termasuk dalam variabel bebas dalam simulasi ini yaitu campuran bioetanol yang digunakan, pembagian persentase penyediaan bioetanol dari kebutuhan gasolin, dan penambahan infrastruktur;
- Variabel keputusan (*decission variable*) yaitu variabel yang merupakan nilai batas dari simulasi yang akan dilakukan. Adapun batasan dalam simulasi ini yaitu jumlah tahun yang digunakan, kapasitas pabrik etanol, kapasitas unit *blending*, dan kapasitas tangki pendam SPBU.

Selain itu beberapa asumsi digunakan dalam menghitung biaya rantai suplai, yaitu

- Harga bahan baku singkong dan tebu dianggap tetap setiap tahun;
- Gasolin (Oktan 92) dipasok dari kilang Balongan;
- Untuk perhitungan biaya bahan gasolin, dimulai dari titik *ex* kilang yang sudah mencakup biaya eksplorasi, biaya pengolahan, dan transportasi ke kilang;
- Kenaikan harga minyak berdasarkan proyeksi kenaikan harga minyak dunia, dengan basis harga minyak sebesar 125 US\$/barrel
- Umur manfaat untuk setiap infrastruktur baru adalah 20 tahun
- *Cost of capital* 10%
- Kurs 1 US \$ = Rp 9.300



- Tidak ada kehilangan (*loss*);

Berdasarkan skenario yang telah ada, dibuat empat formula matematis yang akan dijabarkan pada sub bab berikut.

3.5.1 Formula Matematis Skenario 1

Biaya rantai suplai biogasolin Skenario 1 (Z_1) adalah penjumlahan biaya masing-masing entitas pada rantai suplai biogasolin. Pada Skenario 1, kandungan bioetanol adalah 5% dari keseluruhan biogasolin. Persamaan yang digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai biogasolin per liter dapat dilihat pada Persamaan 3.1.

$$Z_{1/L} = (C_{\text{eta}} + C_{\text{oil}} + C_{\text{blen}} + C_{\text{tra}} + C_{\text{inf}}) / D_{\text{bio1}} \quad (3.1)$$

Biaya rantai suplai biogasolin setiap tahunnya untuk Skenario 1 dapat dihitung dengan Persamaan 3.2 yaitu

$$Z_1 = (C_{\text{eta}} + C_{\text{oil}} + C_{\text{blen}} + C_{\text{tra}} + C_{\text{inf}}) \quad (3.2)$$

Adapun persamaan matematis untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai biogasolin dapat dilihat pada Persamaan 3.3.

$$\sum_a Z_1 = \sum_a (C_{\text{eta}} + C_{\text{oil}} + C_{\text{blen}} + C_{\text{tra}} + C_{\text{inf}}) \quad (3.3)$$

Perbedaan Persamaan 3.2 dan 3.3 adalah pada periode waktu perhitungan, Persamaan 3.2 digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai pada tahun tertentu, sedangkan Persamaan 3.3 digunakan untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai sampai tahun 2025. Variabel a pada Persamaan 3.3 adalah urutan waktu dari tahun 2008 sampai tahun 2025. Variabel-variabel yang tercantum pada Persamaan 3.2 dan 3.3 akan dijelaskan pada bagian di bawah ini

- Biaya Bahan Bioetanol (C_{eta})

Biaya bahan bioetanol (C_{eta}) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 1 yaitu (D_{eta_1}). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku (C_{mat}), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ($C_{\text{tra-keb}}$), biaya pengolahan (C_{pro}) dan biaya transportasi dari pabrik ke depot ($C_{\text{tra-plant}}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel



tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.4.

$$C_{\text{eta}} = D_{\text{eta}_1} \cdot (C_{\text{mat}} + C_{\text{tra-keb}} + C_{\text{pro}} + C_{\text{tra-plant}}) \quad (3.4)$$

Biaya bahan baku (C_{mat}) dipengaruhi oleh harga bahan baku dan faktor konversi (f). Faktor konversi (f) adalah konstanta yang menunjukkan massa bahan baku (kg) yang dibutuhkan untuk membuat 1 liter bioetanol. Perincian biaya bahan baku bioetanol (C_{mat}) dapat dilihat pada Persamaan 3.5.

$$C_{\text{mat}} = P_{\text{mat}} \cdot f \quad (3.5)$$

Biaya transportasi dari kebun ke pabrik ($C_{\text{tra-keb}}$) adalah perkalian antara jarak dari kebun ke pabrik (J_{keb}), biaya pengiriman per kg per km (T_{keb}) dan faktor konversi (f), seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.6.

$$C_{\text{tra-keb}} = J_{\text{keb}} \cdot f \cdot T_{\text{keb}} \quad (3.6)$$

Biaya transportasi dari pabrik bioetanol ke depot ($C_{\text{tra-plant}}$) dipengaruhi oleh jarak dari pabrik ke depot (J_{plant}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{plant}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.7.

$$C_{\text{tra-plant}} = J_{\text{plant}} \cdot T_{\text{plant}} \quad (3.7)$$

- Biaya Bahan Gasolin (C_{oil})

Biaya bahan gasolin dipengaruhi (C_{oil}) oleh faktor permintaan biogasolin Skenario 1 (D_{oil_1}). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang (C_{ref}) dan biaya transportasi dari kilang ke unit *blending* ($C_{\text{tra-ref}}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.8.

$$C_{\text{oil}} = D_{\text{oil}_1} \cdot (C_{\text{ref}} + C_{\text{tra-ref}}) \quad (3.8)$$

Biaya transportasi gasolin dari kilang ke depot ($C_{\text{tra-ref}}$) dipengaruhi oleh jarak dari kilang ke depot (J_{ref}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{ref}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.9.

$$C_{\text{tra-ref}} = J_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}} \quad (3.9)$$



- Biaya *Blending* (C_{blend})

Variabel ini merupakan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blending*. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 1 (D_{bio_1}) dan biaya *blending* per liter ($C_{blend/L}$). Penjabaran mengenai biaya *blending* dapat dilihat pada Persamaan 3.10.

$$C_{blend} = D_{bio_1} \cdot C_{blend/L} \quad (3.10)$$

- Biaya Distribusi (C_{tra})

Biaya distribusi adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengirimkan biogasolin ke SPBU di seluruh Jakarta. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 1 (D_{bio_1}), rata – rata jarak dari tiap SPBU ke depot (\bar{J}_{SPBU}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{SPBU}). Penjabaran biaya distribusi (C_{tra}) dapat dilihat pada Persamaan 3.11.

$$C_{tra} = D_{bio_1} \cdot \bar{J}_{SPBU} \cdot T_{SPBU} \quad (3.11)$$

- Biaya Penambahan Infrastruktur (C_{inf})

Jika ada penambahan unit baru karena kapasitas yang tidak mencukupi maka dibutuhkan biaya tambahan untuk mengoperasikan unit yang baru. Biaya penambahan infrastruktur dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 1 (D_{bio_1}) dan biaya penambahan unit baru per liter ($C_{inf/L}$). Penjabaran biaya penambahan infrastruktur dapat dilihat pada Persamaan 3.12.

$$C_{inf} = (C_{inf/L} \cdot D_{bio_1}) \quad (3.12)$$

3.5.2 Formula Matematis Skenario 2

Secara umum persamaan matematis yang digunakan pada skenario 2 sama dengan skenario 1. Perbedaannya hanya pada komposisi yang berbeda dengan skenario 1, pada skenario 2 komposisi bioetanol adalah 20% dari keseluruhan biogasolin. Persamaan yang digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai biogasolin per liter dapat dilihat pada Persamaan 3.13.

$$Z_2 = (C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf}) / D_{bio2} \quad (3.13)$$

Biaya rantai suplai biogasolin setiap tahunnya untuk Skenario 2 dapat dihitung



dengan Persamaan 3.14 yaitu

$$Z_2 = (C_{\text{eta}} + C_{\text{oil}} + C_{\text{blen}} + C_{\text{tra}} + C_{\text{inf}}) \quad (3.14)$$

Adapun persamaan matematis untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai biogasolin dapat dilihat pada Persamaan 3.15.

$$\sum_a Z_2 = \sum_a (C_{\text{eta}} + C_{\text{oil}} + C_{\text{blen}} + C_{\text{tra}} + C_{\text{inf}}) \quad (3.15)$$

Perbedaan Persamaan 3.14 dan 3.15 adalah pada periode waktu perhitungan, Persamaan 3.14 digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai pada tahun tertentu, sedangkan Persamaan 3.15 digunakan untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai sampai tahun 2025. Variabel a pada Persamaan 3.15 adalah urutan waktu dari tahun 2008 sampai tahun 2025. Variabel-variabel yang tercantum pada Persamaan 3.14 dan 3.15 akan dijelaskan pada bagian di bawah ini

- Biaya Bahan Bioetanol (C_{eta})

Biaya bahan bioetanol (C_{eta}) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 2 yaitu (D_{eta_2}). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku (C_{mat}), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ($C_{\text{tra-keb}}$), biaya pengolahan (C_{pro}) dan biaya transportasi dari pabrik ke depot ($C_{\text{tra-plant}}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.16.

$$C_{\text{eta}} = D_{\text{eta}_2} \cdot (C_{\text{mat}} + C_{\text{tra-keb}} + C_{\text{pro}} + C_{\text{tra-plant}}) \quad (3.16)$$

Biaya bahan baku (C_{mat}) dipengaruhi oleh harga bahan baku dan faktor konversi (f). Faktor konversi (f) adalah kostanta yang menunjukkan massa bahan baku (kg) yang dibutuhkan untuk membuat 1 liter bioetanol. Perincian biaya bahan baku bioetanol (C_{mat}) dapat dilihat pada Persamaan 3.17.

$$C_{\text{mat}} = P_{\text{mat}} \cdot f \quad (3.17)$$

Biaya transportasi dari kebun ke pabrik ($C_{\text{tra-keb}}$) adalah perkalian antara jarak dari kebun ke pabrik (J_{keb}), biaya pengiriman per kg per km (T_{keb}) dan faktor konversi (f), seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.18.



$$C_{\text{tra-keb}} = J_{\text{keb}} \cdot f \cdot T_{\text{keb}} \quad (3.18)$$

Biaya transportasi dari pabrik bioetanol ke depot ($C_{\text{tra-plant}}$) dipengaruhi oleh jarak dari pabrik ke depot (J_{plant}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{plant}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.19.

$$C_{\text{tra-plant}} = J_{\text{plant}} \cdot T_{\text{plant}} \quad (3.19)$$

- Biaya Bahan Gasolin (C_{oil})

Biaya bahan gasolin dipengaruhi (C_{oil}) oleh faktor permintaan biogasolin Skenario 2 (D_{oil_2}). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang (C_{ref}) dan biaya transportasi dari kilang ke unit *blending* ($C_{\text{tra-ref}}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.20.

$$C_{\text{oil}} = D_{\text{oil}_2} \cdot (C_{\text{ref}} + C_{\text{tra-ref}}) \quad (3.20)$$

Biaya transportasi gasolin dari kilang ke depot ($C_{\text{tra-ref}}$) dipengaruhi oleh jarak dari kilang ke depot (J_{ref}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{ref}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.21.

$$C_{\text{tra-ref}} = J_{\text{ref}} \cdot T_{\text{ref}} \quad (3.21)$$

- Biaya *Blending* (C_{blend})

Variabel ini merupakan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blending*. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 2 (D_{bio_2}) dan biaya *blending* per liter ($C_{\text{blen/L}}$). Penjabaran mengenai biaya *blending* dapat dilihat pada Persamaan 3.22.

$$C_{\text{blend}} = D_{\text{bio}_2} \cdot C_{\text{blen/L}} \quad (3.22)$$

- Biaya Distribusi (C_{tra})

Biaya distribusi adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengirimkan biogasolin ke SPBU di seluruh Jakarta. Biaya ini dipengaruhi oleh kebutuhan biogasolin Skenario 2 (D_{eta_2}), rata – rata jarak dari tiap SPBU ke depot (\bar{J}_{SPBU}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{SPBU}). Penjabaran biaya distribusi (C_{tra}) dapat dilihat pada Persamaan 3.23.



$$C_{tra} = D_{bio_2} \cdot \bar{J}_{SPBU} \cdot T_{SPBU} \quad (3.23)$$

- Biaya Penambahan Infrastruktur (C_{inf})

Jika ada penambahan unit baru karena kapasitas yang tidak mencukupi maka dibutuhkan biaya tambahan untuk mengoperasikan unit yang baru. Biaya penambahan infrastruktur dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 2 (D_{bio_2}) dan biaya penambahan unit baru per liter ($C_{inf/L}$). Penjabaran biaya penambahan infrastruktur dapat dilihat pada Persamaan 3.23.

$$C_{inf} = (C_{inf/L} \cdot D_{bio_2}) \quad (3.24)$$

3.5.3 Formula Matematis Skenario 3

Pada skenario 3 komposisi bioetanol terhadap keseluruhan biogasolin adalah 5%. Pada skenario ini biogasolin dijadikan BBM alternatif dari gasolin. Sebagai bahan bakar alternatif, diperlukan penambahan infrastruktur penyimpanan berupa tangki timbun dan dispenser di setiap SPBU. Penambahan infrastruktur tersebut membutuhkan biaya penyimpanan baru (C_{stor}) yang akan menjadi bagian dari biaya suplai (Z_3).

Biaya rantai suplai biogasolin skenario 3 (Z_3) adalah penjumlahan biaya masing-masing entitas pada rantai suplai biogasolin. Pada skenario 3, kandungan bioetanol adalah 5% dari keseluruhan biogasolin. Persamaan yang digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai biogasolin per liter dapat dilihat pada Persamaan 3.25.

$$Z_3 = (C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf} + C_{stor}) / D_{bio3} \quad (3.25)$$

Biaya rantai suplai biogasolin setiap tahunnya untuk Skenario 2 dapat dihitung dengan Persamaan 3.26

$$Z_3 = C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf} + C_{stor} \quad (3.26)$$

Adapun persamaan matematis untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai biogasolin dapat dilihat pada Persamaan 3.27.

$$\sum_a Z_1 = \sum_a (C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf}) \quad (3.27)$$

Perbedaan Persamaan 3.26 dan 3.27 adalah pada periode waktu perhitungan,



Persamaan 3.26 digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai pada tahun tertentu, sedangkan Persamaan 3.27 digunakan untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai sampai tahun 2025. Variabel a pada Persamaan 3.27 adalah urutan waktu dari tahun 2008 sampai tahun 2025. Variabel-variabel yang tercantum pada Persamaan 3.26 dan 3.27 akan dijelaskan pada bagian di bawah ini

- Biaya Bahan Bioetanol (C_{eta})

Biaya bahan bioetanol (C_{eta}) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 3 yaitu (D_{eta_3}). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku (C_{mat}), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ($C_{tra-keb}$), biaya pengolahan (C_{pro}) dan biaya transportasi dari pabrik ke depot ($C_{tra-plant}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.28.

$$C_{eta} = D_{eta_3} \cdot (C_{mat} + C_{tra-keb} + C_{pro} + C_{tra-plant}) \quad (3.28)$$

Biaya bahan baku (C_{mat}) dipengaruhi oleh harga bahan baku dan faktor konversi (f). Faktor konversi (f) adalah konstanta yang menunjukkan massa bahan baku (kg) yang dibutuhkan untuk membuat 1 liter bioetanol. Perincian biaya bahan baku bioetanol (C_{mat}) dapat dilihat pada Persamaan 3.29.

$$C_{mat} = P_{mar} \cdot f \quad (3.29)$$

Biaya transportasi dari kebun ke pabrik ($C_{tra-keb}$) adalah perkalian antara jarak dari kebun ke pabrik (J_{keb}), biaya pengiriman per kg per km (T_{keb}) dan faktor konversi (f), seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.30.

$$C_{tra-keb} = J_{keb} \cdot f \cdot T_{keb} \quad (3.30)$$

Biaya transportasi dari pabrik bioetanol ke depot ($C_{tra-plant}$) dipengaruhi oleh jarak dari pabrik ke depot (J_{plant}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{plant}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.31.

$$C_{tra-plant} = J_{plant} \cdot T_{plant} \quad (3.31)$$

- Biaya Bahan Gasolin

Biaya bahan gasolin dipengaruhi (C_{oil}) oleh faktor permintaan biogasolin



Skenario 3 (D_{oil_3}). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang (C_{ref}) dan biaya transportasi dari kilang ke unit *blending* ($C_{tra-ref}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.32.

$$C_{oil} = D_{oil_3} \cdot (C_{ref} + C_{tra-ref}) \quad (3.32)$$

Biaya transportasi gasolin dari kilang ke depot ($C_{tra-ref}$) dipengaruhi oleh jarak dari kilang ke depot (J_{ref}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{ref}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.33.

$$C_{tra-ref} = J_{ref} \cdot T_{ref} \quad (3.33)$$

- Biaya *Blending* (C_{blend})

Variabel ini merupakan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blending*. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 3 (D_{bio_3}) dan biaya *blending* per liter ($C_{blend/L}$). Penjabaran mengenai biaya *blending* dapat dilihat pada Persamaan 3.34.

$$C_{blend} = D_{bio_3} \cdot C_{blend/L} \quad (3.34)$$

- Biaya Distribusi (C_{tra})

Biaya distribusi adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengirimkan biogasolin ke SPBU di seluruh Jakarta. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 3 (D_{bio_3}), rata – rata jarak dari tiap SPBU ke depot (\bar{J}_{SPBU}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{SPBU}). Penjabaran biaya distribusi (C_{tra}) dapat dilihat pada Persamaan 3.35.

$$C_{tra} = D_{bio_3} \cdot \bar{J}_{SPBU} \cdot T_{SPBU} \quad (3.35)$$

- Biaya Penambahan Infrastruktur (C_{inf})

Jika ada penambahan unit baru karena kapasitas yang tidak mencukupi maka dibutuhkan biaya tambahan untuk mengoperasikan unit yang baru. Biaya penambahan infrastruktur dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 3 (D_{bio_3}) dan biaya penambahan unit baru per liter ($C_{inf/L}$). Penjabaran biaya penambahan infrastruktur dapat dilihat pada Persamaan 3.36.

$$C_{inf} = (C_{inf/L} \cdot D_{bio_3}) \quad (3.36)$$



- Biaya Penyimpanan

Penambahan tangki timbun dan dispenser baru memerlukan biaya penyimpanan yaitu (C_{stor}). Biaya penyimpanan dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 3 (D_{bio_3}) dan biaya penyimpanan per liter ($C_{stor/L}$). Penjabaran biaya penambahan infrastruktur dapat dilihat pada Persamaan 3.37.

$$C_{stor} = (C_{stor/L} \cdot D_{bio_3}) \quad (3.37)$$

3.5.4 Formula Matematis Skenario 4

Komposisi bioetanol pada skenario ini adalah 20%. Pada skenario 4 biogasolin dijadikan BBM alternatif dari gasolin. Sebagai bahan bakar alternatif, diperlukan penambahan infrastruktur penyimpanan berupa tangki timbun dan dispenser di setiap SPBU. Penambahan infrastruktur tersebut membutuhkan biaya penyimpanan (C_{stor}) yang akan menjadi bagian dari biaya suplai (Z_4).

Biaya rantai suplai biogasolin skenario 4 (Z_4) adalah penjumlahan biaya masing-masing entitas pada rantai suplai biogasolin. Pada skenario 4, kandungan bioetanol adalah 20 % dari keseluruhan biogasolin. Persamaan yang digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai biogasolin setiap tahunnya dapat dilihat pada Persamaan 3.38.

$$Z_{4/L} = (C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf} + C_{stor}) / D_{bio4} \quad (3.38)$$

Biaya rantai suplai biogasolin setiap tahunnya untuk Skenario 4 dapat dihitung dengan Persamaan 3.39

$$Z_4 = (C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf} + C_{stor}) \quad (3.39)$$

Adapun persamaan matematis untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai biogasolin dapat dilihat pada Persamaan 3.40.

$$\sum_a Z_4 = \sum_a (C_{eta} + C_{oil} + C_{blen} + C_{tra} + C_{inf}) \quad (3.40)$$

Perbedaan Persamaan 3.39 dan 3.40 adalah pada periode waktu perhitungan, Persamaan 3.39 digunakan untuk menghitung biaya rantai suplai pada tahun tertentu, sedangkan Persamaan 3.40 digunakan untuk menghitung akumulasi biaya rantai suplai sampai tahun 2025. Variabel a pada Persamaan 3.40 adalah urutan waktu dari tahun 2008



sampai tahun 2025. Variabel-variabel yang tercantum pada Persamaan 3.39 dan 3.40 akan dijelaskan pada bagian di bawah ini.

- Biaya Bahan Bioetanol (C_{eta})

Biaya bahan bioetanol (C_{eta}) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 4 yaitu (D_{eta_4}). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku (C_{mat}), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ($C_{\text{tra-keb}}$), biaya pengolahan (C_{pro}) dan biaya transportasi dari pabrik ke depot ($C_{\text{tra-plant}}$). Penjabaran mengenai variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.41.

$$C_{\text{eta}} = D_{\text{eta}_4} \cdot (C_{\text{mat}} + C_{\text{tra-keb}} + C_{\text{pro}} + C_{\text{tra-plant}}) \quad (3.41)$$

Biaya bahan baku (C_{mat}) dipengaruhi oleh harga bahan baku dan faktor konversi (f). Faktor konversi (f) adalah kostanta yang menunjukkan massa bahan baku (kg) yang dibutuhkan untuk membuat 1 liter bioetanol. Perincian biaya bahan baku bioetanol (C_{mat}) dapat dilihat pada Persamaan 3.42.

$$C_{\text{mat}} = P_{\text{mat}} \cdot f \quad (3.42)$$

Biaya transportasi dari kebun ke pabrik ($C_{\text{tra-keb}}$) adalah perkalian antara jarak dari kebun ke pabrik (J_{keb}), biaya pengiriman per kg per km (T_{keb}) dan faktor konversi (f), seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.43.

$$C_{\text{tra-keb}} = J_{\text{keb}} \cdot f \cdot T_{\text{keb}} \quad (3.43)$$

Biaya transportasi dari pabrik bioetanol ke depot ($C_{\text{tra-plant}}$) dipengaruhi oleh jarak dari pabrik ke depot (J_{plant}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{plant}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.44.

$$C_{\text{tra-plant}} = J_{\text{plant}} \cdot T_{\text{plant}} \quad (3.44)$$

- Biaya Bahan Gasolin

Biaya bahan gasolin dipengaruhi (C_{oil}) oleh faktor permintaan biogasolin Skenario 4 (D_{oil_4}). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang (C_{ref}) dan biaya transportasi dari kilang ke unit *blending* ($C_{\text{tra-ref}}$). Penjabaran mengenai



variabel – variabel tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.45.

$$C_{oil} = D_{oil_4} \cdot (C_{ref} + C_{tra-ref}) \quad (3.45)$$

Biaya transportasi gasolin dari kilang ke depot ($C_{tra-ref}$) dipengaruhi oleh jarak dari kilang ke depot (J_{ref}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{ref}) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.46.

$$C_{tra-ref} = J_{ref} \cdot T_{ref} \quad (3.46)$$

- Biaya *Blending* (C_{blend})

Variabel ini merupakan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blending*. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 4 (D_{bio_4}) dan biaya *blending* per liter ($C_{blend/L}$). Penjabaran mengenai biaya *blending* dapat dilihat pada Persamaan 3.47.

$$C_{blend} = D_{bio_4} \cdot C_{blend/L} \quad (3.47)$$

- Biaya Distribusi (C_{tra})

Biaya distribusi adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengirimkan biogasolin ke SPBU di seluruh Jakarta. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 4 (D_{bio_4}), rata – rata jarak dari tiap SPBU ke depot (\bar{J}_{SPBU}) dan biaya pengiriman per liter per km (T_{SPBU}). Penjabaran biaya distribusi (C_{tra}) dapat dilihat pada Persamaan 3.48.

$$C_{tra} = D_{bio_4} \cdot \bar{J}_{SPBU} \cdot T_{SPBU} \quad (3.48)$$

- Biaya Penambahan Infrastruktur (C_{inf})

Jika ada penambahan unit baru karena kapasitas yang tidak mencukupi maka dibutuhkan biaya tambahan untuk mengoperasikan unit yang baru. Biaya penambahan infrastruktur dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 4 (D_{bio_4}) dan biaya penambahan unit baru per liter ($C_{inf/L}$). Penjabaran biaya penambahan infrastruktur dapat dilihat pada Persamaan 3.49.

$$C_{inf} = (C_{inf/L} \cdot D_{bio_4}) \quad (3.49)$$

- Biaya Penyimpanan

Penambahan tangki timbun dan dispenser baru memerlukan biaya penyimpanan



yaitu (C_{stor}). Biaya penyimpanan dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 4 (D_{bio_4}) dan biaya penyimpanan per liter ($C_{stor/L}$). Penjabaran biaya penambahan infrastruktur dapat dilihat pada Persamaan 3.50.

$$C_{stor} = (C_{stor/L} \cdot D_{bio_4}) \quad (3.50)$$

3.5.5 Batasan (*Constraint*)

Adapun batasan yang terdapat dalam perhitungan ini terkait dengan kapasitas dari beberapa *entity*. Jika selisih antara kapasitas dengan permintaan bioetanol lebih kecil dari nol atau tidak sesuai dengan kondisi batas, maka simulasi akan berhenti memproses perhitungan. Batasan pertama adalah ketika kapasitas pabrik bioetanol (K_{eta}) tidak lagi mencukupi untuk permintaan sampai tahun 2025 seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.51.

$$K_{eta} - D_{eta} \geq 0 \quad (3.51)$$

Batasan yang kedua adalah kapasitas blending biogasolin (K_{blend}) tidak lagi mencukupi untuk thruput sampai tahun 2025 seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.52.

$$K_{blend} - D_{bio} \geq 0 \quad (3.52)$$

Batasan yang ketiga adalah kapasitas SPBU (K_{SPBU}) tidak lagi mencukupi untuk thruput sampai tahun 2025 seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.53.

$$K_{stor} - D_{bio} \geq 0 \quad (3.53)$$

3.6 SIMULASI MODEL

Simulasi ini menggunakan program Visual Basic untuk empat skenario yang telah ditentukan. Adapun input dari simulasi ini adalah persentase campuran bioetanol, lokasi pabrik bioetanol, harga bahan baku, biaya pengolahan, biaya *blending*, biaya transportasi, biaya penyimpanan dan jarak.

Pada bagian pertama, diberikan empat skenario yang akan dipilih. Dari keempat skenario tersebut luaran yang dihasilkan dari model ini adalah perkiraan permintaan biogasolin sampai tahun 2025, total biaya rantai suplai sampai tahun 2025, total biaya per liter dan kondisi infrastruktur. Dari luaran tersebut kita dapat melakukan analisis dari sisi



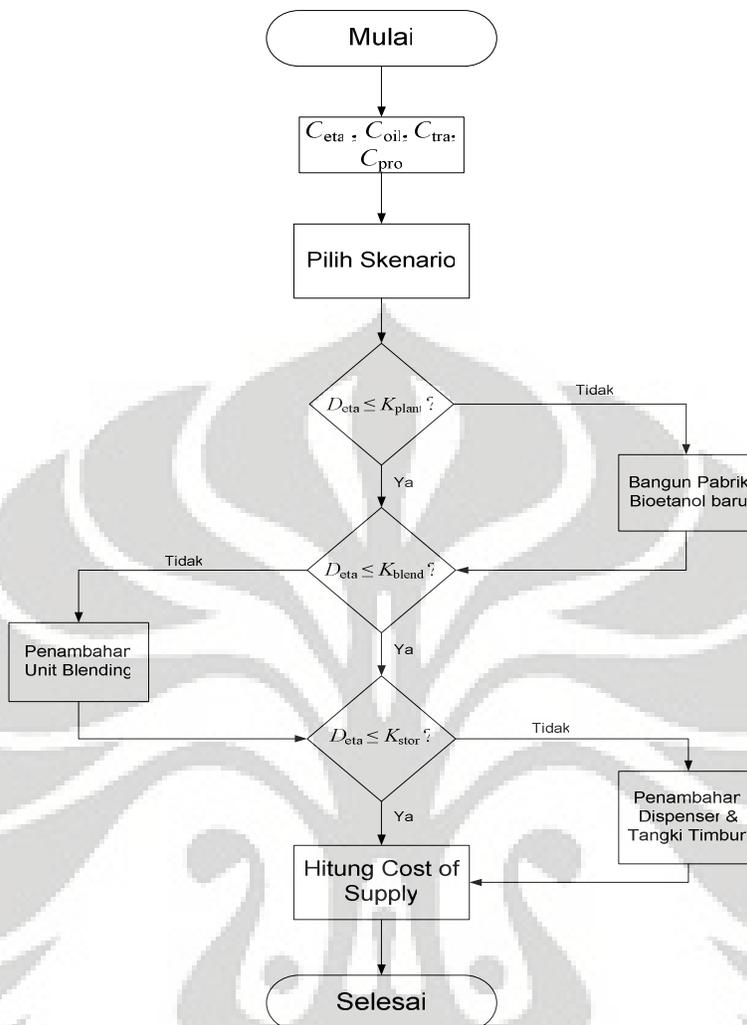
biaya rantai suplai per liter dan apakah biaya tersebut dapat bersaing dengan gasolin. Algoritma dari proses berpikir tahapan perhitungan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang berasal dari memasukkan data-data yang diproses, pemilihan skenario, dan kemudian perhitungan biaya rantai suplai skenario tersebut.

Adapun data-data yang digunakan sebagai angka masukan dalam simulasi ini didapat dari berbagai sumber yang secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Data-data Masukan Simulasi

Jenis	Nilai	Satuan
Harga Singkong	1100	Rp/kg
Biaya pengolahan bioetanol	1980	Rp/liter
Biaya angkut darat singkong	2,7	Rp/kg/km
Biaya angkut darat bioetanol	4	Rp/liter/km
Biaya angkut darat gasolin	4	Rp/liter/km

Kemudian algoritma dari proses berpikir tahapan perhitungan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.3 yang berawal dari memasukkan data-data yang akan diproses, lalu melakukan pemilihan skenario, melakukan pilihan alternatif, melihat kondisi yang terjadi dari setiap pemilihan skenario, dan kemudian melakukan perhitungan total biaya suplai.



Gambar 3. 3 Algoritma Pemodelan Simulasi Rantai Suplai Bioetanol



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PROYEKSI KEBUTUHAN BIOGASOLIN DKI JAKARTA

Tabel 4.1 menunjukkan perkiraan konsumsi Biogasolin untuk kebutuhan transportasi daerah Jakarta. Selain itu penjualan gasolin (Oktan 92) juga ditampilkan pada Tabel 4.2 sebagai pembanding.

Tabel 4. 1 Perkiraan Konsumsi Biogasolin di Jakarta (2006-2007) [1,18]

Tahun	Konsumsi (kL)
2006	16
2007	8.694

Tabel 4. 2 Konsumsi Gasolin di Jakarta (2000-2007) [1]

Tahun	Konsumsi (kL)
2000	108.974
2001	112.617
2002	115.289
2003	117.730
2004	109.592
2005	116.748
2006	111.123
2007	117.790

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa volume penjualan Biogasolin tahun 2006 terbilang kecil. Angka tersebut merepresentasikan penjualan selama satu bulan karena Biogasolin baru diluncurkan pada akhir Desember 2006.

Metode ekonometrik digunakan untuk melakukan proyeksi kebutuhan biogasolin di DKI Jakarta. Metode ini dipilih karena data yang didapat lebih representatif dibandingkan metode *end use*. Metode ekonometrik didasarkan pada faktor ekonomi makro yaitu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan permintaan sumber energi



tertentu. Dengan metode ekonometrik, dapat diasumsikan pertumbuhan kebutuhan biogasolin seiring dengan pertumbuhan perekonomian suatu daerah. Data PDRB yang digunakan adalah PDRB berdasarkan harga konstan sehingga tidak lagi memperhitungkan faktor inflasi yang berubah setiap tahun. Model ekonometrik yang digunakan akan menunjukkan faktor elastisitas (η) untuk menggambarkan bagaimana pengaruh Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) terhadap konsumsi (D) biogasolin setiap tahun. Persamaan untuk metode ekonometrik dapat dilihat pada Persamaan 4.1

$$\eta = \frac{(\Delta D / D)}{(\Delta PDRB / PDRB)} \quad (4.1)$$

Tren kebutuhan BBM dari tahun ke tahun selalu mengalami perubahan. Hal ini menyebabkan perubahan elastisitas dari tahun ke tahun. Untuk menentukan elastisitas selama beberapa tahun ke depan biasanya dilakukan dengan mengamati rata-rata elastisitas pada tahun sebelumnya. Hasil perhitungan elastisitas Gasolin dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Elastisitas Gasolin di DKI Jakarta

Tahun	Permintaan (kL)	PDRB (juta rupiah)	$\Delta D/D$	$\Delta PDRB/PDRB$	Elastisitas (η)
2000	108.974	1.919.660			
2001	112.617	1.970.725	0,0334	0,027	1,257
2002	115.289	2.024.305	0,0237	0,027	0,873
2003	117.730	2.094.106	0,0212	0,034	0,614
2004	109.593	2.160.778	-0,0691	0,032	-2,171
2005	116.748	2.238.613	0,0653	0,036	1,813
2006	111.123	2.308.010	-0,0482	0,031	-1,554
2007	117.791	2.379.558	0,0600	0,034	1,765
					$\bar{\eta} = 0,350$

Dapat dilihat pada Tabel 4.1, data kebutuhan biogasolin tidak komparabel untuk dijadikan acuan penentuan elastisitas. Berdasarkan kondisi tersebut, elastisitas gasolin dijadikan patokan untuk melakukan proyeksi kebutuhan biogasolin kedepan. Tren peningkatan Gasolin (Oktan 92) dan Biogasolin untuk tahun-tahun ke depan adalah sama karena Biogasolin memang direncanakan untuk mensubstitusi Gasolin [5]. Berdasarkan

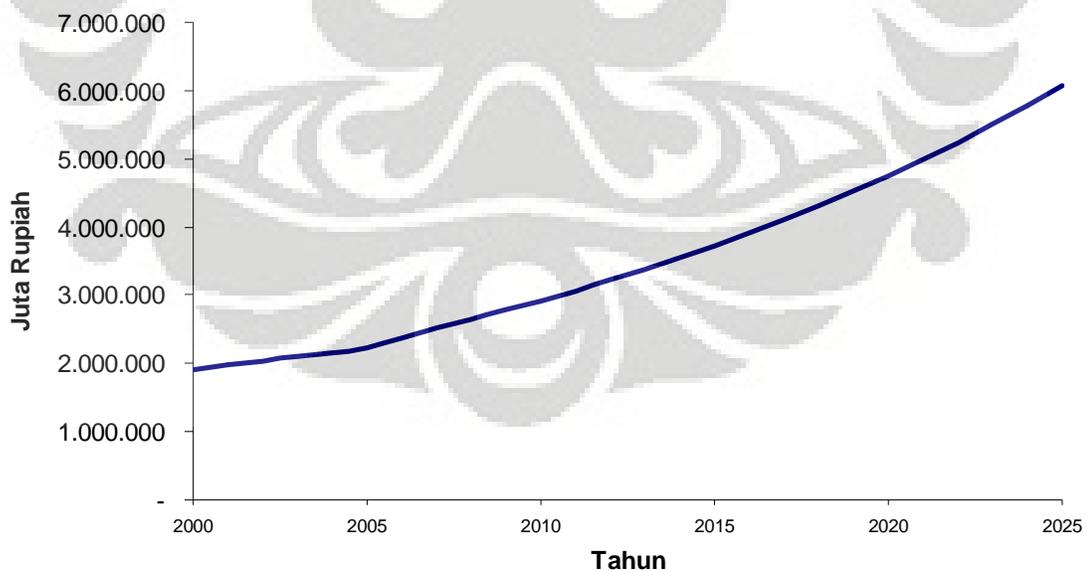


hasil perhitungan di Tabel 4.3 elastisitas rata-rata Gasolin adalah 0,35.

Pada metode ekonometrik, faktor eksogen yang mempengaruhi permintaan biogasolin adalah ekonomi makro. Pertumbuhan ekonomi di DKI Jakarta sebanding dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Berdasarkan data dari Bank Dunia [20], pertumbuhan PDB Indonesia untuk tahun 2008 diperkirakan sebesar 5%. Nilai tersebut diasumsikan konstan dan menjadi patokan pertumbuhan PDB Jakarta (α) sampai tahun 2025. Daerah Jakarta, yang merupakan daerah ibukota negara dan juga jantung perekonomian diasumsikan akan mengalami pertumbuhan yang sama dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Persamaan 4.2 digunakan untuk melakukan proyeksi pertumbuhan PDRB sampai tahun 2025.

$$PDRB_{N+1} = PDRB_N \cdot (1 + \alpha) \quad (4.2)$$

Variabel (α) adalah persentase proyeksi pertumbuhan PDRB DKI Jakarta. PDRB untuk tahun berikutnya ($PDRB_{N+1}$) adalah perkalian antara PDRB pada tahun ini ($PDRB_N$) dengan konstanta yang menunjukkan pertumbuhan PDRB ($1+\alpha$). Gambar 4.1 dan Tabel 4.4 menunjukkan proyeksi pertumbuhan PDRB Jakarta sampai tahun 2025.



Gambar 4. 1 Proyeksi Pertumbuhan PDRB DKI Jakarta



Tabel 4. 4 Proyeksi Pertumbuhan PDRB DKI Jakarta

Tahun	PDRB (Juta Rupiah)	Tahun	PDRB (Juta Rupiah)
2000	1.919.660	2013	3.380.464
2001	1.970.725	2014	3.549.487
2002	2.024.305	2015	3.726.961
2003	2.094.106	2016	3.913.309
2004	2.160.778	2017	4.108.975
2005	2.238.613	2018	4.314.423
2006	2.371.010	2019	4.530.145
2007	2.522.554	2020	4.756.652
2008	2.648.682	2021	4.994.484
2009	2.781.116	2022	5.244.209
2010	2.920.172	2023	5.506.419
2011	3.066.180	2024	5.781.740
2012	3.219.489	2025	6.070.827

Berdasarkan Gambar 4.2 dan Tabel 4.4, kondisi perekonomian makro DKI Jakarta yang direpresentasikan oleh Produk Domestik Regional Bruto akan terus meningkat. Perkiraan peningkatan PDRB Jakarta adalah sebesar 5% setiap tahunnya. Pada akhir tahun 2025 diperkirakan PDRB Jakarta mencapai 6 triliun atau meningkat 2,4 kali terhadap PDRB tahun 2007.

Persamaan 4.1 digunakan sebagai dasar memproyeksi permintaan biogasolin untuk tahun berikutnya. Proyeksi permintaan biogasolin pada tahun berikutnya (D_{N+1}) adalah penjumlahan dari permintaan biogasolin pada tahun ini (D_N) dan penambahan permintaan biogasolin (ΔD) seperti dapat dilihat pada Persamaan 4.3.

$$D_{N+1} = D_N + \Delta D \quad (4.3)$$

Pertambahan permintaan biogasolin (ΔD) dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu elastisitas (η), pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto ($\Delta PDRB/PDRB$) dan permintaan biogasolin pada tahun tersebut (D_N) seperti dapat dilihat pada Persamaan 4.4



$$\Delta D = \eta \cdot \left(\frac{\Delta PDRB}{PDRB} \right) \cdot D_N \quad (4.4)$$

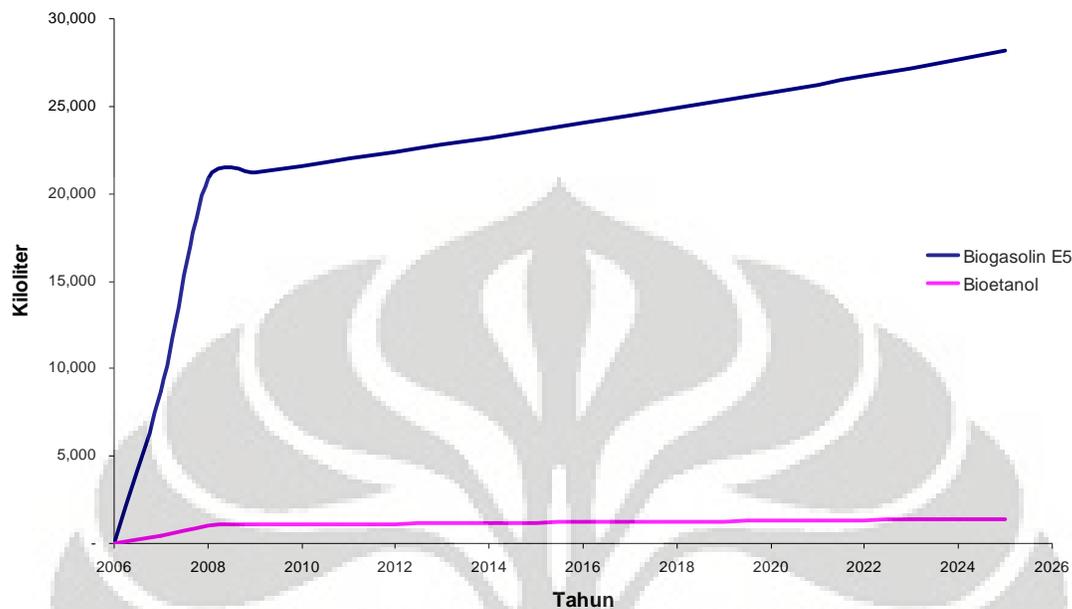
Substitusi Persamaan 4.4 ke Persamaan 4.3 akan membentuk Persamaan 4.5 yang akan digunakan sebagai persamaan untuk proyeksi permintaan biogasolin sampai tahun 2025.

$$D_{N+1} = D_N \cdot \left[1 + \eta \cdot \left(\frac{\Delta PDRB}{PDRB} \right) \right] \quad (4.5)$$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 4.5, proyeksi permintaan biogasolin untuk Skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2.

Tabel 4. 5 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 1

Tahun	Biogasolin E5 (kL)	Bioetanol (kL)
2006	16	0,80
2007	8.694	434
2008	20.840	1.042
2009	21.214	1.060
2010	21.594	1.079
2011	21.981	1.099
2012	22.375	1.118
2013	22.776	1.138
2014	23.184	1.159
2015	23.599	1.179
2016	24.022	1.201
2017	24.453	1.222
2018	24.891	1.244
2019	25.337	1.266
2020	25.791	1.289
2021	26.254	1.312
2022	26.724	1.336
2023	27.203	1.360
2024	27.691	1.384
2025	28.187	1.409



Gambar 4. 2 Proyeksi Permintaan Biogasolin Skenario 1

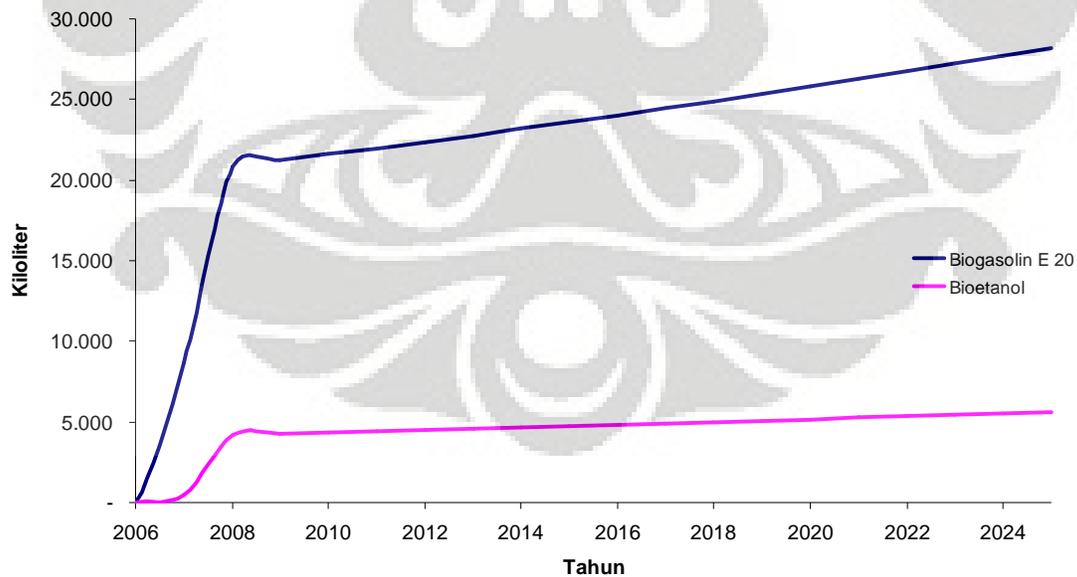
Dari hasil proyeksi pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.2 terdapat peningkatan permintaan yang signifikan pada tahun 2008, dimana pada tahun tersebut diasumsikan 10% dari gasolin akan mulai disubstitusi ke biogasolin sehingga total biogasolin yang dibutuhkan pada tahun 2008 adalah 20.841 kL. Permintaan biogasolin pada tahun 2025 mencapai 28.187 kL atau 1,4 kali lebih besar dari permintaan tahun 2008. Di sisi lain, kebutuhan bioetanol pada tahun 2008 sebesar 1.042 kL dan akan terus meningkat sampai kisaran 1.409 kL pada tahun 2025.



Proyeksi permintaan biogasolin untuk Skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3.

Tabel 4. 6 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 2

Tahun	Biogasolin E 20 (kL)	Bioetanol (kL)
2006	16	0,8
2007	8.694	435
2008	20.840	4.168
2009	21.214	4.243
2010	21.594	4.319
2011	21.981	4.396
2012	22.375	4.475
2013	22.776	4.555
2014	23.184	4.637
2015	23.599	4.720
2016	24.022	4.804
2017	24.453	4.891
2018	24.891	4.978
2019	25.337	5.067
2020	25.791	5.158
2021	26.254	5.251
2022	26.724	5.345
2023	27.203	5.441
2024	27.691	5.538
2025	28.187	5.637



Gambar 4. 3 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 2

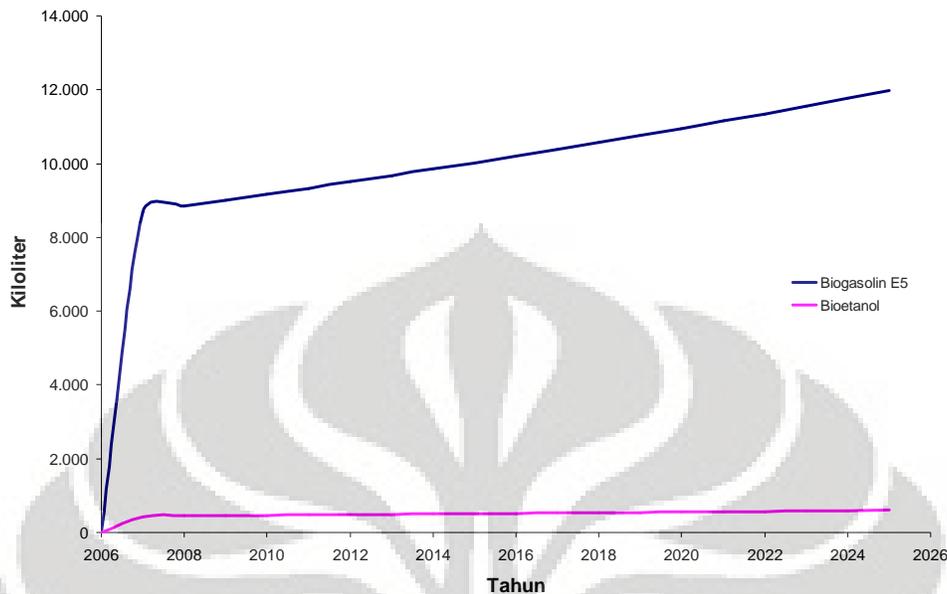


Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 kebutuhan biogasolin Skenario 2 sama dengan kebutuhan pada Skenario 1. Sementara itu, kebutuhan bioetanol untuk Skenario 2 lebih besar dari Skenario 1. Pada Skenario 2, komposisi bioetanol sebesar 20% dari total biogasolin. Pada tahun 2008 kebutuhan bioetanol sebesar 4.168 kL atau empat kali lebih besar dibandingkan kebutuhan Skenario 1 pada tahun yang sama. Pada akhir tahun 2025 kebutuhan bioetanol diperkirakan mencapai 5.637 kL.

Proyeksi permintaan untuk Skenario 3 dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.4.

Tabel 4. 7 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 3

Tahun	Biogasolin E 5 (kL)	Bioetanol (kL)
2006	16	0,8
2007	8.694	435
2008	8.850	442
2009	9.008	450
2010	9.170	458
2011	9.334	467
2012	9.502	475
2013	9.672	484
2014	9.845	492
2015	10.022	501
2016	10.201	510
2017	10.384	519
2018	10.570	529
2019	10.760	538
2020	10.952	548
2021	11.149	557
2022	11.349	567
2023	11.552	578
2024	11.759	588
2025	11.970	598



Gambar 4. 4 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 3

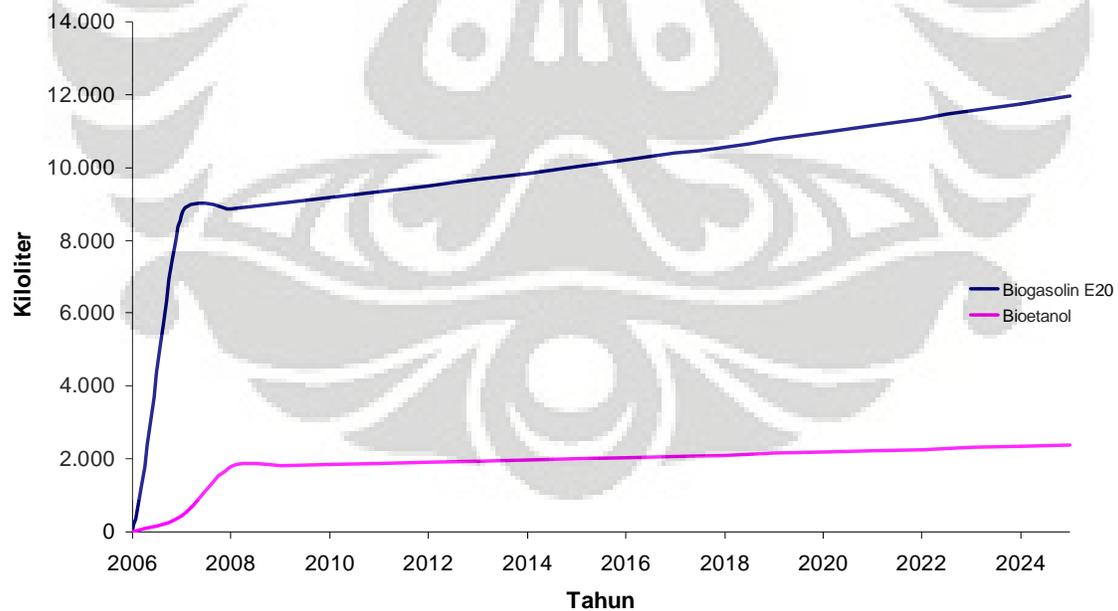
Dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.4 bahwa permintaan biogasolin pada Skenario 3 lebih kecil dari Skenario 1 dan 2. Pada Skenario 3, biogasolin menjadi bahan bakar alternatif pendamping gasolin, sehingga permintaan biogasolin tidak mengalami peningkatan drastis. Kebutuhan biogasolin pada tahun 2008 adalah 8.850 kL. Permintaan biogasolin pada tahun 2025 akan mencapai 11.970 kL atau 1,4 kali lebih besar dari permintaan tahun 2008. Sementara itu, kebutuhan bioetanol pada tahun 2008 sebesar 442 kL dan akan terus meningkat sampai kisaran 598 kL pada tahun 2025.

Proyeksi permintaan untuk Skenario 4 dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.5.



Tabel 4. 8 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 4

Tahun	Permintaan Biogasolin (kL)
2007	16
2008	8.694
2009	8.850
2010	9.008
2011	9.170
2012	9.334
2013	9.502
2014	9.672
2015	9.845
2016	10.022
2017	10.201
2018	10.384
2019	10.570
2020	10.760
2021	10.952
2022	11.149
2023	11.349
2024	11.552
2025	11.759



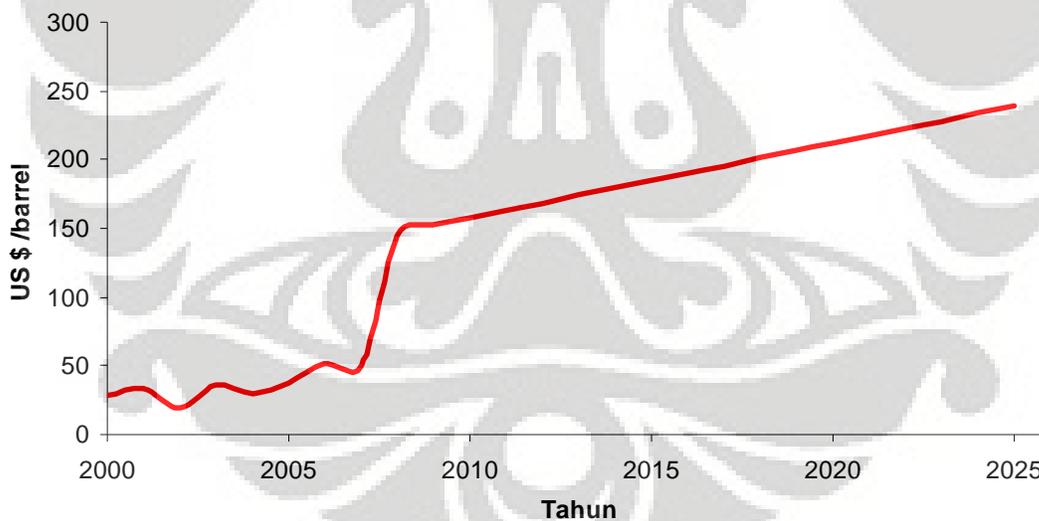
Gambar 4. 5 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 4



Sesuai dengan Gambar 4.5 dan Tabel 4.8 kebutuhan biogasolin Skenario 4 sama dengan kebutuhan pada Skenario 3. Namun kebutuhan bioetanol untuk Skenario 2 lebih besar dari Skenario 1 karena komposisi bioetanol sebesar 20% dari total biogasolin. Kebutuhan bioetanol Skenario 4 sebesar 1.796 kL dan akan mencapai 2.393 kL pada akhir tahun 2025. Secara umum, kebutuhan bioetanol untuk Skenario 4 lebih besar empat kali dibandingkan Skenario 3.

4.2 PROYEKSI HARGA MINYAK DUNIA

Sebelum menentukan biaya rantai suplai perlu dilakukan proyeksi harga gasolin dunia untuk menentukan biaya rantai suplai sampai tahun 2025. Proyeksi ini didasarkan pada laporan pada situs *International Energy Agency*[21]. Proyeksi didasarkan pada harga gasolin bulan Juni 2008 sebesar 149 US \$ per barrel atau Rp 8.235 per liter dan diasumsikan tidak ada lagi lonjakan drastis seperti yang terjadi pada awal tahun 2008. Gambar 4.6 menunjukkan proyeksi harga minyak dunia sampai tahun 2025.



Gambar 4. 6 Proyeksi Harga Minyak Dunia [21]

Berdasarkan hasil proyeksi pada tahun 2025 harga minyak akan mencapai 239 US\$ per barrel atau mengalami kenaikan sebesar 65% dibandingkan Juni 2008. Menurut laporan IEA harga minyak diperkirakan tidak akan mengalami penurunan karena kenaikan permintaan negara-negara di dunia terutama Cina dan India. Dari sisi suplai



produksi minyak baik negara anggota OPEC atau non OPEC tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan dunia. Selain itu masalah geopolitik di beberapa negara dengan cadangan minyak terbesar seperti Iran, Nigeria dan Venezuela juga menjadi salah satu faktor yang membuat harga minyak sulit diprediksi.

4.3 ANALISIS INVESTASI UNIT *BLENDING*/PENYIMPANAN

Kualitas biogasolin sangat ditunjang oleh pencampuran (*blending*) yang baik. Pencampuran biogasolin saat ini dilakukan pada truk pengangkut. Secara teknis proses pencampuran tersebut kurang ideal, karena ada kemungkinan campuran tidak bersifat homogen. Selain itu terdapat kemungkinan campuran tidak homogen pada komposisi bioetanol yang lebih tinggi yaitu pada Skenario 2 dan 4. Oleh karena itu dibutuhkan unit *blending* untuk menunjang pencampuran yang baik. Rencana unit pencampuran yang akan dibangun adalah berupa tangki penyimpanan dimana bioetanol dan gasolin akan dimasukkan ke dalamnya dan didiamkan untuk kemudian diangkut menggunakan truk tangki. Sistem pencampuran ini juga diterapkan di Amerika dimana terdapat unit penyimpanan di area kilang yang akan menginjeksikan bioetanol ke dalam gasolin oktan 95 [18].

Dalam menentukan kapasitas unit *blending* diasumsikan unit tersebut dapat memenuhi konsumsi gasolin di DKI Jakarta selama 2 hari. Rata-rata konsumsi biogasolin DKI Jakarta sebesar 78 kL per hari sehingga kapasitas unit *blending* / penyimpanan yang dibutuhkan adalah 160 kL.

Besaran biaya investasi dan biaya O&M ditentukan berdasarkan metode Lang. Adapun asumsi yang digunakan pada metode ini adalah:

- Biaya konstruksi sebesar 30% dari total harga alat
- Biaya instrumentasi sebesar 10% dari total harga alat
- Biaya perawatan sebesar 5% dari total biaya alat.

Selain itu untuk kebutuhan operasional, dibutuhkan dua orang pekerja dengan gaji @ Rp 3.000.000 per bulan. Rincian biaya investasi unit *blending* ditunjukkan pada Tabel 4.9.



Tabel 4. 9 Rincian Investasi Unit *Blending*

Jenis	Jumlah	Keterangan
Investasi		
Biaya Alat	510.000.000	
Konstruksi	153.000.000	30% dari biaya alat
Instrumentasi	51.000.000	10% dari biaya alat
Total Investasi	714.000.000	
Umur Manfaat	20	tahun
<i>Cost of Capital</i>	10%	
CAPEX	83.866.172	
CRF	0.117459625	
Operasional dan Perawatan		
Pegawai	120.000.000	2 orang @5 juta/bulan
Perawatan	4.193.309	5% dari biaya alat
Total O&M	124.193.309	per tahun
Total Biaya	208.059.480	Per tahun

Harga tangki penyimpanan dengan kapasitas 160 kL sebesar Rp 510.000.000. Biaya konstruksi unit *blending* sebesar 30% dari biaya alat atau Rp 153.000.000. Sementara itu pemasangan alat instrumentasi sebesar 10% dari biaya alat atau setara dengan Rp 51.000.000. Dengan asumsi umur manfaat selama 20 tahun dan *cost of capital* 10%, didapat besarnya *capital expenditure* tahunan sebesar Rp 83.866.172. Biaya operasional dan perawatan terdiri dari gaji pekerja dan biaya perawatan unit *blending*. Total biaya gaji pekerja adalah Rp 120.000.000 per tahun sedangkan biaya perawatan diperkirakan 5% dari pengeluaran *capital expenditure* tahunan atau sebesar Rp 4.193.308.

Biaya *blending* per liter untuk tiap skenario didapat dari total biaya dibagi dengan kapasitas pada tahun tersebut. Berdasarkan Tabel 4.10 biaya *blending* per liter akan mengalami penurunan sampai tahun 2025 karena volume penjualan biogasolin yang makin tinggi. Rata-rata biaya *blending* termurah adalah pada Skenario 1 dan 2 sebesar Rp



8,62 per liter. Pada skenario ini volume biogasolin yang dibutuhkan paling besar dibandingkan dua skenario lain. Pada akhir tahun 2025, biaya *blending* mengalami penurunan sebesar 35% dibandingkan tahun 2008. Tabel 4.10 menunjukkan biaya *blending* sampai tahun 2025 untuk setiap skenario.

Tabel 4. 10 Biaya *Blending* untuk Setiap Skenario (Rp per Liter)

Tahun	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
2008	9,98	9,98	23,51	23,51
2009	9,81	9,81	23,10	23,10
2010	9,64	9,64	22,69	22,69
2011	9,47	9,47	22,29	22,29
2012	9,30	9,30	21,90	21,90
2013	9,14	9,14	21,51	21,51
2014	8,97	8,97	21,13	21,13
2015	8,82	8,82	20,76	20,76
2016	8,66	8,66	20,40	20,40
2017	8,51	8,51	20,04	20,04
2018	8,36	8,36	19,68	19,68
2019	8,21	8,21	19,34	19,34
2020	8,07	8,07	19,00	19,00
2021	7,92	7,92	18,66	18,66
2022	7,79	7,79	18,33	18,33
2023	7,65	7,65	18,01	18,01
2024	7,51	7,51	17,69	17,69
2025	7,38	7,38	17,38	17,38



4.4 ANALISIS INVESTASI DISPENSER DAN TANGKI PENDAM

Untuk bisa melaksanakan Skenario 3 dan 4 dimana biogasolin berperan sebagai bahan bakar alternatif yang menjadi pilihan selain gasolin maka dibutuhkan instalasi penyimpanan baru yaitu dispenser dan tangki pendam. Ada beberapa jenis ukuran tangki pendam seperti dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4. 11 Harga Tangki Pendam dan Dispenser [19]

No.	Jenis	Harga
1	Tangki pendam 20 kL	Rp 45.000.000,00
2	Tangki pendam 30 kL	Rp 55.000.000,00
3	Tangki pendam 45kL	Rp 75.000.000,00
4	Dispenser 2 <i>nozzle</i>	Rp. 85.000.000,00

Pada perhitungan ini akan digunakan tangki pendam berkapasitas 20 kiloliter sebanyak 1 buah dan 1 buah dispenser untuk tiap SPBU. Besaran biaya investasi dan biaya O&M ditentukan berdasarkan metode Lang. Adapun asumsi yang digunakan pada metode ini adalah:

- Biaya konstruksi sebesar 30% dari total harga alat
- Biaya instrumentasi sebesar 10% dari total harga alat
- Biaya perawatan sebesar 5% dari total biaya alat.
- Biaya operasional dua pegawai @ Rp 2.000.000 per bulan

Tabel 4.12 menunjukkan biaya investasi untuk pembangunan tanki timbun dan dispenser baru untuk seluruh SPBU di DKI Jakarta.



Tabel 4. 12 Rincian Investasi Tangki Timbun dan Dispenser

Jenis	Jumlah	Keterangan
Investasi		
Tangki Timbun	45.000.000	
Dispenser	85.000.000	
Total Alat	28.730.000.000	
Konstruksi	8.619.000.000	30% dari biaya alat
Instrumentasi	2.873.000.000	10% dari biaya alat
Total Investasi	40.222.000.000	
Umur Manfaat	20	tahun
<i>Cost of Capital</i>	10%	
CAPEX	4.724.461.028	per tahun
CRF	0,117459625	
Operasional dan Perawatan		
Pegawai	10.608.000.000	2 orang @5 juta/bulan
Perawatan	236.223.051,38	5% dari biaya alat
Total O&M	10.844.223.051,38	per tahun
Total Biaya	15.568.684.078,98	per tahun

Harga tangki timbun dengan kapasitas 20 kL sebesar Rp 45.000.000 dan dispenser sebesar Rp 85.000.000. Total biaya unit penyimpanan baru sebesar Rp 28 triliun untuk 221 SPBU di Jakarta. Biaya konstruksi unit penyimpanan sebesar 30% dari biaya alat atau Rp 8.619.000.000. Sementara itu pemasangan alat instrumentasi sebesar 10% dari biaya alat atau setara dengan Rp 2.873.000.000. Dengan asumsi umur manfaat selama 20 tahun dan *cost of capital* 10%, didapat besarnya *Capital Expenditure* tahunan sebesar Rp 4.724.461.028. Biaya operasional dan perawatan terdiri dari gaji pekerja dan biaya perawatan unit baru. Total biaya gaji pekerja adalah Rp 10.608.000.000 per tahun sedangkan biaya perawatan diperkirakan 5% dari pengeluaran *capital expenditure* tahunan atau sebesar Rp 226.223.051.



Biaya unit penyimpanan untuk setiap skenario didapat dari pembagian biaya investasi dan O&M unit penyimpanan baru dibagi kapasitas per tahun. Dapat dilihat pada Tabel 4.13 karena permintaan biogasolin untuk skenario 3 dan 4 kecil, maka biaya penambahan unit penyimpanan biogasolin per liter relatif besar. Rata-rata biaya penyimpanan per liter untuk Skenario 3 dan 4 adalah Rp 1.519 per liter. Pada akhir tahun 2025, biaya unit penyimpanan mencapai Rp 1.300 per liter atau mengalami penurunan sebesar 26% dibandingkan tahun 2008. Tabel 4.13 menunjukkan biaya penambahan unit penyimpanan untuk Skenario 3 dan 4 sejak tahun 2008-2025



Tabel 4. 13 Biaya per Liter Tangki Timbun dan Dispenser

Tahun	Skenario 3 & 4 (Rp/L)
2008	1.759
2009	1.728
2010	1.697
2011	1.667
2012	1.638
2013	1.609
2014	1.581
2015	1.553
2016	1.526
2017	1.499
2018	1.472
2019	1.446
2020	1.421
2021	1.396
2022	1.371
2023	1.347
2024	1.323
2025	1.300

Berdasarkan Tabel 4.13, biaya penambahan tangki timbun terbilang besar. Hal ini disebabkan besarnya investasi yang harus dikeluarkan setiap SPBU untuk tangki timbun dan dispenser. Di sisi lain, jumlah permintaan biogasolin untuk Skenario 3 dan 4 lebih kecil dibandingkan skenario 3 dan 4 sehingga biaya per unit penyimpanan baru relatif besar.

4.5 ANALISIS KONDISI INFRASTRUKTUR

Bagian ini menjelaskan kondisi infrastruktur yang terlibat dalam rantai suplai biogasolin. Berdasarkan perhitungan, kapasitas seluruh infrastruktur dapat mengamankan suplai biogasolin sampai tahun 2025.



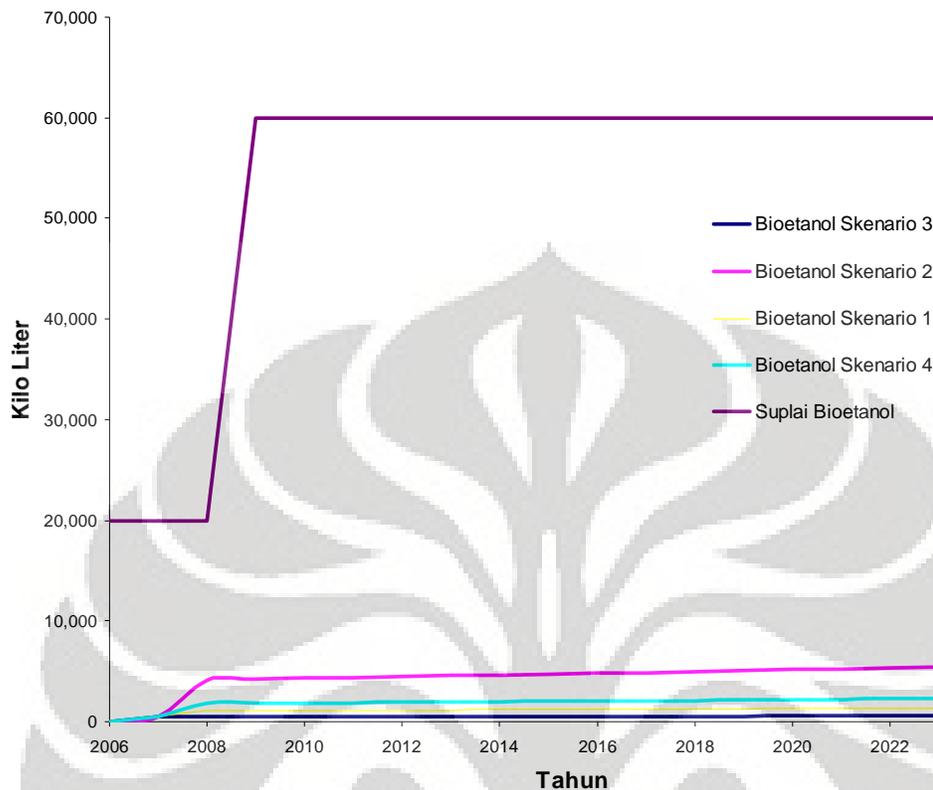
4.5.1 Pabrik Bioetanol

Sampai tahun 2020 diperkirakan akan berdiri 5 pabrik bioetanol yang tersebar di beberapa daerah di Indonesia. Tabel 4.14 menunjukkan beberapa pabrik bioetanol yang telah dan akan beroperasi di sekitar Jakarta.

Tabel 4. 14 Pasokan Bioetanol untuk kebutuhan di Indonesia [10,11,12]

No	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas per Tahun (kL)
1	Medco Energi	Lampung	180.000
2	Molindo Raya Industrial	Jawa Timur	20.000
3	PTPN	Jawa Timur	40.000
4	Rajawali Nasional Indonesia	Jawa Barat	40.000
5	Mitra Sae International	Jawa Barat	20.000

Kebutuhan bioetanol untuk daerah Jakarta tidak terlalu besar sehingga kebutuhan tersebut dapat disuplai oleh 1 pabrik saja. Pasokan bioetanol saat ini berasal dari Molindo Raya yang berlokasi di Malang. Untuk menghasilkan biaya suplai yang paling rendah, direkomendasikan untuk memilih pabrik bioetanol di daerah yang terdekat dengan DKI Jakarta yaitu Jawa Barat. Terdapat dua pabrik bioetanol di Jawa Barat yang akan beroperasi yaitu milik Rajawali Nusantara Indonesia dengan kapasitas 40.000 kL atau Mitra Sae International dengan kapasitas 20.000 kL. Berdasarkan Gambar 4.7 suplai dari dua pabrik tersebut dapat mencukupi kebutuhan bioetanol sampai tahun 2025. Dengan kapasitas pabrik sebesar 60.000 kL per tahun, permintaan bioetanol untuk Skenario 2 dimana kebutuhan bioetanol paling besar dibandingkan dengan skenario lainnya dapat terpenuhi.



Gambar 4. 7 Kapasitas Pabrik Bioetanol dan Permintaan Bioetanol DKI Jakarta

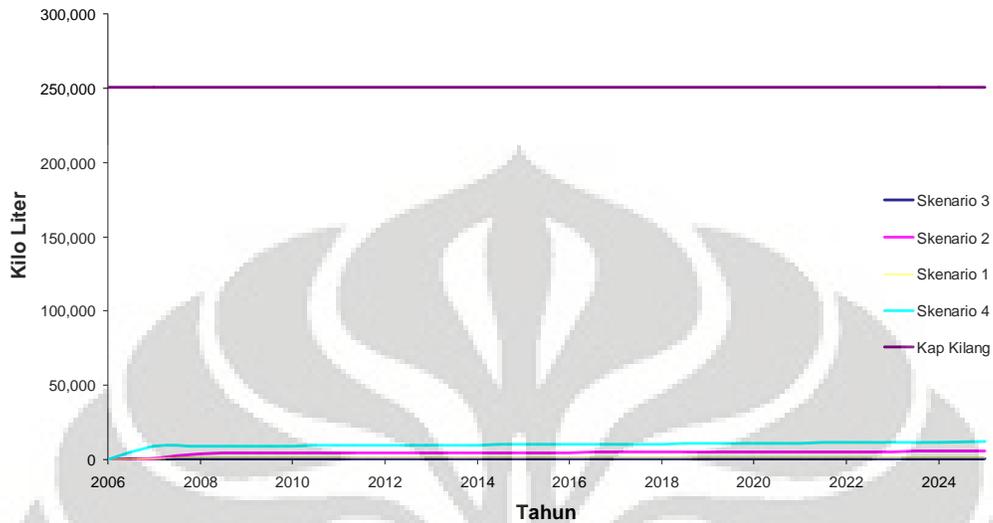
Faktor lain yang dapat menjamin ketersediaan suplai adalah tidak ada disparitas harga antara pasar domestik dan internasional. Biogasolin bukan merupakan bahan bakar subsidi maka harga jual ke konsumen sesuai dengan harga pasar. Dengan kondisi tersebut, produsen bioetanol cenderung memilih pasar domestik karena biaya transportasi yang lebih murah.

4.5.2 Kilang

Gambar 4.8 menunjukkan kapasitas kilang Balongan dalam memproduksi Gasolin (Oktan 92). Kilang Balongan mensuplai gasolin untuk kebutuhan Pulau Jawa dan sekitarnya. Pada tahun 2005 produksi gasolin kualitas tinggi Kilang Balongan adalah 250.377 kL. Walau kapasitas produksi Kilang Balongan mengalami penurunan [2], untuk kebutuhan daerah Jakarta kilang tersebut masih dapat memenuhi kebutuhan gasolin



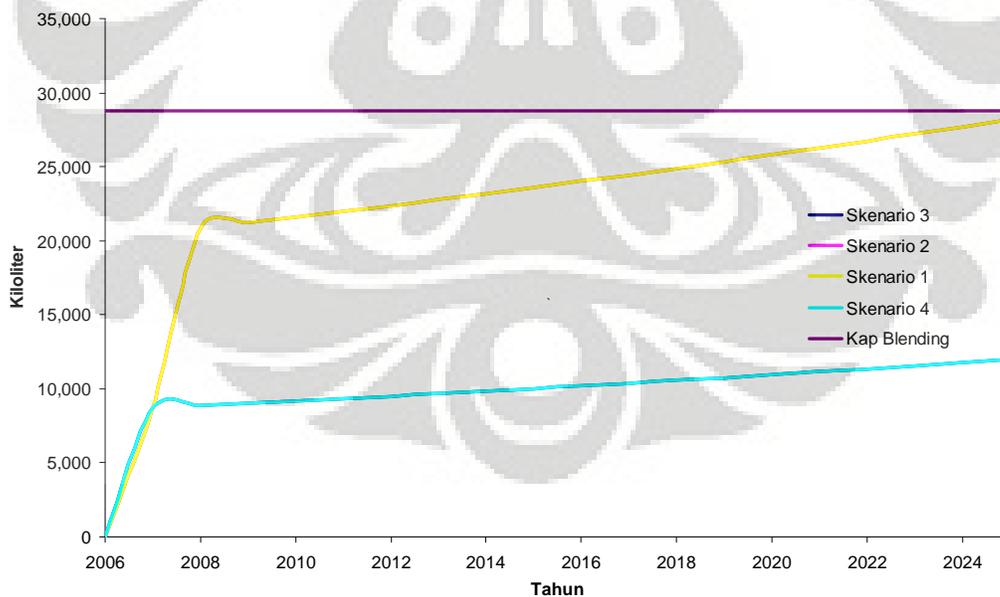
sampai tahun 2025 dimana kebutuhan gasolin tertinggi terdapat pada Skenario 1 yaitu 26.777 kL.



Gambar 4. 8 Kapasitas Produksi Gasolin (Oktan 92) Kilang Balongan [2]

4.5.3 Unit Blending

Gambar 4.9 menunjukkan kapasitas unit blending terhadap permintaan biogasolin



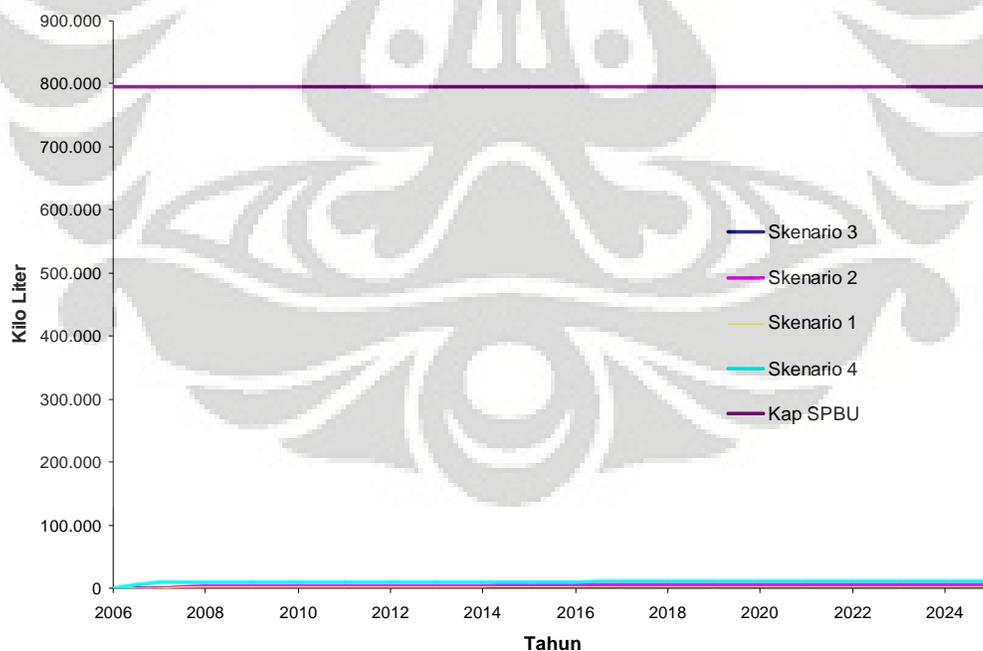
Gambar 4. 9 Kapasitas Unit Blending & Permintaan Biogasolin DKI Jakarta



Volume unit blending biogasolin yang digunakan adalah 160 kL. Dengan asumsi unit blending mengalami pengisian dalam periode 5 hari sekali, maka kapasitas unit blending terpasang selama 1 tahun sebesar 28.800 kL seperti dapat dilihat pada Gambar 4.9. Kapasitas tersebut masih lebih besar dibandingkan kebutuhan biogasolin terbanyak pada Skenario 1 dan 2 yaitu sebesar 28.186 kL pada tahun 2025. Berdasarkan Gambar 4.9, juga dapat dilihat bahwa unit blending dapat memenuhi kebutuhan biogasolin sampai tahun 2025

4.5.4 SPBU

Sampai tahun 2007, terdapat 221 SPBU yang tersebar di seluruh Jakarta, mayoritas dari SPBU tersebut melayani penjualan Gasolin kualitas tinggi. Kapasitas tangki timbun untuk sebuah SPBU diasumsikan seragam yaitu 20 kL. Dengan asumsi pengisian dua hari sekali maka kapasitas tepasang untuk SPBU di seluruh Jakarta selama 1 tahun adalah 795.600 kL. Perbandingan kapasitas SPBU dan kebutuhan bioetanol dapat dilihat pada Gambar 4.10 Berdasarkan Gambar 4.10 juga dapat dilihat bahwa sampai tahun 2025 kebutuhan bigasolin dapat disuplai oleh seluruh SPBU tanpa ada penambahan tangki timbun baru.



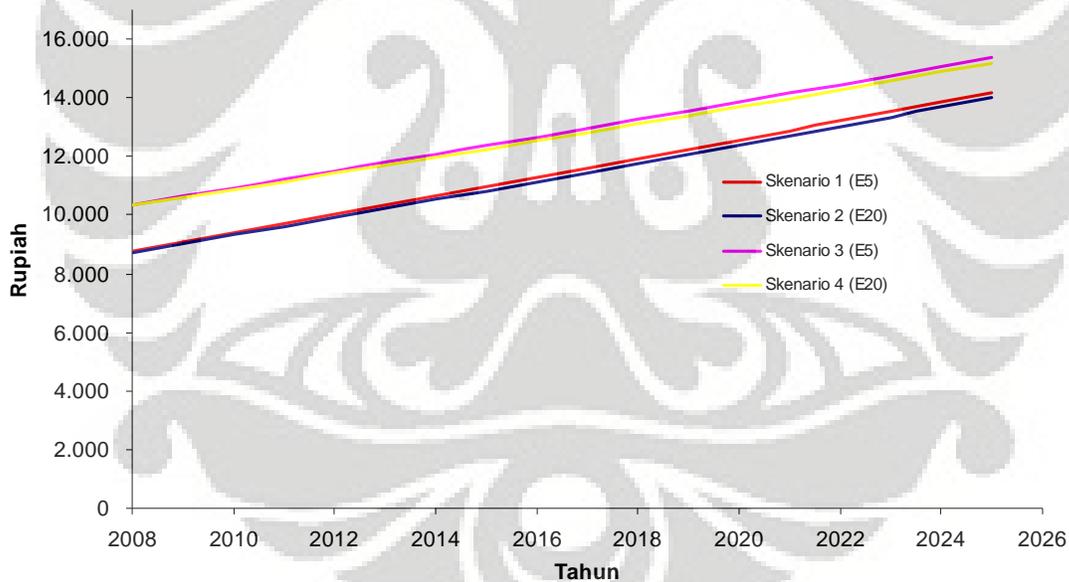
Gambar 4. 10 Kapasitas SPBU dan Permintaan Biogasolin DKI Jakarta



4.6 ANALISIS TOTAL BIAYA RANTAI SUPLAI

Setiap skenario akan memberikan hasil perhitungan biaya rantai suplai yang berbeda berdasarkan komposisi dan penambahan infrastruktur yang terkait. Biaya rantai suplai untuk setiap skenario dapat dilihat pada Gambar 4.11 sampai Gambar 4.15.

Gambar 4.11 menunjukkan biaya rantai suplai biogasolin seluruh skenario. Secara umum, biaya rantai suplai terus mengalami kenaikan. Dari Gambar 4.11 juga dapat dilihat, semakin besar kandungan bioetanol dalam gasolin maka biaya per liternya akan semakin murah. Hal ini terjadi karena harga bioetanol di pasar internasional lebih murah dibandingkan harga gasolin sehingga komposisi bioetanol yang lebih besar akan menurunkan biaya rantai suplai biogasolin. Pada penelitian ini, komponen bioetanol dan gasolin dihitung biayanya berdasarkan harga pasar.



Gambar 4. 11 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 1-4

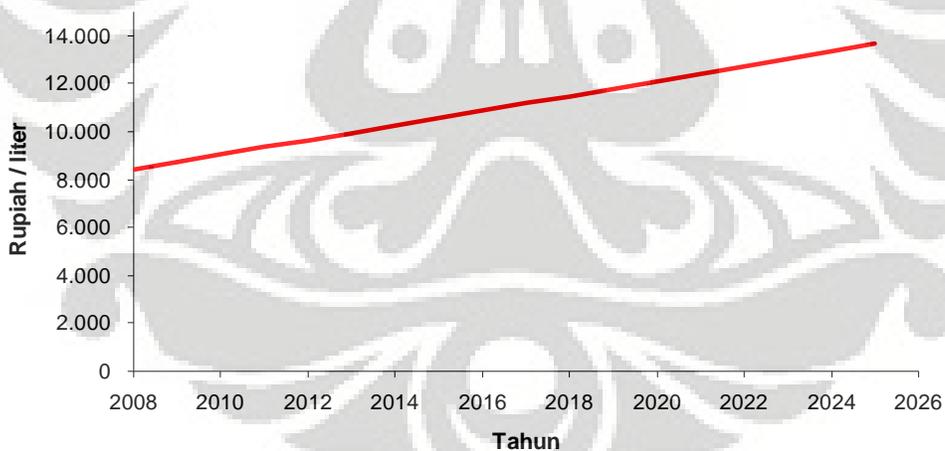
Untuk skenario BBM substitusi pada komposisi yang berbeda yaitu Skenario 1 (E5) dan Skenario 2 (E20) rata-rata perbedaan biaya rantai suplai biogasolin adalah Rp 129 per liter. Pada tahun 2008 Skenario 2 (E20) lebih rendah Rp 26 per liter dibandingkan Skenario 1 (E5) sedangkan pada tahun 2025 Skenario 2 (E20) lebih rendah



Rp 184 per liter dibandingkan Skenario 1 (E5). Secara umum skenario BBM substitusi (1&2) lebih rendah dibandingkan skenario BBM alternatif (3&4).

Pada Skenario BBM alternatif, permintaan biogasolin lebih sedikit dan memerlukan biaya investasi tangki timbun dalam jumlah besar. Hal ini berakibat pada biaya per liter yang lebih tinggi. Sebagai perbandingan, untuk komposisi yang sama skenario BBM alternatif lebih tinggi Rp 1.605 per liter pada tahun 2008. Selisih tersebut semakin kecil sampai tahun 2025. Pada tahun 2025 skenario BBM alternatif lebih mahal Rp 1.187 per liter dibandingkan skenario BBM substitusi. Secara umum, biaya rantai suplai Skenario 3 (E5) lebih mahal dibandingkan Skenario 4 (E20). Hal ini disebabkan karena komposisi bioetanol pada skenario 3 lebih rendah dari skenario 4. Rata-rata selisih antara Skenario 3 dan 4 adalah Rp 129 per liter.

Dari hasil perhitungan biaya bahan bioetanol adalah Rp 8.210 per liter atau 0,88 \$ per liter biaya ini hampir sama dengan harga bioetanol di yang diekspor dari Indonesia yaitu 0,92 US \$ per liter. Untuk harga gasolin, dengan asumsi harga gasolin sebesar 147 US \$ maka biaya gasolin keluar kilang adalah Rp 8.347 per liter.

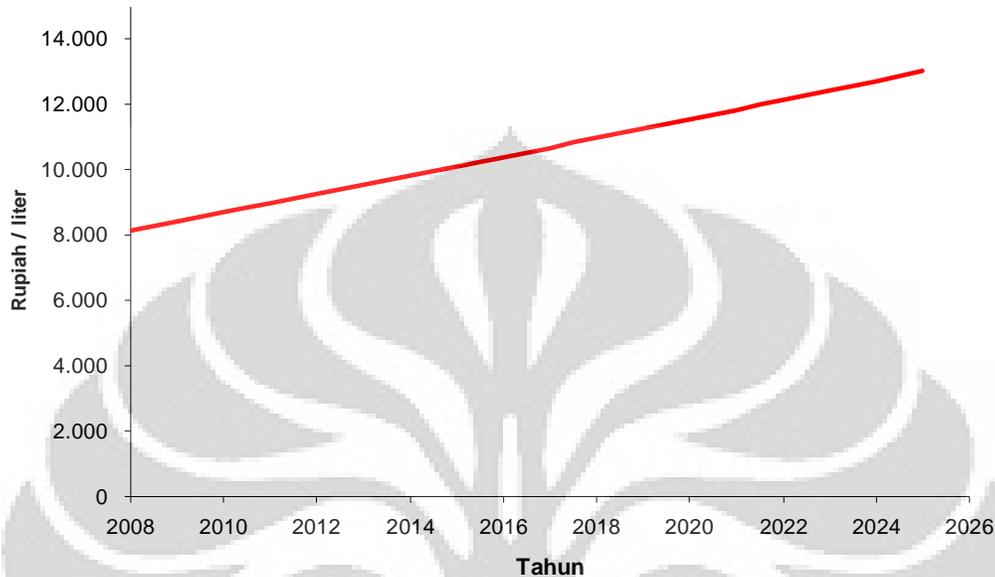


Gambar 4. 12 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 1 (E5)

Gambar 4.12 menunjukkan biaya rantai suplai untuk skenario 1. Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa biaya rantai suplai biogasolin akan mengalami peningkatan sampai tahun 2025. Pada tahun 2008 biaya rantai suplai biogasolin adalah Rp 8.431 per

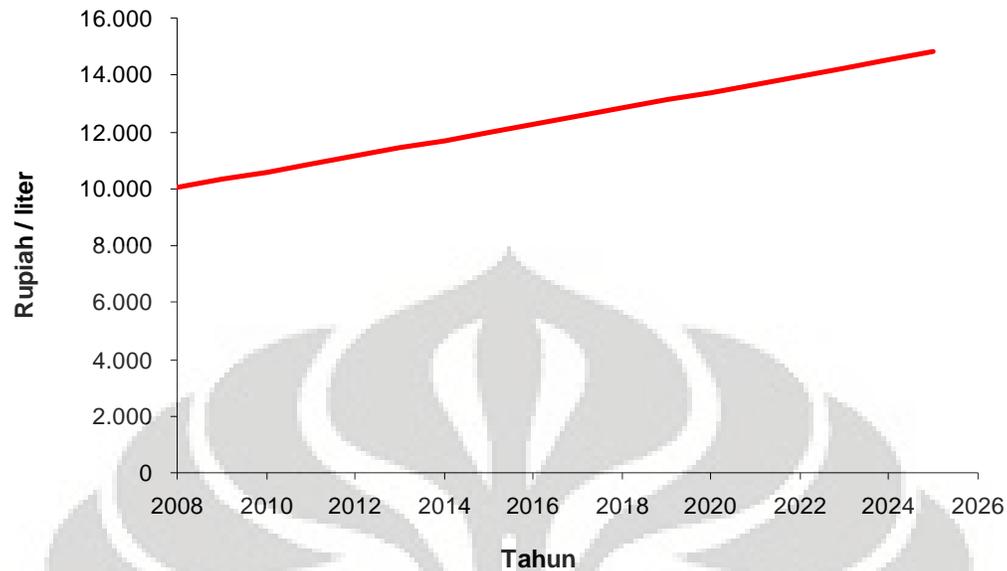


liter. Pada tahun 2025 biaya rantai suplai biogasolin Skenario 1 mencapai Rp 13.650 atau meningkat sebesar 62% dibandingkan tahun 2008.



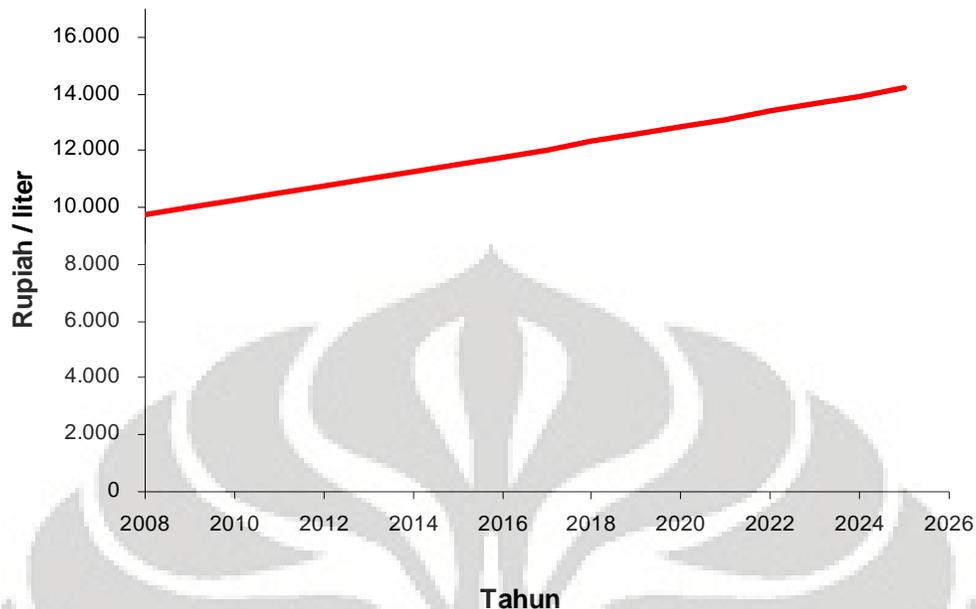
Gambar 4. 13 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 2 (E20)

Biaya rantai suplai Skenario 2 dapat dilihat pada Gambar 4.13. Dengan jumlah biogasolin yang sama dengan Skenario 1, biaya Skenario 2 lebih murah. Hal ini disebabkan karena komposisi bioetanol pada Skenario 2 jumlahnya lebih banyak. Pada tahun 2008 biaya rantai suplai biogasolin skenario 2 adalah Rp 8.142 per liter. Pada tahun 2025 biaya rantai suplai biogasolin skenario ini mencapai Rp 13.032 atau meningkat sebesar 62% dibandingkan tahun 2008.



Gambar 4. 14 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 3 (E5)

Gambar 4.14 menunjukkan biaya rantai suplai Skenario 3. Pada tahun 2008 biaya rantai suplai biogasolin adalah Rp 10.037 per liter. Pada tahun 2025 biaya rantai suplai biogasolin Skenario 3 mencapai Rp 14.837 atau meningkat sebesar 48% dibandingkan tahun 2008.



Gambar 4. 15 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 4 (E20)

Pada Gambar 4.15 dapat dilihat bahwa biaya rantai suplai biogasolin akan mengalami peningkatan sampai tahun 2025. Pada tahun 2008 biaya rantai suplai biogasolin adalah Rp 9.749 per liter. Pada tahun 2025 biaya rantai suplai biogasolin Skenario 3 mencapai Rp 14.219 per liter atau meningkat sebesar 48% dibandingkan tahun 2008. Biaya rantai suplai Skenario 4 lebih rendah dibandingkan Skenario 3 karena komposisi bioetanol yang lebih banyak.

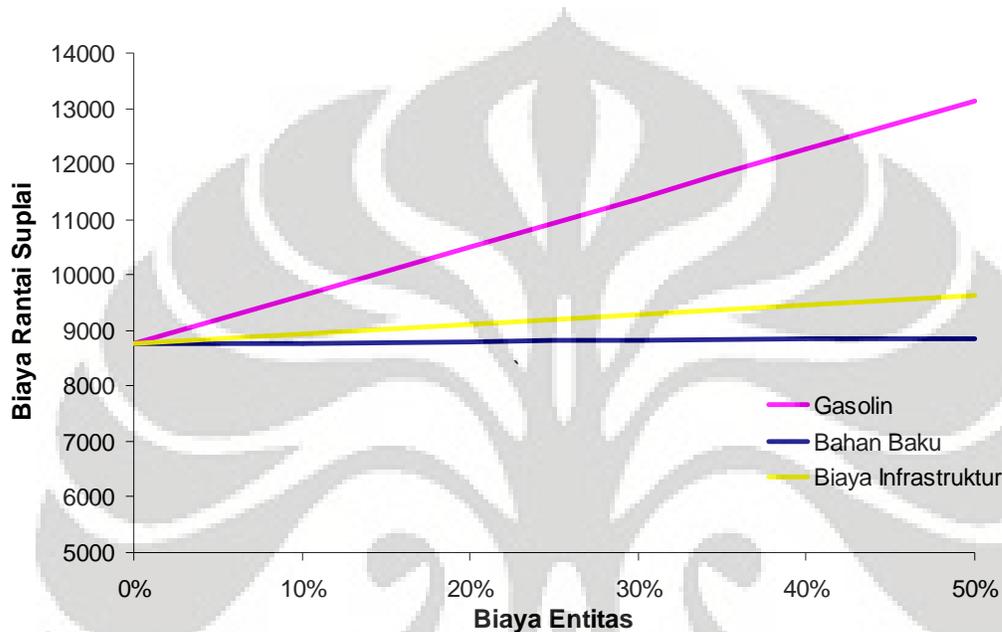
4.7 ANALISIS SENSITIVITAS MODEL

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar suatu variabel atau biaya suatu entitas berpengaruh terhadap keseluruhan biaya rantai suplai. Karena besarnya variabel tersebut mengalami perubahan setiap tahun, maka digunakan basis pada tahun dilakukan penelitian yaitu tahun 2008. Perhitungan sensitivitas ini dimulai pada nilai awal variabel sebagai basis sampai deviasi sebesar 50% dari nilai awal tersebut. Ada empat variabel penting yang terdapat pada variabel rantai suplai yang akan dianalisa pada pembahasan kali ini yaitu:



1. Biaya gasolin
2. Biaya bahan baku bioetanol
3. Biaya penambahan infrastruktur baru (Skenario 3 dan 4)
4. Komposisi bioetanol

Hasil perhitungan sensitivitas variabel 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 16 Sensitivitas Biaya Variabel 1, 2 dan 3

4.7.1 Pengaruh Harga Gasolin

Harga minyak dunia mengalami kenaikan yang tidak dapat ditebak. Fenomena ini dimulai pada bulan September 2007 dimana terjadi krisis geopolitik di Timur Tengah, sejak saat itu harga minyak terus naik tidak terkendali sampai saat ini. Gambar 4.16 menunjukkan pengaruh kenaikan harga gasolin terhadap total biaya rantai suplai. Dari gambar tersebut dapat dilihat kenaikan harga minyak sebesar 10% dapat mempengaruhi biaya rantai suplai sebesar 10 %.

4.7.2 Pengaruh Biaya Bahan Baku Bioetanol

Bahan baku bioetanol pada penelitian ini berasal dari singkong. Berdasarkan Gambar 4.16 dapat dilihat kenaikan harga bahan baku singkong sebesar 10% dapat



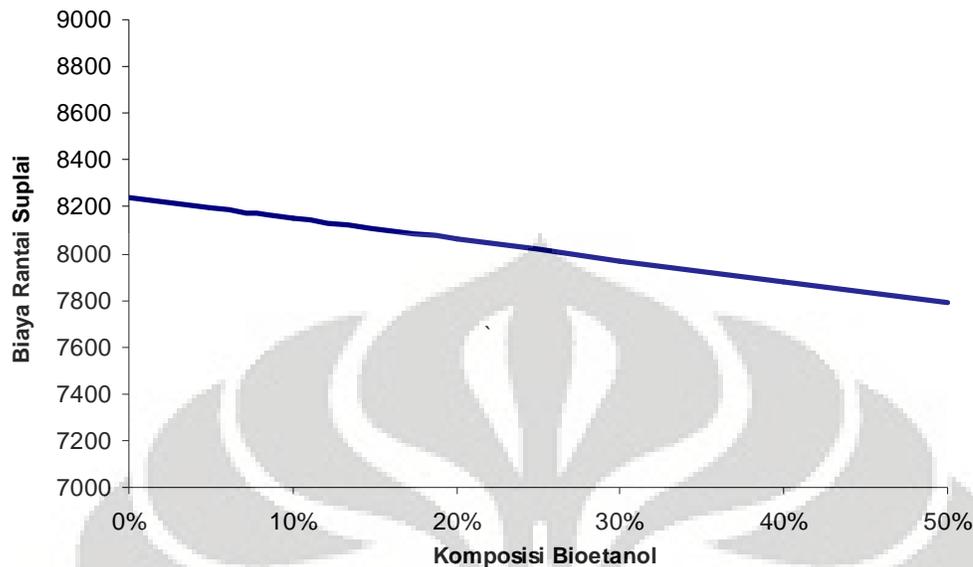
mempengaruhi biaya rantai suplai sebesar 0,4 %. Pengaruh tersebut dapat dibilang kecil karena komposisi bioetanol pada biogasolin hanya sebesar 5% (Skenario 1 dan 3) atau 20% volume (Skenario 2 dan 4). Kondisi tersebut mungkin akan berubah pada beberapa tahun ke depan. Berdasarkan laporan yang dikeluarkan FAO [21] harga bahan pangan di dunia akan mengalami kenaikan karena adanya persaingan kebutuhan antara bahan pangan sebagai makanan manusia dengan kebutuhan bahan bakar nabati. Hal lain yang menjadi perhatian utama adalah keamanan pasokan (*security of supply*) dari bahan baku dalam kurun waktu panjang.

4.7.3 Pengaruh Biaya Penambahan Infrastruktur Baru

Pada Skenario 3 dan 4 rata – rata biaya penambahan infrastruktur sebesar Rp 1.519 per liter. Biaya ini cukup besar dibandingkan komponen biaya yang lain. Hal ini dikarenakan biaya investasi yang besar tapi kebutuhan biogasolin yang kecil sehingga biaya per unit menjadi mahal. Berdasarkan Gambar 4.16 dapat dilihat perubahan biaya infrastruktur baru sebesar 10% dapat mempengaruhi biaya rantai suplai sebesar 7%.

4.7.4 Pengaruh Komposisi Bioetanol dalam Biogasolin

Berdasarkan hasil perhitungan pada sub bab 4.6, semakin besar kandungan bioetanol dalam biogasolin akan menurunkan biaya rantai suplai biogasolin. Gambar 4.17 menunjukkan pengaruh komposisi bioetanol terhadap biaya rantai suplai.



Gambar 4. 17 Sensitivitas Biaya Variabel 4

Berdasarkan Gambar 4.17 pada komposisi bioetanol sebanyak 20% volume, dapat menurunkan biaya rantai suplai sebesar 3% dibandingkan gasolin tanpa bioetanol.

Dari penjelasan di atas, variabel yang paling berpengaruh terhadap biaya rantai suplai adalah harga gasolin. Perubahan harga gasolin sebesar 10% dapat mempengaruhi biaya rantai suplai dengan persentase yang sama.

4.8 ANALISIS EKONOMI BIOGASOLIN

Harga jual biogasolin dapat ditentukan berdasarkan Persamaan 4.6.

$$P = Z + M (10\%) + Tax (10\%) \quad (4.6)$$

Dapat dilihat pada Persamaan 4.6, harga jual biogasolin (P) terdiri dari biaya rantai suplai (Z), margin keuntungan (M) dan pajak (Tax). Margin keuntungan (M) sebesar 10% adalah penjumlahan dari keuntungan yang didapat perusahaan sebesar 5% dan keuntungan untuk SPBU (5%). Sedangkan biaya pajak berupa Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10%.

Adapun hasil perhitungan harga jual biogasolin dengan basis tahun 2008 dapat dilihat pada Tabel 4.15.



Tabel 4. 15 Perbandingan Harga Biogasolin dan Gasolin (Rp per liter)

	Biogasolin	Gasolin (Oktan 92)	Gasolin PSO (Oktan 88)
Skenario 1	9.696	10.300	6.000
Skenario 2	9.609	10.300	6.000
Skenario 3	11.843	10.300	6.000
Skenario 4	11.503	10.300	6.000

Secara umum penggunaan biogasolin akan memberi pengaruh positif pada kondisi harga minyak yang semakin tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.15 harga jual biogasolin Skenario 1 dan 2 antara Rp 9.609 – 9.696 per liter, lebih murah dibandingkan gasolin (Oktan 92) dengan harga Rp 10.300 per liter sehingga dapat dijadikan bahan bakar substitusi. Di sisi lain, harga biogasolin untuk Skenario 3 dan 4 dimana biogasolin dijadikan bahan bakar alternatif pendamping gasolin ternyata tidak kompetitif dibandingkan harga jual gasolin (Oktan 92). Hal ini disebabkan investasi yang besar untuk penambahan tangki timbun dan dispenser baru.

Dengan harga jual antara Rp 9.609 – 11.843 per liter, pemanfaatan biogasolin tetap tidak dapat mengurangi konsumsi gasolin bersubsidi, hal ini disebabkan karena perbedaan harga antara biogasolin dan gasolin bersubsidi sangat besar yaitu Rp 3.609 – 5.503 per liter. Salah satu strategi untuk menurunkan biaya produksi biogasolin ke depannya yaitu memperbesar volume penjualan dengan cara menambah target substitusi gasolin ke biogasolin lebih besar dari Skenario 1 dan 2 (10%). Volume penjualan yang semakin tinggi akan menurunkan biaya produksi biogasolin per liter.

Berdasarkan hasil proyeksi pada sub bab 4.2, harga minyak akan terus mengalami peningkatan yang signifikan. Kondisi ini berbeda dengan harga bahan baku bioetanol yaitu singkong yang walaupun akan mengalami kenaikan cenderung lebih stabil. Untuk tinjauan ekonomi ke depan, dimana kebijakan harga biogasolin selalu mendekati harga gasolin, margin penjualan biogasolin akan semakin besar. Hal ini dapat menjadi faktor pendorong (*driven factor*) bagi para penyedia bahan bakar biogasolin. Dari sisi konsumen, akan diuntungkan dengan keberadaan bahan bakar yang lebih murah dibandingkan gasolin. Kebijakan pengurangan pajak atau insentif terhadap bahan bakar



nabati juga akan menjadi faktor pendorong (*driven factor*) untuk meningkatkan permintaan konsumen terhadap biogasolin.





BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang bisa disimpulkan dari pembahasan sebelumnya yaitu:

1. Berdasarkan perhitungan dengan metode ekonometrik, kebutuhan biogasolin untuk Skenario 1 dan 2 mencapai 28.187 kL pada tahun 2025, sementara itu kebutuhan biogasolin untuk Skenario 3 dan 4 mencapai 11.970 pada tahun 2025 atau meningkat 35 % dibanding tahun 2007.
2. Unit blending perlu dibangun untuk menghasilkan kualitas pencampuran yang ideal. Rata-rata biaya blending sebesar Rp 8,62 per liter sehingga tidak terlalu signifikan terhadap keseluruhan biaya rantai suplai.
3. Penambahan tangki timbun dan dispenser baru untuk Skenario 3 dan 4 sangat mempengaruhi biaya rantai suplai. Penambahan itu memerlukan biaya rata – rata sebesar Rp 1.519 per liter.
4. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas, harga gasolin adalah komponen biaya yang paling berpengaruh biaya rantai suplai gasolin.
5. Biaya rantai suplai terendah adalah pada Skenario 2 (E20) dengan rata-rata biaya sebesar Rp 10.559 per liter.
6. Penambahan unit blending perlu dilaksanakan pada tahun 2008 untuk seluruh skenario, selain itu Skenario 3 dan 4 juga memerlukan penambahan tangki timbun dan dispenser di tahun yang sama.
7. Seluruh infrastruktur mencakup pabrik bioetanol, unit *blending*, kilang minyak dan SPBU dapat memenuhi kebutuhan biogaolin seluruh skenario sampai tahun 2025.
8. Pemanfaatan biogasolin sebagai bahan bakar substitusi gasolin dengan harga keekonomiannya akan memberikan dampak positif bagi perekonomian makro.

PUSTAKA

- [1] Lemtek Konsultan Indonesia & Energy Management Indonesia, *Laporan Akhir Optimalisasi Pengembangan Infrastruktur Penyediaan dan Pendistribusian BBM* (Jakarta: Maret 2008).
- [2] Pengkajian Energi Universitas Indonesia, *Indonesia Energy Outlook and Statistics 2006* (Depok: 2006)
- [3] Sumiarso, Luluk, *The Oil and Gas Industry: Our Challenge (32nd Indonesian Petroleum Association Conference, 2008)*
- [4] Gomes, *Logistics for the Insertion of Fuel Ethanol Produced in Brazil into The Global Market* (Petrobras Brazil: 2003)
- [5] Anonim (2007) “*Biopertamax.*” Diakses pada tanggal 2 April 2007.
<http://www.pertamina.com>
- [6] Anggraeni, Renita. “Simulasi Rantai Suplai Biodiesel Untuk Sektor Transportasi di Propinsi DKI Jakarta.” Skripsi, Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia, Depok: 2007
- [7] Soerawidajaja, Tatang, *Bahan Bakar Hayati (Prosiding Seminar Pengembangan Wawasan Industri, 2007)*
- [8] Anonim (2007) “*Common Ethanol Fuel Mixtures.*” Diakses pada tanggal 17 Juni 2007.
<http://www.wikipedia.org>
- [9] Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. “Blue Print Pengelolaan Energi Nasional” (Jakarta 2005)

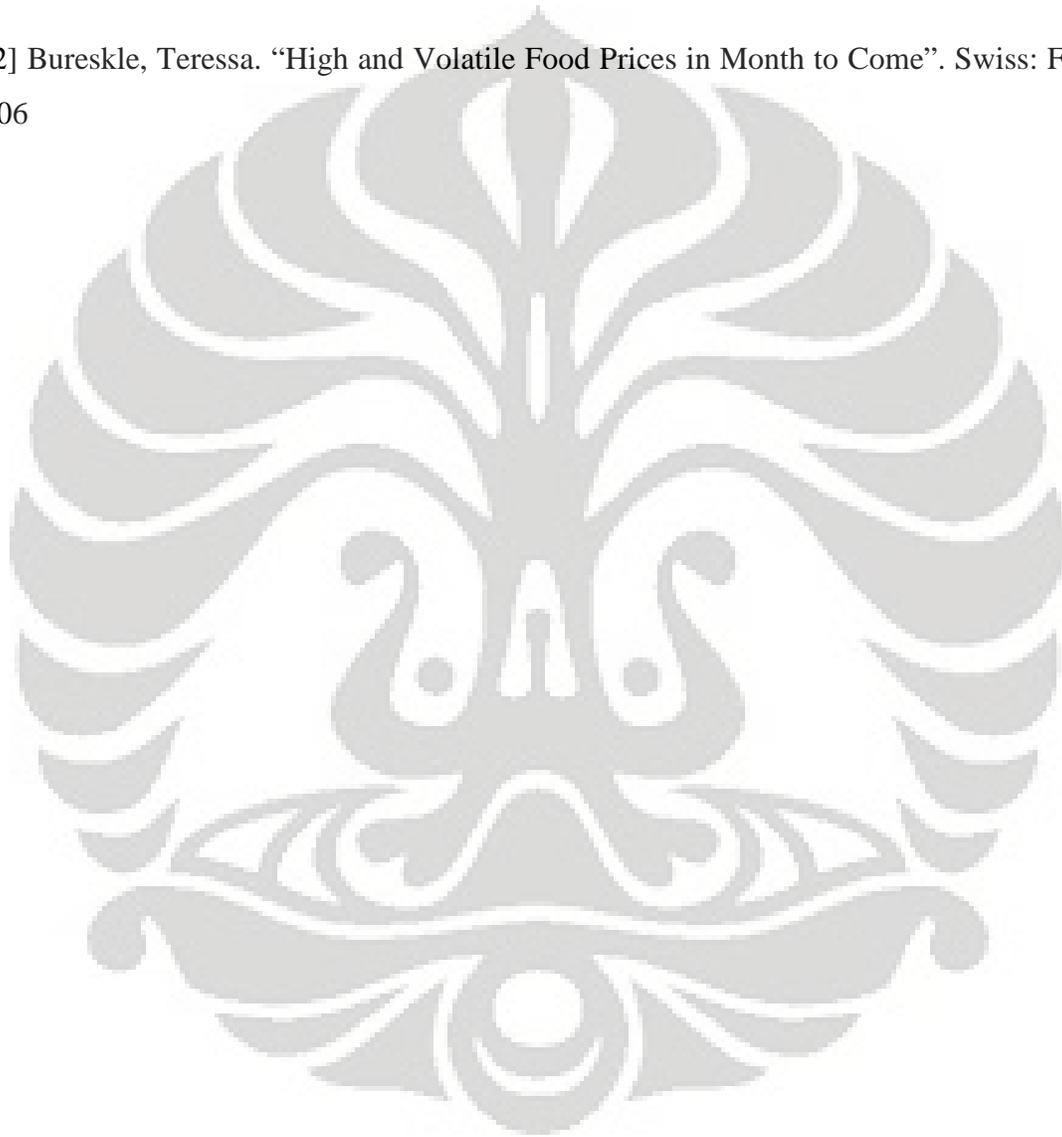
- [10] Bukit, et al (2007). "PTPN X Lirik Bisnis Bioetanol." Diakses pada tanggal 3 Maret 2007
<http://www.indobiofuel.com>
- [11] Anonim (2007), "*Sustainable Biofuel Production and Use Options for Greener Fuel.*" Diakses pada tanggal 3 Maret 2007
<http://www.wisions.net/news/no8.pdf>.
- [12] Anonim (2007), "Pabrik Bioetanol Segera Beroperasi di Jawa Barat." Diakses pada tanggal 3 Maret 2007
<http://www.e-bursa.com/berita/index/pageid=655.php>
- [13] Suwondo, *Manajemen Logistik BBM, Kebijakan Stok Nasional. (Prosiding Seminar Pengembangan Wawasan Industri 2007)*
- [14] Miranda, "*Majemen Logistik dan Supply Chain Mangement*", Harvarindo Jakarta : 2007
- [15] Seider, Warren D. Et al. "*Product & Process Design Principles. Synthesis, Analysis and Evaluation.*" Wiley. New York 2004.
- [16] Anonim (2008), "*Chemical Engineering Plant Cost Index*" (New York 2008)
- [17] Dewabroto, Wiryanto. "Aplikasi Sain dan Teknik dengan Visual Basic 6.0". Jakarta: PT Elex Media Komputindo. 2003
- [18] Lampiran Surat Pertamina mengenai Tarif angkut BBM tahun 202. Jakarta: April 2002
- [19] Anonim (2007) "*Price List for Storage Unit*" Diakses pada tanggal 3 Maret 2008

<http://www.deepengineering.com/index/list>

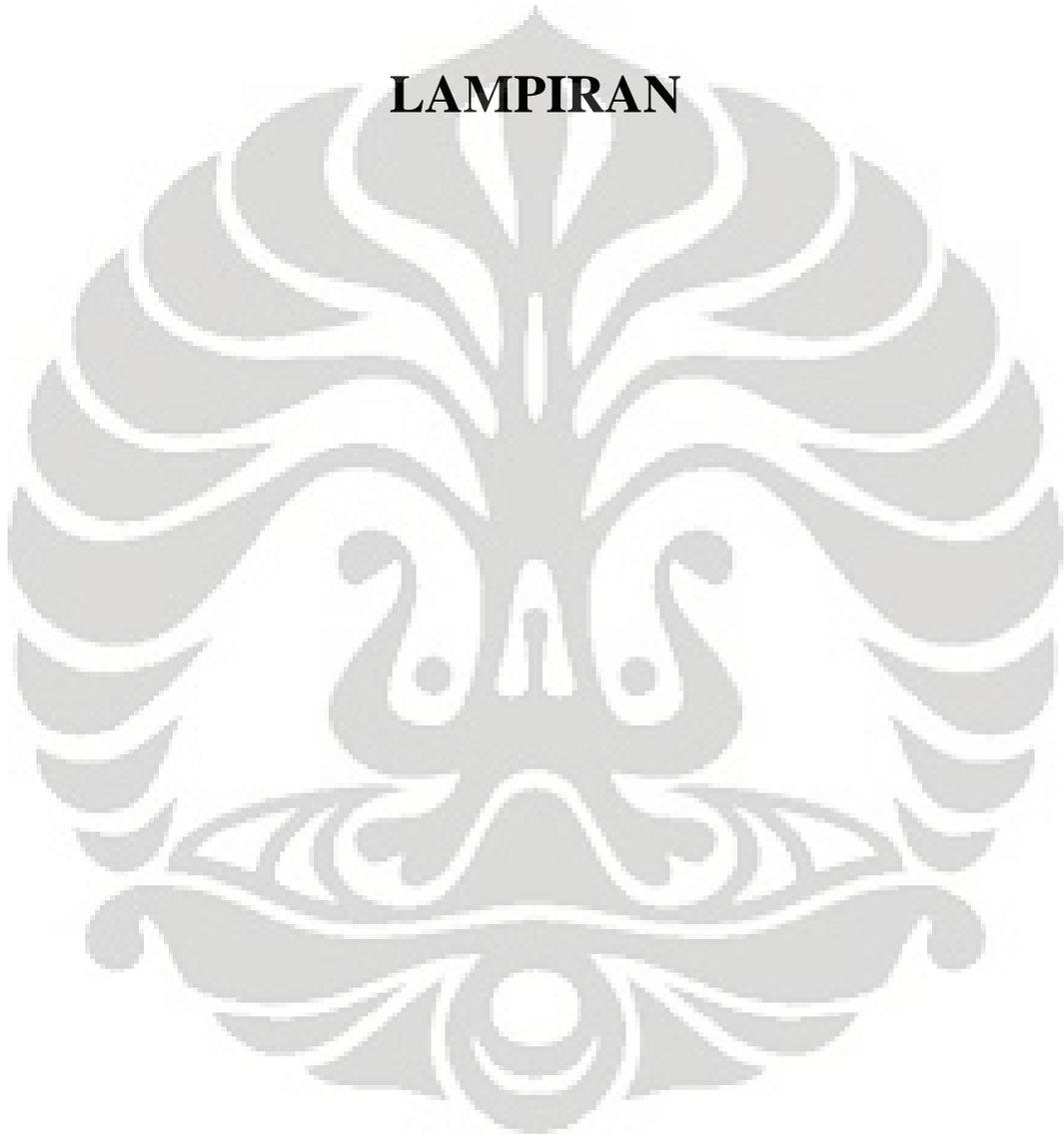
[20] Wallace, William, " *Economic and Social Update.*" World Bank. Jakarta: April 2008

[21] Conti, John, *The Effect of World Oil Price on Long Term Energy Markets*

[22] Bureskle, Teresa. "High and Volatile Food Prices in Month to Come". Swiss: FAO
2006



LAMPIRAN



Lampiran 1 Data Acuan Proyeksi Kebutuhan Biogasolin

1.1 Perkiraan Konsumsi Biogasolin di Jakarta (2006-2007)

Tahun	Konsumsi (kL)
2006	16
2007	8.694

1.2 Konsumsi Gasolin di Jakarta (2000-2007)

Tahun	Konsumsi (kL)
2000	108.974
2001	112.617
2002	115.289
2003	117.730
2004	109.592
2005	116.748
2006	111.123
2007	117.790

1.3 Data Produk Regional Domestik Bruto (PDRB) DKI Jakarta

Tahun	PDRB (juta rupiah)
1998	1.385.637
1999	1.643.090
2000	1.919.660
2001	1.970.725
2002	2.024.305
2003	2.094.106
2004	2.160.778
2005	2.238.613
2006	2.371.010
2007	2.522.554

Lampiran 2 Lokasi dan jarak distribusi

2.1 Lokasi dan jarak SPBU dengan depot Plumpang di DKI Jakarta

No.	Nama	Lokasi	Jarak ke Depot (km)
1	SPBU 34-14207	Jl. Raya Plumpang Semper No. 45, Jakarta Utara	2
2	SPBU 34-14307	Jl. Danau Sunter Selatan Blok 05/10, Jakarta Utara	2
3	SPBU 34-14202	Jl. Yos Sudarso No. 23 Tanjung Priok, Jakarta Utara	2
4	SPBU 34-14103	Jl. Plumpang Semper No. 51, Jakarta Utara	3
5	SPBU 34-14204	Jl. Yos Sudarso Kav. 84, Jakarta Utara	3
6	SPBU 34-14201	Jl. Boulevard Barat Kelapa Gading, Jakarta Utara	3
7	SPBU 34-14003	Jl. Raya Cakung Cilincing, Jakarta Utara	3
8	SPBU 34-14206	Jl. Pegangsaan Dua Kav. 88, Jakarta Utara	4
9	SPBU 34-14208	Jl. Pegangsaan Dua Kav. 88, Jakarta Utara	4
10	SPBU 34-14301	Nirwana Sunter Asri, Jakarta Utara	4
11	SPBU 34-14304	Jl. Tongkol No. 1, Jakarta Utara	4
12	SPBU 34-14306	Jl. Danau Sunter Selatan, Jakarta Utara	4
13	SPBU 34-13202	Jl. Perintis Kemerdekaan, Jakarta Timur	5
14	SPBU 34-14305	Jl. Raya Sunter, Kemayoran - Jakarta Utara	5
15	SPBU 34-13204	Jl. Jend. A. Yani No. 48, Jakarta Timur	5
16	SPBU 34-13207	Jl. Ahmad Yani, Pulomas - Jakarta Timur	5
17	SPBU 34-14101	Jl. Raya Tipar Cakung, Jakarta	5
18	SPBU 34-14205	Jl. Boulevard Timur, Jakarta Timur	5
19	SPBU 34-14302	Jl. Danau Sunter Barat Blok A1, Jakarta Utara	5
20	SPBU 34-14105	Jl. Raya Cakung Cilincing No. 89, Jakarta Utara	6
21	SPBU 34-10503	Jl. Let. Jend. Suprpto, Jakarta Pusat	6
22	SPBU 34-10504	Jl. Jend. A. Yani No. 48, Jakarta	6
23	SPBU 34-13205	Jl. Perintis Kemerdekaan, Jakarta Timur	6
24	SPBU 34-13203	Jl. Kayu Putih Raya, Jakarta Timur	7
25	SPBU 34-14102	Jl. Raya Cilincing No. 42, Jakarta Utara	7
26	SPBU 34-14104	Jl. Kalibaru, Jakarta Utara	7
27	SPBU 34-14203	Jl. Raya Cakung, Jakarta Utara	7
28	SPBU 31-13201	Jl. Perintis Kemerdekaan, Jakarta Utara	7
29	SPBU 34-10502	Jl. Let. Jend. Suprpto, Jakarta Pusat	7
30	SPBU 34-13208	Jl. A. Yani Golf By Pass Rawamangun, Jak Tim	7
31	SPBU 34-14408	Jl. Budi Mulia Raya Pademangan, Jakarta Utara	7
32	SPBU 34-14303	Jl. Laks. RE. Martadinata No. 1, Jakarta Utara	8
33	SPBU 34-13101	Jl. Ahmad Yani 114 A Utan Kayu Utara, JakTim	8
34	SPBU 34-13206	Jl. Pemuda Kav. 3-4 Rawamangun, Jakarta Timur	8
35	SPBU 34-13904	Jl. Raya Bekasi Km. 21 Pulogadung, Jakarta Timur	8
36	SPBU 31-10701	Jl. Industri II Kemayoran, Jakarta Pusat	8
37	SPBU 31-13101	Jl. Pramuka, Jakarta Timur	8
38	SPBU 34-10402	Jl. Pramuka Raya 56 - 57, Jakarta	8
39	SPBU 34-10501	Jl. Pramuka Jakarta	8
40	SPBU 34-10602	Jl. Raya Gunung Sahari No. 76 - 77, Jakarta Pusat	8
41	SPBU 34-10603	Jl. Gunung Sahari, Jakarta	8
42	SPBU 34-10702	Jl. Pangeran Jayakarta, Jakarta Pusat	8

43	SPBU 31-12901	Jl. Jendral Sudirman, Jakarta Selatan	9
44	SPBU 31-12101	Jl. Jend. Sudirman (Semanggi), Jakarta Selatan	9
45	SPBU 31-13901	Jl. Raya Cakung, Jakarta Timur	9
46	SPBU 34-10303	Jl. Taman Kwitang, Jakarta Pusat	9
47	SPBU 34-10304	Jl. Taman Kwitang, Jakarta Pusat	9
48	SPBU 34-10601	Jl. Dr. Wahidin, Jakarta	9
49	SPBU 34-13902	Jl. Raya Bekasi km. 18 No. 60, Jakarta Timur	9
50	SPBU 34-14402	Marina Jaya Ancol, Jakarta Utara	9
51	SPBU 34-13903	Jl. Raya Penggilingan Cakung, Jakarta Timur	10
52	SPBU 34-14404	Jl. Kapuk Raya No. 36 Kapuk Muara, Jakarta Utara	10
53	SPBU 34-14405	Jl. Kampung Bandan No. 31, Jakarta Utara	10
54	SPBU 34-13304	Jl. DI. Panjaitan By Pass Prumpung, Jakarta	10
55	SPBU 34-10401	Jl. Kramat Raya No. 116 Senen, Jakarta Pusat	10
56	SPBU 34-10701	Jl. Batu Ceper No. 91, Jakarta Pusat	10
57	SPBU 34-11102	Jl. Hayam Wuruk, Glodok - Jakarta Barat	10
58	SPBU 34-10305	Jl. Hos Cokroaminoto No. 49, Jakarta Pusat	11
59	SPBU 34-11101	Jl. Hayam Wuruk, Gajah Mada - Jakarta	11
60	SPBU 34-13301	Jl. D.I. Panjaitan Kebon Nanas, Jakarta Timur	11
61	SPBU 34-13302	Jl. D.I. Panjaitan Kav. 25, Jakarta	11
62	SPBU 34-13414	Jl. Basuki Rahmat No. 64, Jakarta Timur	11
63	SPBU 34-13417	Jl. DI. Panjaitan, Jakarta Timur	11
64	SPBU 34-13901	Jl. Bekasi Timur Raya, Jakarta Timur	11
65	SPBU 34-10301	Jl. Gereja Theresia, Jakarta	11
66	SPBU 31-10302	Jl. Raya Tanah Abang Timur, Jakarta	12
67	SPBU 34-10202	Jl. Tanah Abang II No. 6, Jakarta	12
68	SPBU 34-10302	Jl. Sumenep, Jakarta Pusat	12
69	SPBU 34-12802	Jl. Prof. Dr. Supomo 49, Jakarta Selatan	12
70	SPBU 34-12803	Jl. Lapangan Rose Tebet, Jakarta	12
71	SPBU 34-12703	Jl. Raya Pasar minggu Pancoran, Jakarta Selatan	12
72	SPBU 34-13413	Jl. Raya Cipinang Jaya Blok J 142-146 - JakTim	12
73	SPBU 34-13303	Jl. Otto Iskandardinata No. 69, Jakarta	12
74	SPBU 34-14407	Jl. Jembatan Tiga Blok F4-5, Jakarta Barat	12
75	SPBU 34-14401	Jl. Pluit Raya Selatan No. 1, Jakarta Utara	12
76	SPBU 34-13905	Jl. Raya Pulogebang, Jakarta Timur	12
77	SPBU 34-13408	Jl. Raya Bekasi Timur, Klender - Jakarta Timur	12
78	SPBU 34-13906	Jl. Raya Pulogebang, Jakarta Timur	13
79	SPBU 34-13907	Jl. Sentra Primer Pulogebang, Jakarta Timur	13
80	SPBU 34-14403	Jl. Raya Pluit Selatan No. 10, Jakarta Utara	13
81	SPBU 34-13501	Jl. Raya Condet, Jakarta Timur	13
82	SPBU 34-13201	Jl. I Gusti Ngurah Rai No. 4, Jakarta Timur	13
83	SPBU 34-12110	Jl. Taman Mataram I Kebayoran Baru, Jakarta	13
84	SPBU 34-12111	Jl. Taman Mataram Kebayoran Baru, Jakarta Selatan	13
85	SPBU 34-12112	Jl. Pakubuwono VI Kebayoran Baru, Jakarta Selatan	13
86	SPBU 34-10201	Jl. Penjernihan Pejompongan, Jakarta	13
87	SPBU 31-10301	Jl. Tanah Abang Timur, Jakarta Pusat	13
88	SPBU 31-12801	Jl. Tebet Timur Raya - Jakarta Selatan	13
89	SPBU 34-11402	Jl. Raya Tomang No. 54, Jakarta	13
90	SPBU 34-13404	Jl. Inspeksi Kalimantan, Jakarta Timur	13

91	SPBU 31-12103	Jl. Pakubuwono VI Kebayoran Baru, Jakarta Selatan	14
92	SPBU 34-12108	Jl. Suryo Blok S No. 1, Jakarta Selatan	14
93	SPBU 31-10201	Jl. KS. Tubun No. 67, Jakarta Pusat	14
94	SPBU 31-11402	Jl. Kyai Tapa, Grogol - Jakarta Barat	14
95	SPBU 34-11103	Jl. Raya KS Tubun No. 20, Jakarta Barat	14
96	SPBU 34-12702	Jl. Terusan Warung Buncit, Jakarta Selatan	14
97	SPBU 34-12704	Jl. Warung Buncit Raya, Jakarta Selatan	14
98	SPBU 34-12705	Jl. MT. Haryono Kav. 44, Jakarta Selatan	14
99	SPBU 34-13405	Jl. I Gusti Ngurah Rai, Jakarta Timur	14
100	SPBU 34-13412	Jl. Basuki Rahmat No. 9, Jakarta Timur	14
101	SPBU 34-14406	Jl. Dermaga Muara Angke, Jakarta Utara	14
102	SPBU 34-13601	Jl. Letjen. Sutoyo, Jakarta Timur	14
103	SPBU 34-13602	Jl. Dewi Sartika No. 184, Jakarta Timur	14
104	SPBU 34-13402	Jl. Pahlawan Revolusi Pd. Bambu, Jakarta Timur	15
105	SPBU 34-13403	Jl. Pahlawan Revolusi No. 3, Jakarta Timur	15
106	SPBU 34-13409	Jl. Radin Inten, Jakarta Timur	15
107	SPBU 34-13501	Jl. Raya Condet, Jakarta Timur	15
108	SPBU 34-12706	Jl. Mampang Prapatan, Buncit, Jakarta Selatan	15
109	SPBU 34-12801	Jl. Jend. Gatot Subroto, Jakarta	15
110	SPBU 34-12503	Jl. Raya Pasar Minggu No. 100, Jakarta Selatan	15
111	SPBU 34-11707	Jl. Kamal Raya Cengkareng, Jakarta Barat	15
112	SPBU 34-12109	Jl. Wijaya Keb. Baru, Jakarta Selatan	16
113	SPBU 31-11301	Jl. Tubagus Angke, Jakarta Barat	16
114	SPBU 34-11401	Jl. Raya Tanjung Duren, Jakarta Barat	16
115	SPBU 34-11505	Jl. Raya Kemanggisan, Kebon Jeruk, Jakarta Barat	16
116	SPBU 34-11506	Jl. Kedoya Raya Kec. Kebon Jeruk, Jakarta Barat	16
117	SPBU 31-12102	Jl. Melawai Raya, Jakarta Selatan	17
118	SPBU 34-13401	Jl. Raya Kalimalang Duren Sawit, Jakarta Timur	17
119	SPBU 34-13407	Jl. Radin Inten II Duren Sawit, Jakarta Timur	17
120	SPBU 34-13410	Jl. Radin Inten II Duren Sawit, Jakarta Timur	17
121	SPBU 34-13416	Jl. Jend. Pol. Soekamto No. 26, Jakarta Timur	17
122	SPBU 34-11802	Jl. Kamal Raya Kalideres, Jakarta Barat	17
123	SPBU 34-12604	Tanjung Barat, Pasar Minggu, Jakarta Selatan	17
124	SPBU 34-12701	Jl. Warung Jati Barat No. 24, Jakarta Selatan	18
125	SPBU 34-12105	Jl. Kemang Raya No. 39, Jakarta Selatan	18
126	SPBU 34-12113	Jl. Pangeran Antasari No. 10 A Jakarta Selatan	18
127	SPBU 34-12205	Jl. Pal Merah Barat Keb. Lama, Jakarta Selatan	18
128	SPBU 34-13502	Jl. Raya Condet, Jakarta Timur	18
129	SPBU 34-13503	Jl. Raya Taman Mini Pintu I, Jakarta Timur	18
130	SPBU 34-13603	Jl. Raya Jatiwaringin, Jakarta Timur	18
131	SPBU 34-13801	Jl. Pintu II TMII, Jakarta Timur	18
132	SPBU 34-11504	Jl. Kedoya Raya No. 14, Jakarta Barat	18
133	SPBU 34-11507	Jl. Arteri Kelapa Dua, Jakarta	18
134	SPBU 34-11509	Jl. Panjang Arteri Kelapa Dua, Jakarta Barat	18
135	SPBU 34-11601	Jl. Meruya Ilir, Jakarta Barat	18
136	SPBU 31-11701	Jl. Daan Mogot km. 17,8, Jakarta Barat	19
137	SPBU 34-11605	Jl. Meruya Ilir, Jakarta Barat	19
138	SPBU 34-11606	Jl. Meruya Ilir Raya No. 26, Jakarta Barat	19

139	SPBU 34-11502	Jl. Arteri Ring Road Green Garden, Jakarta Barat	19
140	SPBU 34-13806	Jl. Outering Road No. 6, Jakarta Timur	19
141	SPBU 34-13411	Jl. Pondok Kelapa kav. DKI Blok J/13, JakTim	19
142	SPBU 34-13701	Jl. Lapangan Tembak Cibubur, Jakarta Timur	19
143	SPBU 34-13901	Jl. Kemang Raya No. 39, Jakarta Selatan	19
144	SPBU 34-12203	Jl. Kebayoran Lama No. 23 Jakarta Selatan	19
145	SPBU 34-12204	Jl. Raya Kebayoran Lama, Jakarta Selatan	19
146	SPBU 34-11503	Jl. Kedoya Raya No. 15, Jakarta Barat	20
147	SPBU 34-11602	Jl. Raya Puri Kembangan, Jakarta Barat	20
148	SPBU 34-11603	Jl. Raya Pos Pengumben No. 34, Jakarta Barat	20
149	SPBU 34-11604	Jl. Srengseng Ulujami, Jakarta Barat	20
150	SPBU 34-11604	Jl. RS. Fatmawati Cipete, Jakarta Selatan	20
151	SPBU 34-13406	Jl. Bintara Pondok Kopi, Jakarta	20
152	SPBU 34-13504	Jl. Raya Pondok Gede, Jakarta Timur	20
153	SPBU 34-13802	Jl. Raya Pondok Gede, Jakarta Timur	20
154	SPBU 34-13804	Jl. TB. Simatupang, Ciracas, Jakarta Timur	20
155	SPBU 31-13601	Jl. Inspeksi Saluran Timur, Jakarta Timur	20
156	SPBU 34-12202	Jl. Cipulir Raya No. 77 Cileduk, Jakarta Selatan	20
157	SPBU 34-12207	Jl. Raya Ciledug Keb. Lama, Jakarta Selatan	20
158	SPBU 34-12502	Jl. TB. Simatupang Pasar Minggu, Jakarta Selatan	20
159	SPBU 34-12504	Jl. Ampera Raya 16 Cilandak, Jakarta Selatan	20
160	SPBU 34-12107	Jl. Pangeran Antasari No. 100 Cipete, Jakarta	20
161	SPBU 34-12210	Jl. Sultan Iskandar Muda, Jakarta	20
162	SPBU 34-12103	Jl. Lingkar Selatan, TB. Simatupang, Jakarta Selatan	20
163	SPBU 34-12507	Jl. Cilandak KKO - Jakarta Selatan	21
164	SPBU 34-12602	Jl. Raya Lenteng Agung, Jakarta Selatan	21
165	SPBU 34-13702	Jl. Let. Jend. TB. Simatupang, Jakarta Timur	21
166	SPBU 34-13704	Jl. Raya Bogor Km. 24,7 Cijantung, Jakarta Timur	21
167	SPBU 34-11706	Jl. Daan Mogot, Jakarta Barat	21
168	SPBU 34-11508	Jl. Raya Kelapa Dua, Jakarta Barat	21
169	SPBU 34-11607	Jl. Meruya Utara Kav. DKI Blok 7 A/8, Jak-Bar	21
170	SPBU 34-12102	Jl. P. Antasari, Jakarta Selatan	21
171	SPBU 34-12104	Jl. Lingkar Selatan Tanjung Barat - Jakarta Barat	21
172	SPBU 34-12404	Jl. RS. Fatmawati Cipete, Jakarta Selatan	21
173	SPBU 31-12201	Jl. Ciputat Raya, Jakarta Selatan	22
174	SPBU 34-11705	Jl. Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Jakarta Barat	22
175	SPBU 34-12407	Cilandak Barat, Jakarta Selatan	22
176	SPBU 34-12206	Jl. Pondok Pinang, Jakarta Selatan	22
177	SPBU 34-12101	Jl. Pangeran Antasari 75, Jakarta Selatan	22
178	SPBU 34-12208	Jl. Ciputat Raya, Jakarta Selatan	22
179	SPBU 34-12303	Jl. Bintaro Raya Permai, Jakarta	22
180	SPBU 34-12505	Jl. Raya Tanjung Barat No. 156, Jakarta Selatan	22
181	SPBU 31-12202	Jl. RC. Veteran Bintaro, Jakarta Selatan	23
182	SPBU 34-11708	Jl. Raya Duri Kosambi, Cengkareng - Jakarta Barat	23
183	SPBU 34-13703	Jl. Raya Ciracas No. 107 Ciracas, Jakarta Timur	23
184	SPBU 34-12506	Jl. TB. Simatupang, Cilandak, Jakarta Selatan	23
185	SPBU 34-12603	Jl. Raya Lenteng Agung No. 44, Jakarta Selatan	23
186	SPBU 34-13805	Jl. Pagar Arang Setu No. 47, Jakarta Timur	23

187	SPBU 34-13807	Cilangkap, Jakarta	23
188	SPBU 34-12106	Jl. Raya Metro Pondok Indah, Jakarta Selatan	23
189	SPBU 34-12201	Jl. Arteri P Pinang Keb. Lama, Jakarta Selatan	23
190	SPBU 34-12209	Jl. Raya Ciledug Petukangan Selatan, Jak Sel	23
191	SPBU 34-11803	Jl. Daan Mogot Km. 18 Kalideres, Jakarta Barat	23
192	SPBU 34-12301	Jl. RC. Veteran Bintaro, Jakarta Selatan	23
193	SPBU 34-12402	Jl. Cilandak KKO, Jakarta Selatan	23
194	SPBU 34-12501	Jl. Sejajar Fatmawati Cilandak, Jakarta Selatan	23
195	SPBU 34-12302	Jl. Arteri P Pinang Keb. Lama, Jakarta Selatan	24
196	SPBU 34-12304	Jl. Raya Kodam No. 45, Jakarta Selatan	24
197	SPBU 34-12305	Jl. RC. Veteran, Rempoa Bintaro, Jakarta Selatan	24
198	SPBU 34-12401	Jl. RS. Fatmawati No. 4 Blok A, Jakarta Selatan	24
199	SPBU 34-12508	Jl. Raya Jagakarsa No. 4, Kec. Jagakarsa, Jakarta	24
200	SPBU 34-13706	Jl. Jambore Cibubur, Jakarta Timur	24
201	SPBU 34-12605	Jl. Raya Lenteng Agung No. 62, Jakarta Selatan	24
202	SPBU 34-12608	Jl. Jagakarsa, Jakarta Selatan	24
203	SPBU 34-12609	Jl. Kahfi I No. 21 Cilandak, Jakarta Selatan	24
204	SPBU 34-13708	Jl. Kelapa Dua Wetan, Jakarta Timur	24
205	SPBU 34-11501	Jl. Joglo Raya 2A, Jakarta	24
206	SPBU 34-11702	Jl. Duri Kosambi Bojong, Jakarta Barat	24
207	SPBU 34-11704	Jl. Daan Mogot, Jakarta Barat	25
208	SPBU 34-11801	Jl. Peta Barat No. 3 Kalideres, Jakarta Barat	25
209	SPBU 34-12601	Jl. Moch. Kafie II, Jakarta Selatan	25
210	SPBU 34-12405	Jl. RS. Fatmawati Pondok Labu, Jakarta Selatan	25
211	SPBU 34-12406	Jl. TB Simatupang, Jakarta Selatan	25
212	SPBU 34-13803	Jl. Raya Bina Marga, Ceger - Jakarta Timur	25
213	SPBU 34-12403	Jl. Lebak Bulus Raya, Jakarta Selatan	26
214	SPBU 34-13705	Jl. Raya Bogor km. 29, Jakarta Timur	26
215	SPBU 34-13707	Jl. Radar Auri Cibubur, Jakarta Timur	26
216	SPBU 34-12610	Jl. R.M. Kahfi II/17 Cipedak, Jakarta Selatan	27
217	SPBU 34-12606	Jl. Moh. Kafi I Ciganjur, Jakarta Selatan	27
218	SPBU 34-12686	Jl. RC. Veteran Bintaro, Jakarta Selatan no 018	27
219	SPBU 34-11703	Jl. Kamal Raya Cengkareng, Jakarta Barat	27
220	SPBU 34-11701	Jl. Daan Mogot No. 2, Jakarta Barat	30
221	SPBU 34-12607	Jl. Moch. Kahfi I Matoa Ciganjur, Jakarta Selatan	30

2.2 Lokasi, kapasitas, dan jarak pabrik bioetanol dengan depot Plumpang

No	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas per Tahun (kL)	Jarak (km)
1	Medco Energi	Lampung	180.000	
2	Molindo Raya Industrial	Jawa Timur	20.000	840
3	PTPN	Jawa Timur	40.000	828
4	Rajawali Nasional Indonesia	Jawa Barat	40.000	129
5	Mitra Sae International	Jawa Barat	20.000	124

Lampiran 3 Biaya Blending dan Penambahan Unit Baru

3.1 Biaya Blending untuk Setiap Skenario (Rp per Liter)

Tahun	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
2008	9,98	9,98	23,51	23,51
2009	9,92	9,92	23,37	23,37
2010	9,87	9,87	23,24	23,24
2011	9,81	9,81	23,10	23,10
2012	9,76	9,76	22,97	22,97
2013	9,70	9,70	22,85	22,85
2014	9,65	9,65	22,72	22,72
2015	9,60	9,60	22,60	22,60
2016	9,55	9,55	22,49	22,49
2017	9,50	9,50	22,37	22,37
2018	9,45	9,45	22,26	22,26
2019	9,40	9,40	22,15	22,15
2020	9,36	9,36	22,04	22,04
2021	9,31	9,31	21,93	21,93
2022	9,27	9,27	21,83	21,83
2023	9,23	9,23	21,73	21,73
2024	9,19	9,19	21,63	21,63
2025	9,14	9,14	21,53	21,53

3.2 Biaya Penambahan Tangki Timbun dan Dispenser

Tahun	Skenario 3 & 4 (Rp/L)
2008	1.759
2009	1.752
2010	1.746
2011	1.739
2012	1.733
2013	1.726
2014	1.720
2015	1.714
2016	1.709
2017	1.703
2018	1.698
2019	1.692
2020	1.687
2021	1.682
2022	1.677
2023	1.672
2024	1.668
2025	1.663

Lampiran 4 Data Harga Minyak Dunia dan Chemical Engineering Index

4.1 Data Harga Minyak Dunia

Tahun	Harga (US\$/barrel)
Jan-07	52
Feb-07	56
Mar-07	58
Apr-07	62
Mei-07	63
Jun-07	67
Jul-07	73
Agust-07	70
Sep-07	74
Okt-07	80
Nop-07	87
Des-07	109
Jan-08	100

4.1 Chemical Engineering Cost Index

Tahun	CE Index
1990	357,6
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	401,7
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525