

**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 |
| <br>  |    |
| 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 |
| <br>  |    |
| 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 |
| <br>   |    |
| Tabel 3. 1 Data-data Masukan Simulasi .....                                  | 40 |
| <br>   |    |
| 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 |
|---|---------|
| <b>Lampiran 1</b> 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      |
| <b>Lampiran 2</b> 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      |
| <b>Lampiran 3</b> 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      |
| <b>Lampiran 4</b> 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<sub>x</sub>, timbal dan sulfur. Jenis polutan tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas kesehatan manusia dalam waktu lama. Keberadaan CO<sub>2</sub> 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. CO<sub>2</sub> 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.

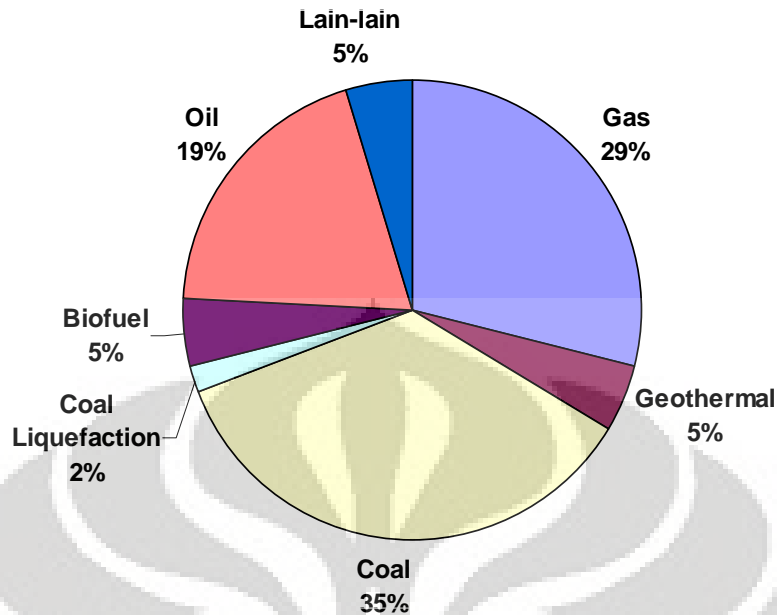
Tabel 2. 2 Karakteristik Kimia dan Fisika Bioetanol [9]

|                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| Massa molekular  | 46 gr/mol                |
| Massa jenis      | 0,789 gr/cm <sup>3</sup> |
| 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.

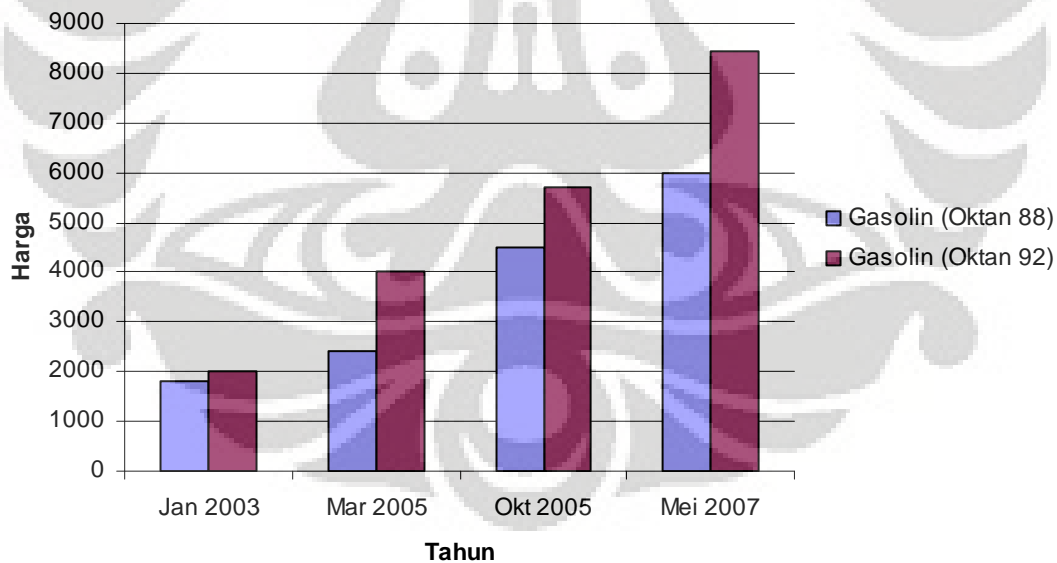
### 2.1.2 Kebijakan Penggunaan Biogasolin di Indonesia

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.



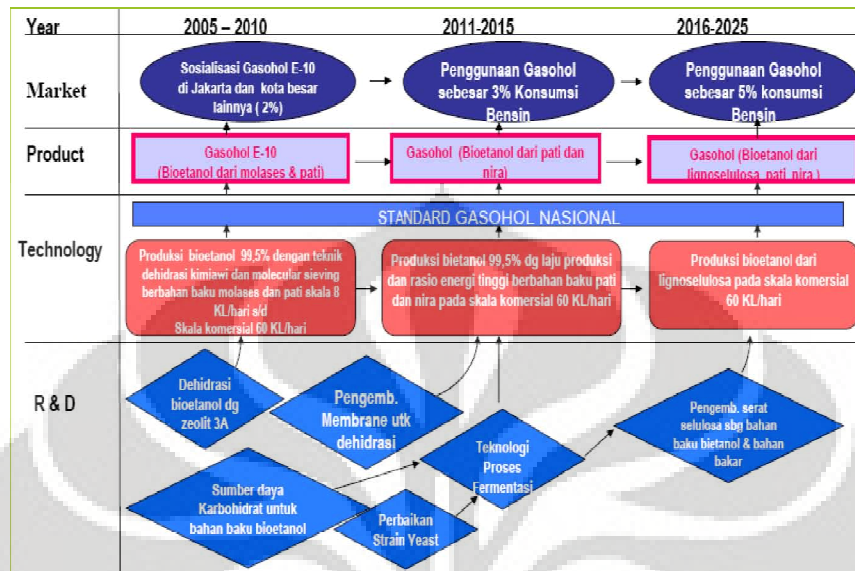
Gambar 2. 2 Peningkatan Harga Gasolin [2,5]

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.

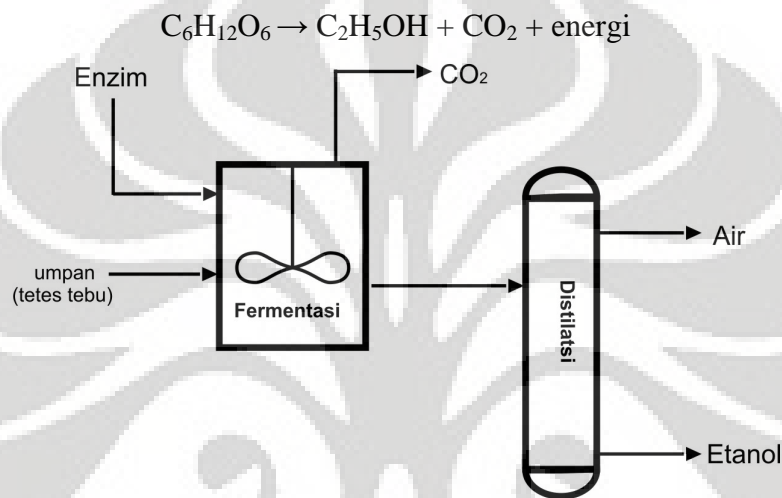


### 2.1.3 Teknologi Pembuatan Bioetanol

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

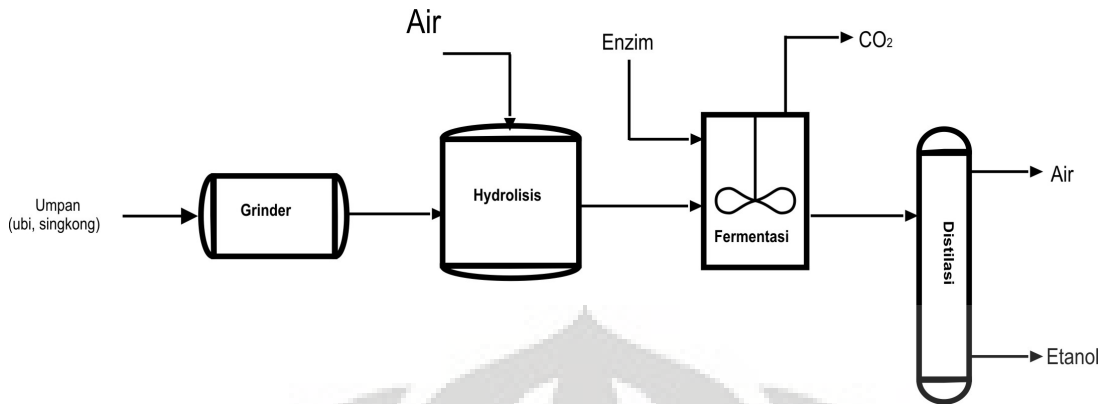


Gambar 2. 4 Proses Pembuatan Bioetanol dari Tetes Tebu [8]

- 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.

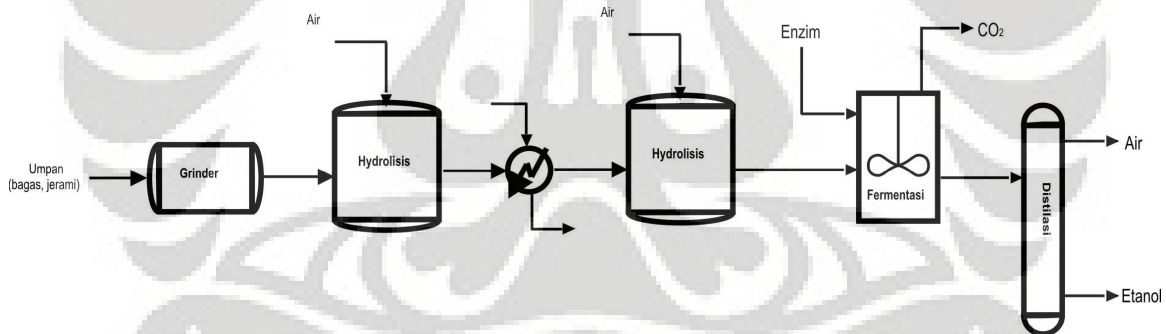




Gambar 2. 5 Proses Pembuatan Bioetanol dari Singkong dan Ubi [8]

- 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 ( $\eta$ ) 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.

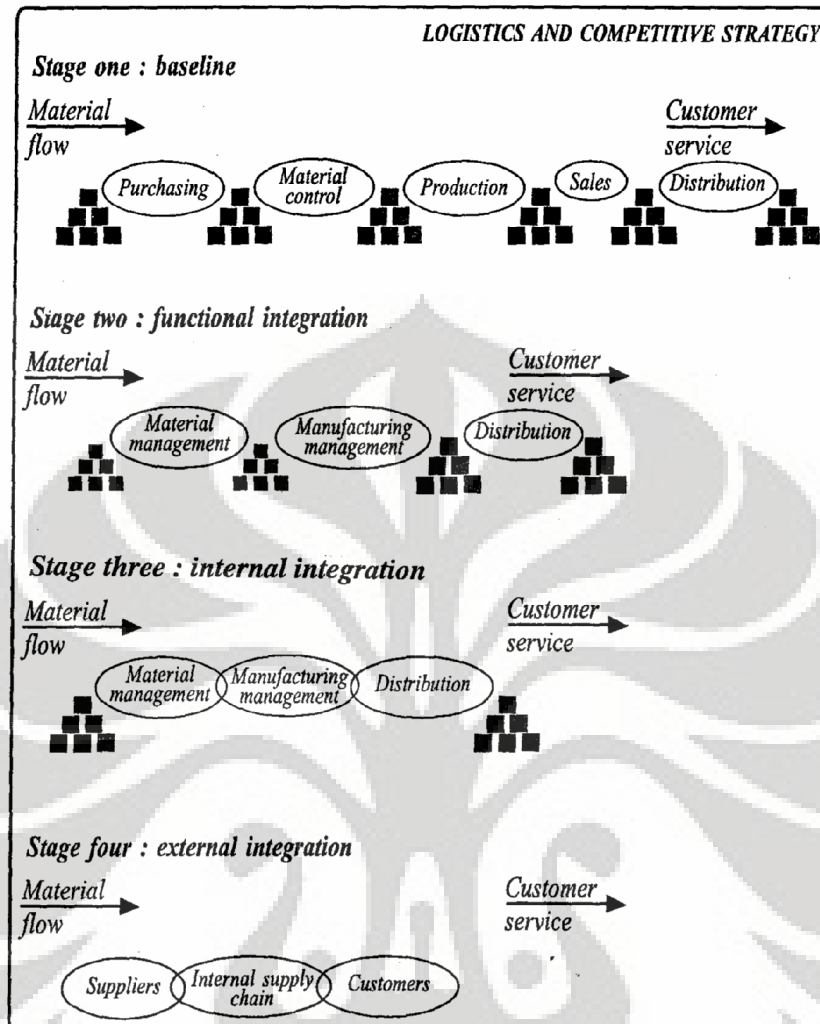
- Metode *end use (engineering oriented)*: Metode ini spesifik untuk tiap sektor. Metode *end use* didasarkan pada faktor-faktor yang menggambarkan tingkat aktivitas ekonomi dan intensitas konsumsi di setiap sektor. Metode ini memerlukan jenis data yang lebih banyak dan lebih rinci dibandingkan metode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



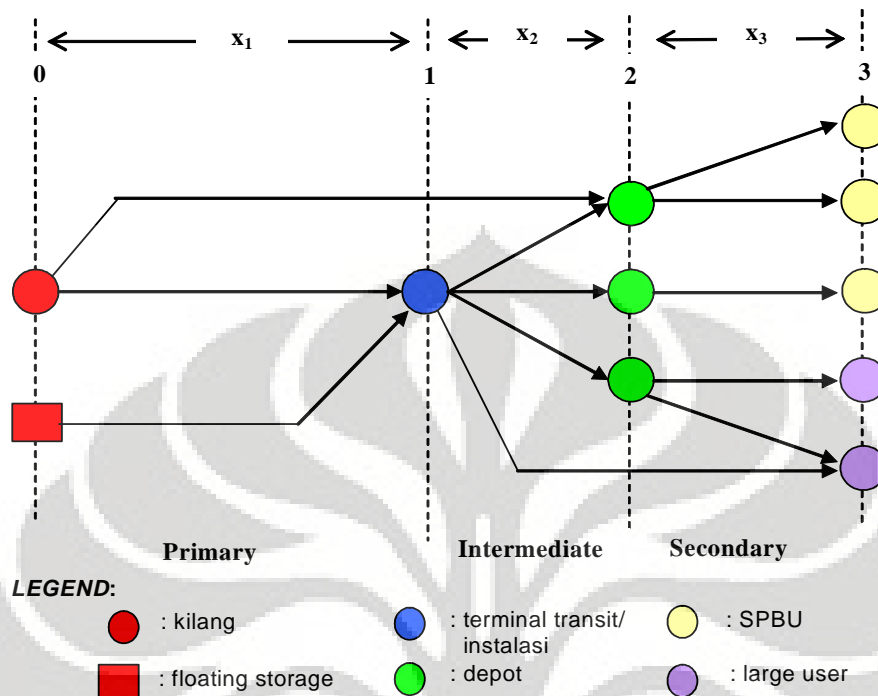


e. Pelayanan Konsumen

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



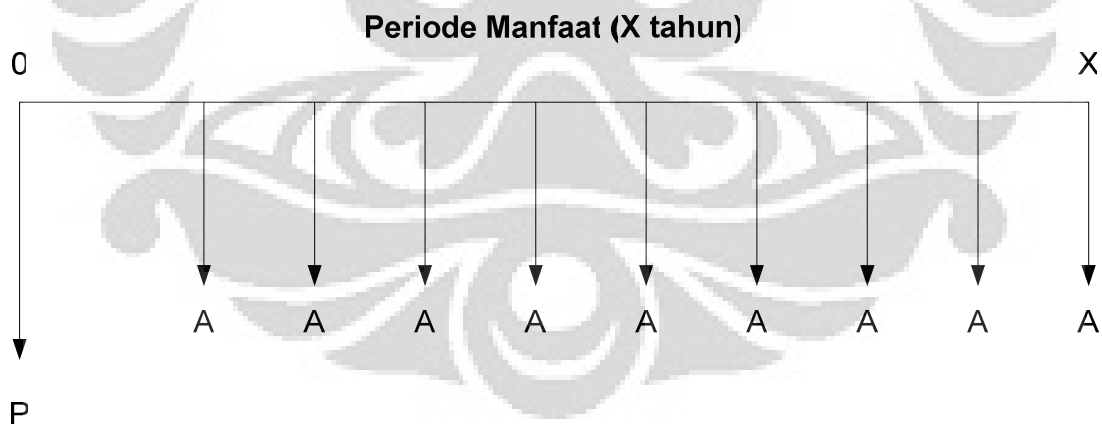
## 2.4 TEORI EKONOMI

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* ( $I_{\text{base}}$ ). Dengan menggunakan perbandingan antara *base index* ( $I_{\text{base}}$ ) dengan index pada tahun saat akan melakukan pembelian ( $I$ ) kita dapat mengestimasi biaya pembelian pada tahun tersebut ( $\text{Cost}$ ). 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**

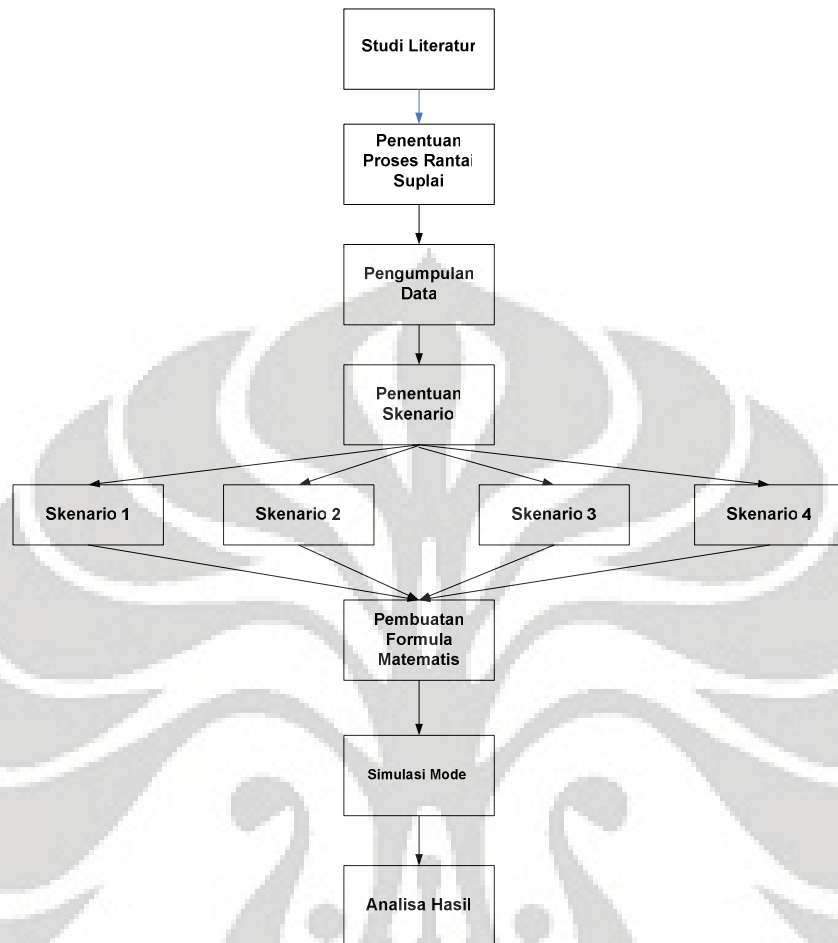
Perancangan simulasi rantai suplai biogasolin ini memerlukan beberapa tahapan. Rangkaian tahapan dalam metode penelitian ini adalah sebagai berikut:

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



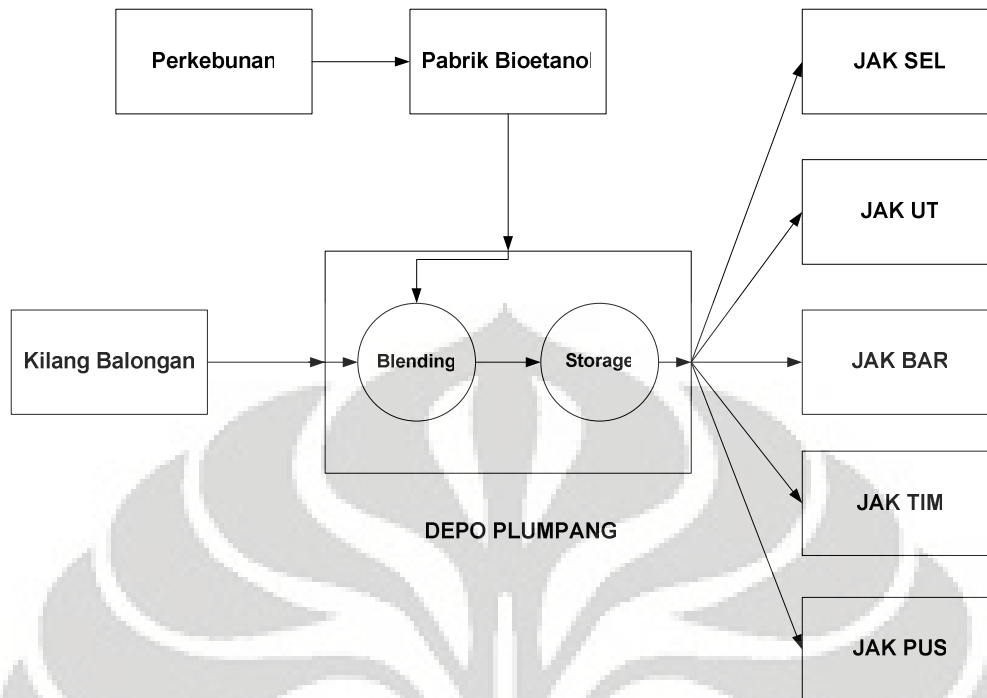
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 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 ( $C_{\text{eta}}$ )

Biaya bahan bioetanol ( $C_{\text{eta}}$ ) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 1 yaitu ( $D_{\text{eta}_1}$ ). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku ( $C_{\text{mat}}$ ), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ( $C_{\text{tra-keb}}$ ), biaya pengolahan ( $C_{\text{pro}}$ ) 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 ( $C_{\text{mat}}$ ) 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 ( $C_{\text{mat}}$ ) 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 ( $J_{\text{keb}}$ ), biaya pengiriman per kg per km ( $T_{\text{keb}}$ ) 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 ( $J_{\text{plant}}$ ) dan biaya pengiriman per liter per km ( $T_{\text{plant}}$ ) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.7.

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

- Biaya Bahan Gasolin ( $C_{\text{oil}}$ )

Biaya bahan gasolin dipengaruhi ( $C_{\text{oil}}$ ) oleh faktor permintaan biogasolin Skenario 1 ( $D_{\text{oil}_1}$ ). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang ( $C_{\text{ref}}$ ) 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 ( $J_{\text{ref}}$ ) dan biaya pengiriman per liter per km ( $T_{\text{ref}}$ ) 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 ( $C_{\text{eta}}$ )

Biaya bahan bioetanol ( $C_{\text{eta}}$ ) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 2 yaitu ( $D_{\text{eta}_2}$ ). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku ( $C_{\text{mat}}$ ), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ( $C_{\text{tra-keb}}$ ), biaya pengolahan ( $C_{\text{pro}}$ ) 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 ( $C_{\text{mat}}$ ) 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 ( $C_{\text{mat}}$ ) 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 ( $J_{\text{keb}}$ ), biaya pengiriman per kg per km ( $T_{\text{keb}}$ ) 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 ( $J_{\text{plant}}$ ) dan biaya pengiriman per liter per km ( $T_{\text{plant}}$ ) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.19.

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

- Biaya Bahan Gasolin ( $C_{\text{oil}}$ )

Biaya bahan gasolin dipengaruhi ( $C_{\text{oil}}$ ) oleh faktor permintaan biogasolin Skenario 2 ( $D_{\text{oil}_2}$ ). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang ( $C_{\text{ref}}$ ) 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 ( $J_{\text{ref}}$ ) dan biaya pengiriman per liter per km ( $T_{\text{ref}}$ ) seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.21.

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

- Biaya *Blending* ( $C_{\text{blend}}$ )

Variabel ini merupakan biaya yang dibutuhkan untuk melakukan proses *blending*. Biaya ini dipengaruhi oleh permintaan biogasolin Skenario 2 ( $D_{\text{bio}_2}$ ) 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 ( $C_{\text{tra}}$ )

Biaya distribusi adalah biaya yang dibutuhkan untuk mengirimkan biogasolin ke SPBU di seluruh Jakarta. Biaya ini dipengaruhi oleh kebutuhan biogasolin Skenario 2 ( $D_{\text{eta}_2}$ ), rata – rata jarak dari tiap SPBU ke depot ( $\bar{J}_{\text{SPBU}}$ ) dan biaya pengiriman per liter per km ( $T_{\text{SPBU}}$ ). Penjabaran biaya distribusi ( $C_{\text{tra}}$ ) 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 ( $C_{\text{eta}}$ )

Biaya bahan bioetanol ( $C_{\text{eta}}$ ) dipengaruhi oleh faktor permintaan bioetanol Skenario 4 yaitu ( $D_{\text{eta}_4}$ ). Biaya tersebut terdiri dari biaya bahan baku ( $C_{\text{mat}}$ ), biaya transportasi dari kebun ke pabrik pengolahan ( $C_{\text{tra-keb}}$ ), biaya pengolahan ( $C_{\text{pro}}$ ) 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 ( $C_{\text{mat}}$ ) 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 ( $C_{\text{mat}}$ ) 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 ( $J_{\text{keb}}$ ), biaya pengiriman per kg per km ( $T_{\text{keb}}$ ) 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 ( $J_{\text{plant}}$ ) dan biaya pengiriman per liter per km ( $T_{\text{plant}}$ ) 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 ( $C_{\text{oil}}$ ) oleh faktor permintaan biogasolin Skenario 4 ( $D_{\text{oil}_4}$ ). Komponen biaya bahan gasolin adalah biaya bahan baku ex kilang ( $C_{\text{ref}}$ ) 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





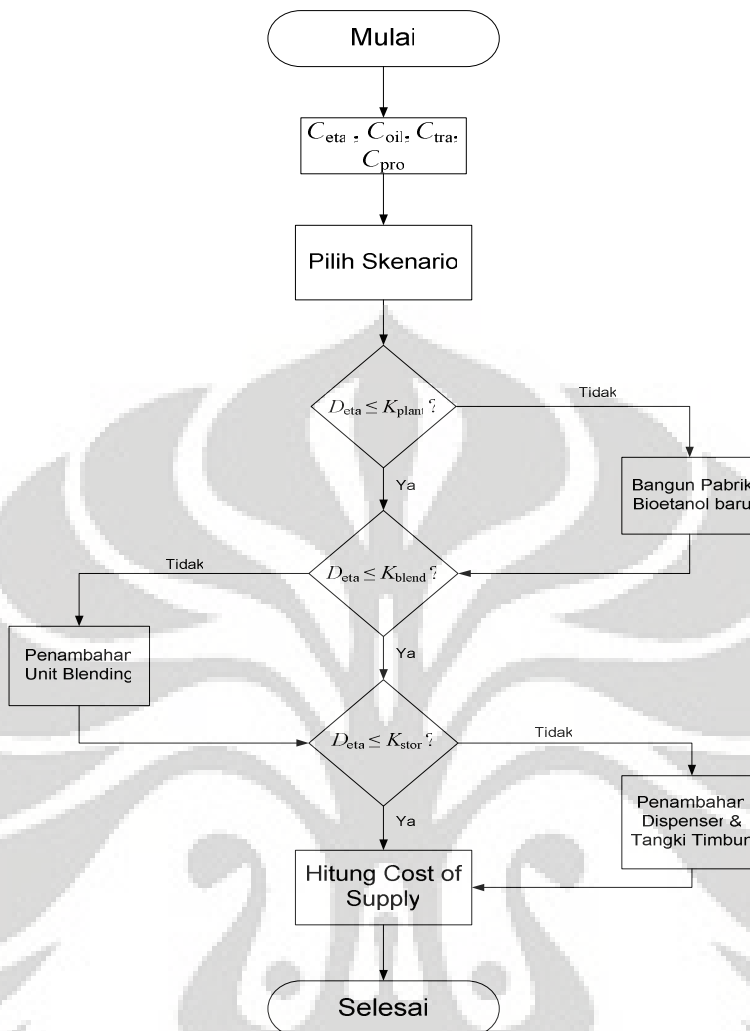
biaya rantai suplai per liter dan apakah biaya tersebut dapat bersaing dengan gasolin. Algoritma dari proses berpikir tahapan perhitungan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.2 yang berasal dari memasukkan data-data yang diproses, pemilihan skenario, dan kemudian perhitungan biaya rantai suplai skenario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

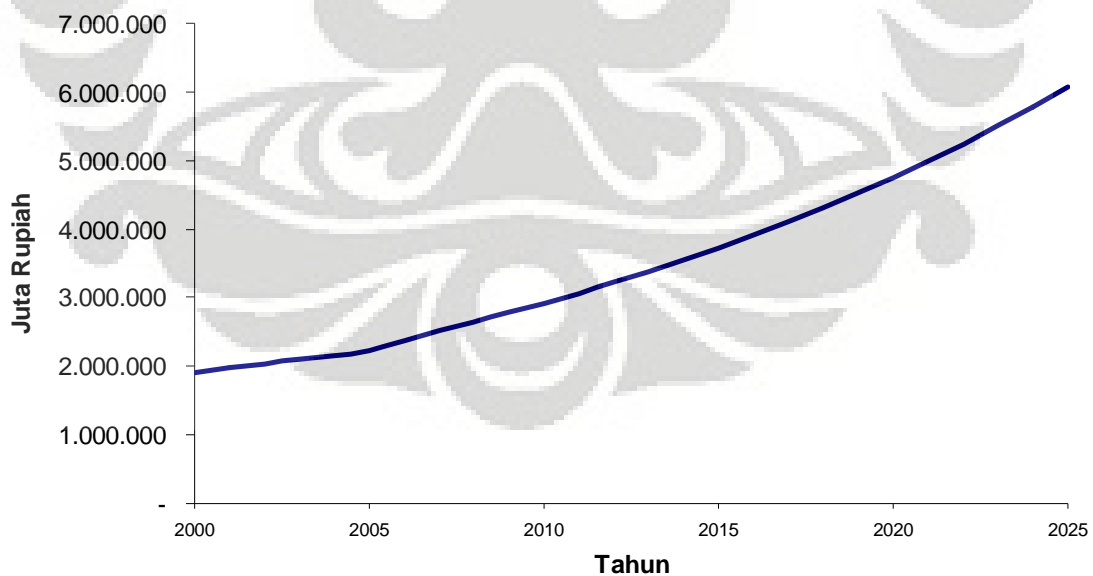


hasil perhitungan di Tabel 4.3 elastisitas rata-rata Gasolin adalah 0,35.

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 ( $\alpha$ ) 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 ( $\alpha$ ) 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<br>(Juta Rupiah) | Tahun | PDRB<br>(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 ( $\Delta D$ ) seperti dapat dilihat pada Persamaan 4.3.

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

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



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

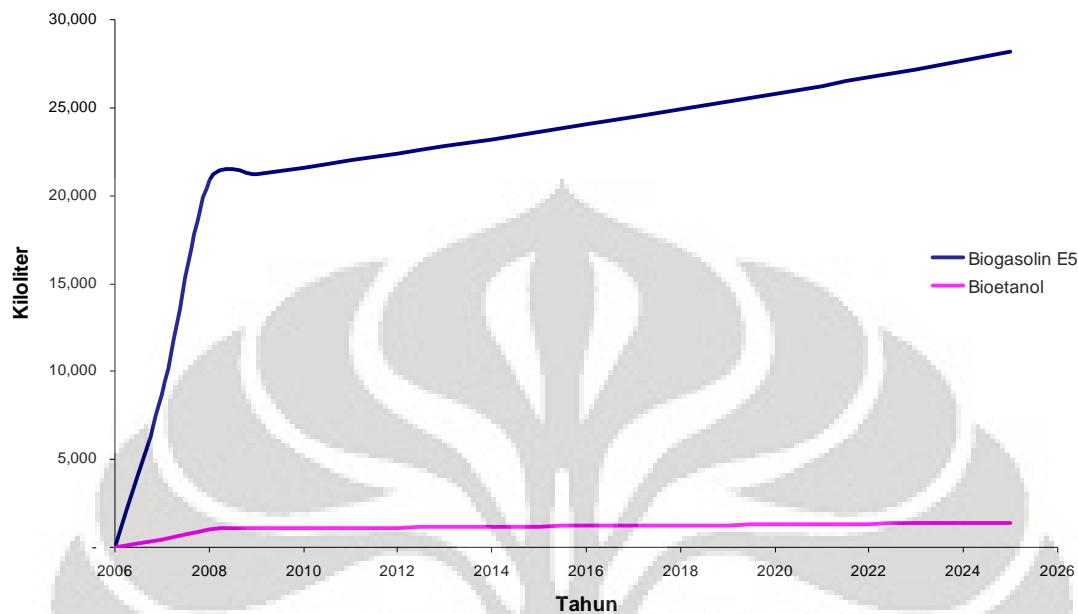
Substitusi Persamaan 4.4 ke Persamaan 4.3 akan membentuk Persamaan 4.5 yang akan digunakan sebagai persamaan untuk proyeksi permintaan biogasolin sampai tahun 2025.

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

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.

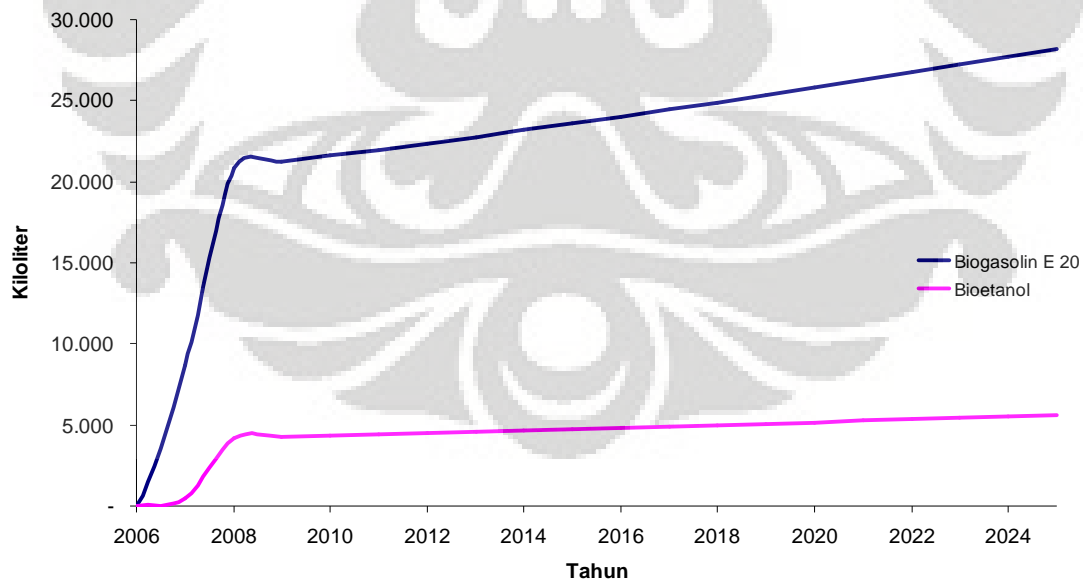




Proyeksi permintaan biogasolin untuk Skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3.

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

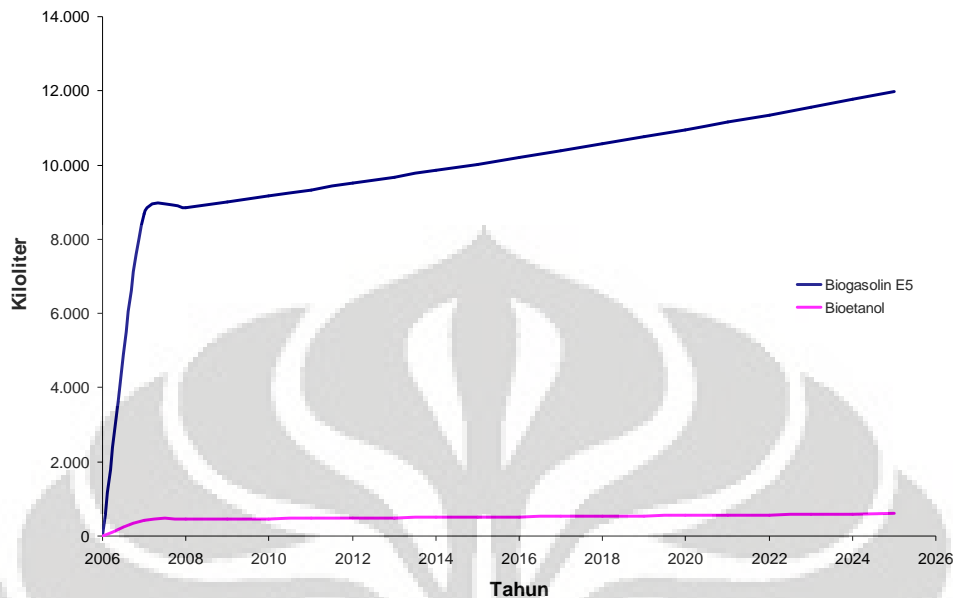


Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 kebutuhan biogasolin Skenario 2 sama dengan kebutuhan pada Skenario 1. Sementara itu, kebutuhan bioetanol untuk Skenario 2 lebih besar dari Skenario 1. Pada Skenario 2, komposisi bioetanol sebesar 20% dari total biogasolin. Pada tahun 2008 kebutuhan bioetanol sebesar 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

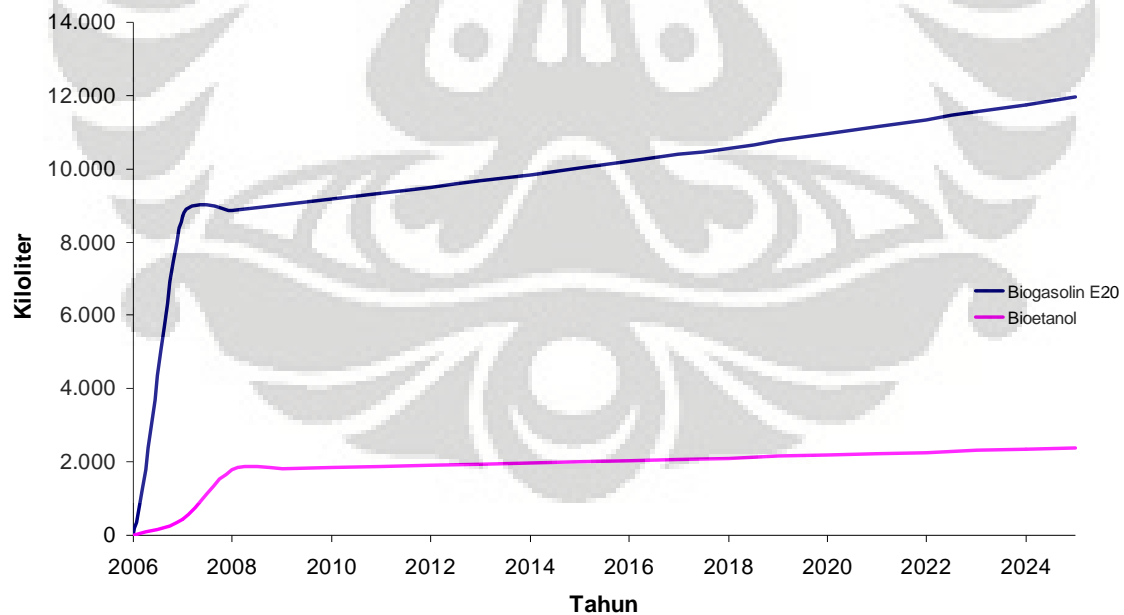
Dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.4 bahwa permintaan biogasolin pada Skenario 3 lebih kecil dari Skenario 1 dan 2. Pada Skenario 3, biogasolin menjadi bahan bakar alternatif pendamping gasolin, sehingga permintaan biogasolin tidak mengalami peningkatan drastis. Kebutuhan biogasolin pada tahun 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                     |



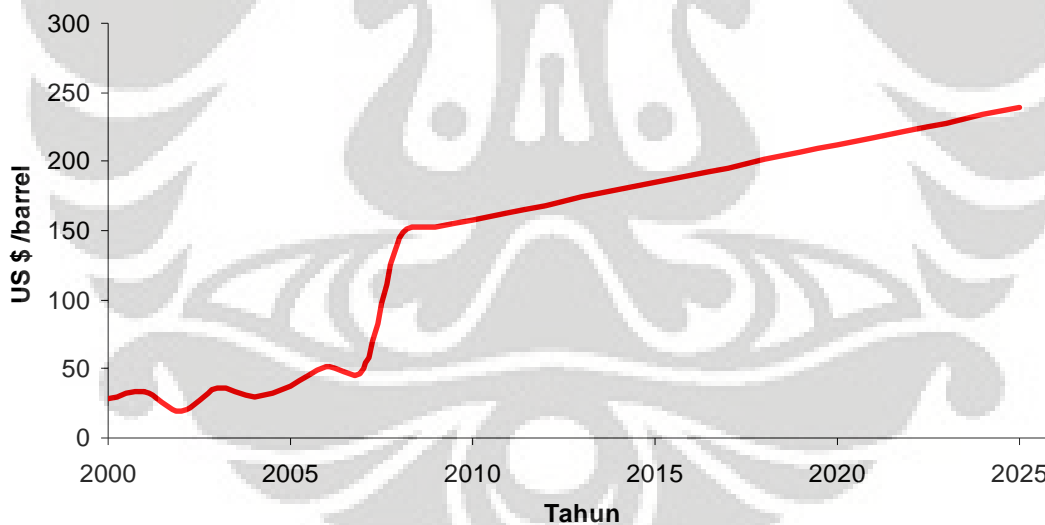
Gambar 4. 5 Proyeksi Permintaan Biogasolin untuk Skenario 4



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            |
|----------------------------------|-------------|-----------------------|
| <b>Investasi</b>                 |             |                       |
| 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 |                       |
| <b>Operasional dan Perawatan</b> |             |                       |
| 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             |
| <b>Total Biaya</b>               | 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            |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <b>Investasi</b>                 |                   |                       |
| 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       |                       |
| <b>Operasional dan Perawatan</b> |                   |                       |
| 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             |
| <b>Total Biaya</b>               | 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.



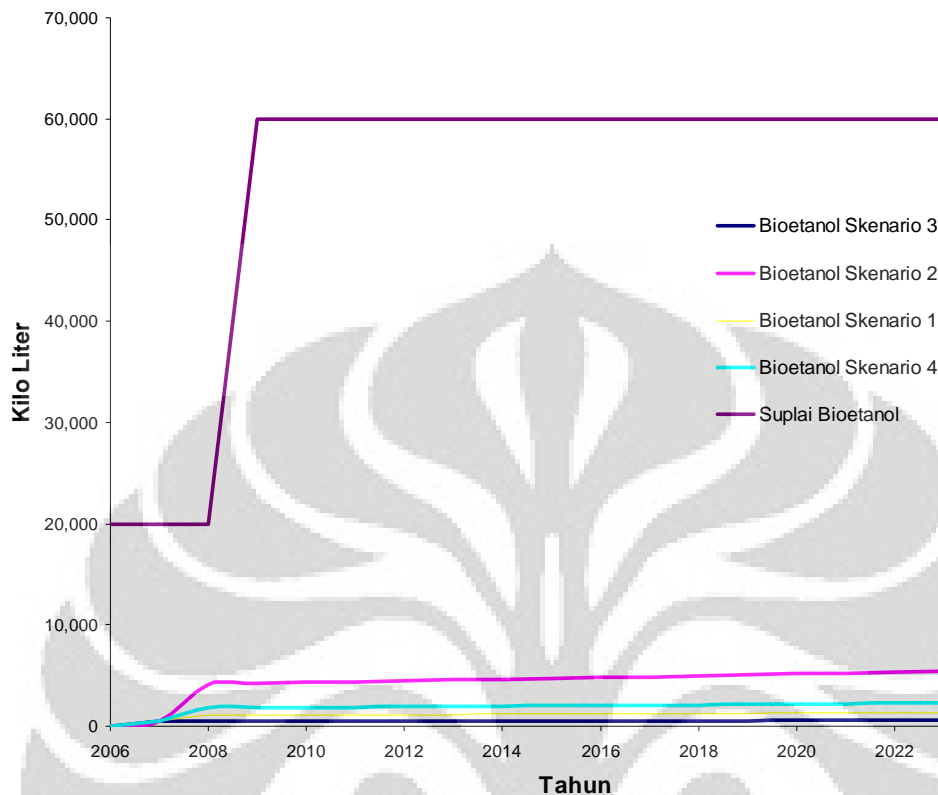
#### 4.5.1 Pabrik Bioetanol

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

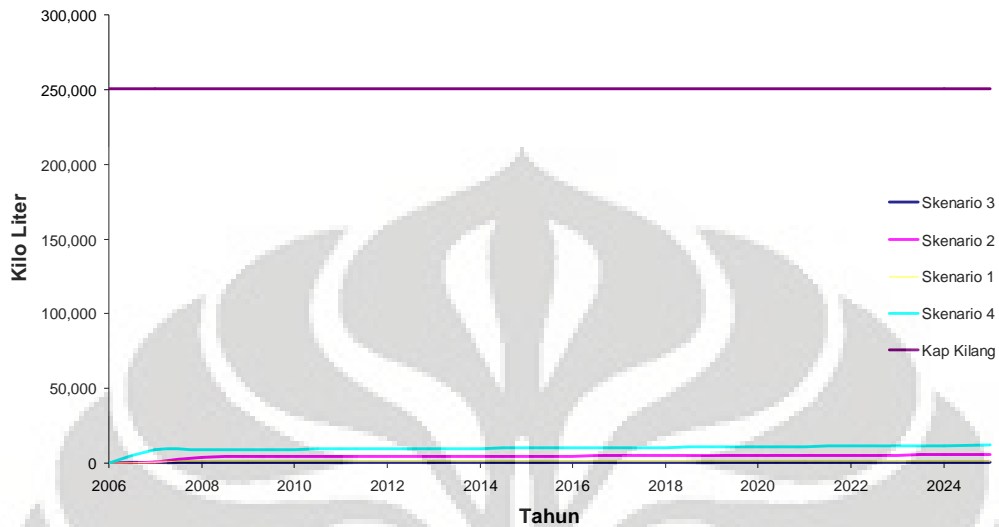
Faktor lain yang dapat menjamin ketersediaan suplai adalah tidak ada disparitas harga antara pasar domestik dan internasional. Biogasolin bukan merupakan bahan bakar subsidi maka harga jual ke konsumen sesuai dengan harga pasar. Dengan kondisi tersebut, produsen bioetanol cenderung memilih pasar domestik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



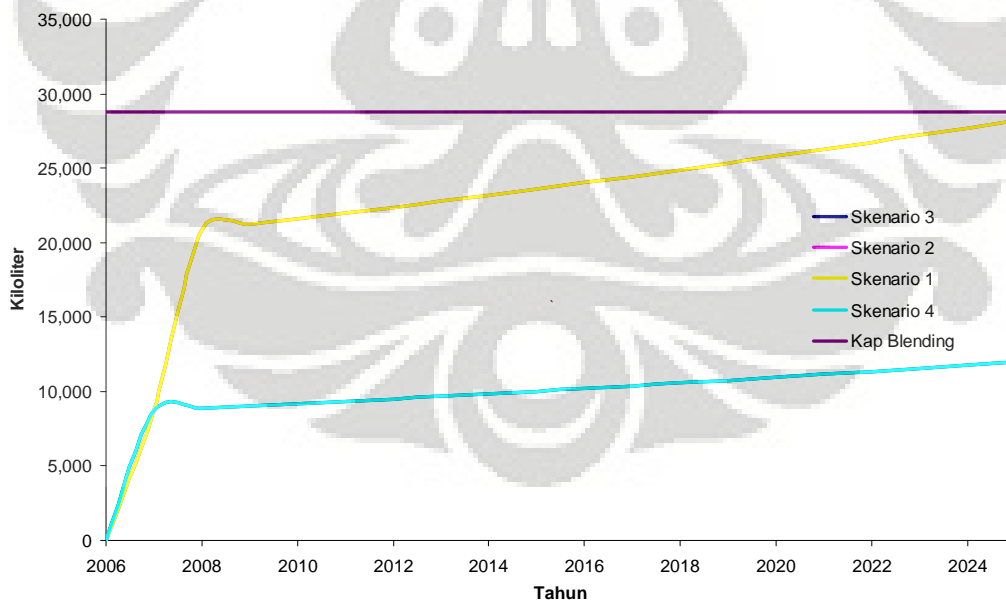
sampai tahun 2025 dimana kebutuhan gasolin tertinggi terdapat pada Skenario 1 yaitu 26.777 kL.



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



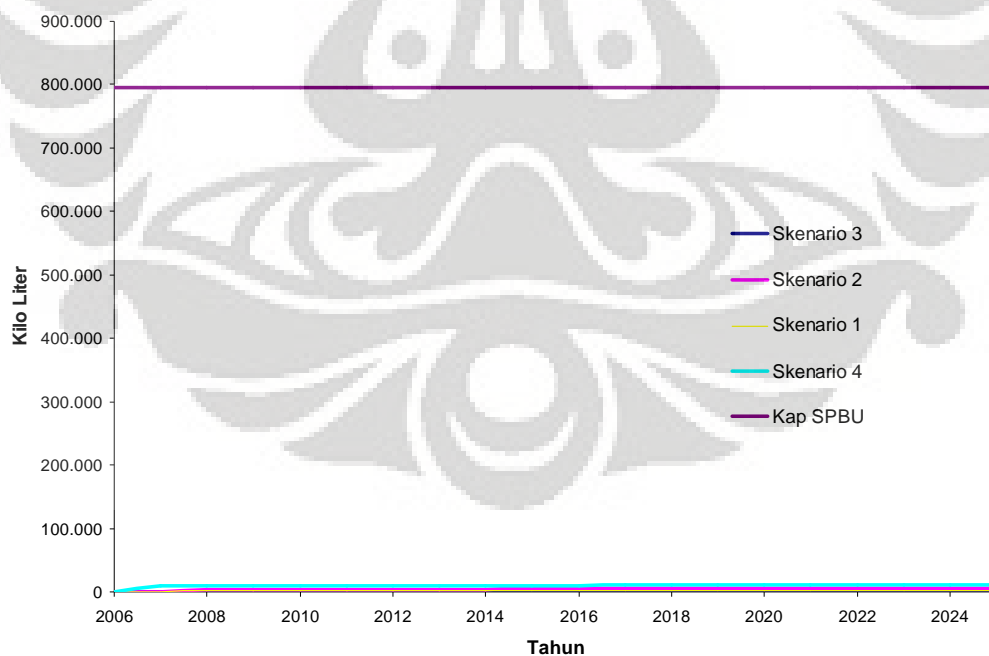
Gambar 4. 9 Kapasitas Unit Blending & Permintaan Biogasolin DKI Jakarta



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

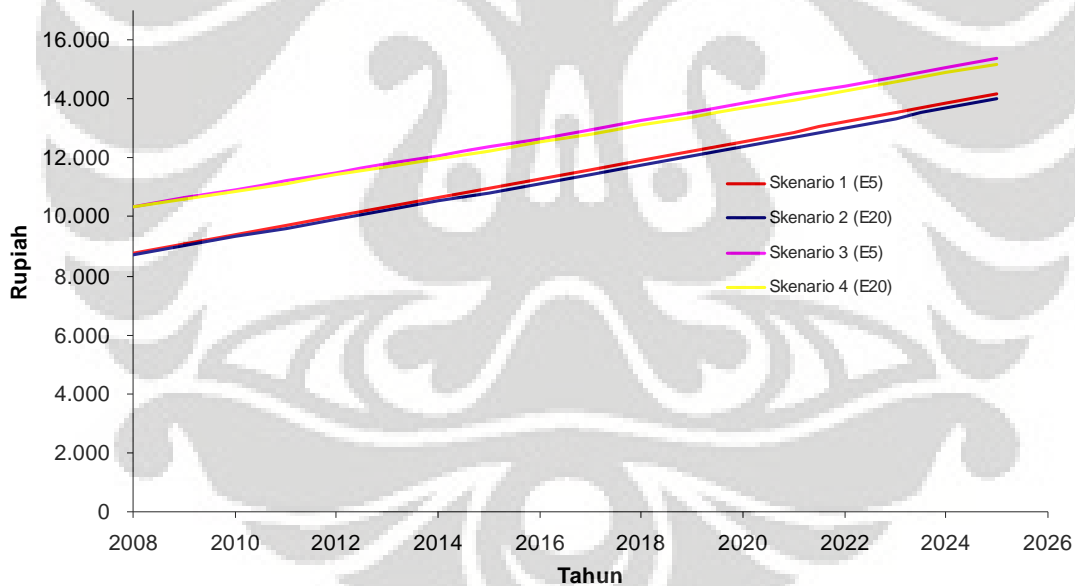




#### 4.6 ANALISIS TOTAL BIAYA RANTAI SUPLAI

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

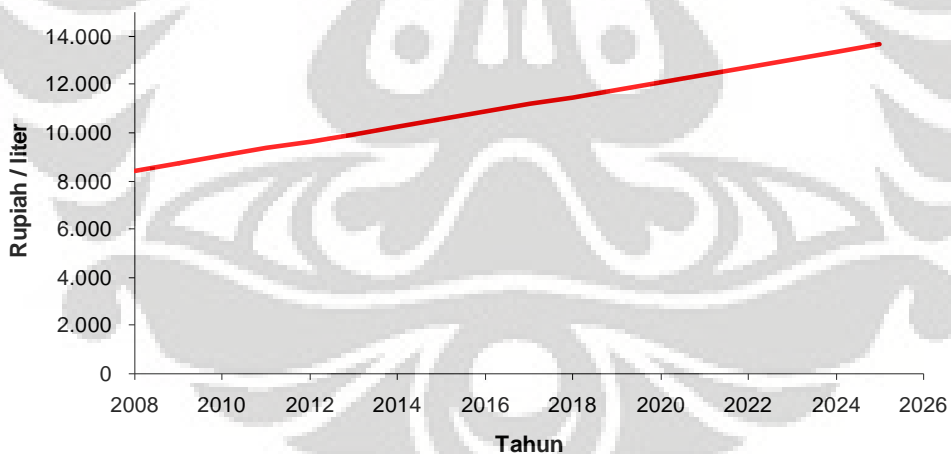
Untuk skenario BBM substitusi pada komposisi yang berbeda yaitu Skenario 1 (E5) dan Skenario 2 (E20) rata-rata perbedaan biaya rantai suplai biogasolin adalah Rp 129 per liter. Pada tahun 2008 Skenario 2 (E20) lebih rendah Rp 26 per liter dibandingkan Skenario 1 (E5) sedangkan pada tahun 2025 Skenario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

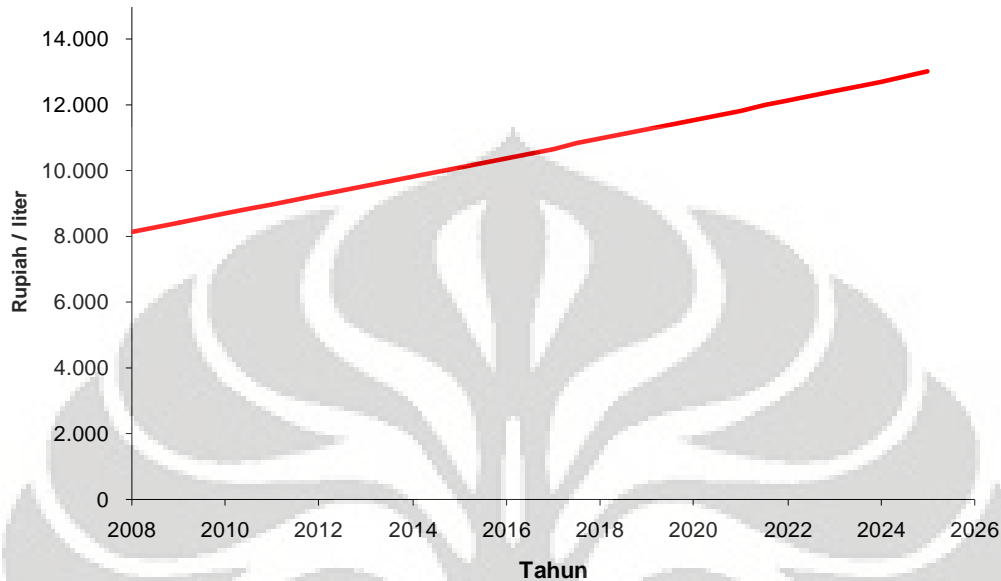


Gambar 4. 12 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 1 (E5)

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

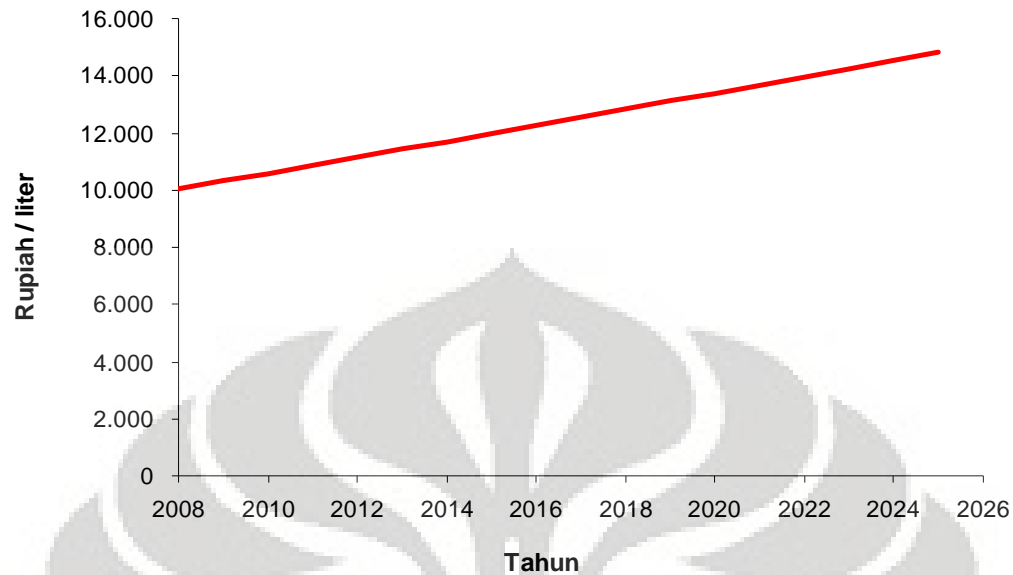


liter. Pada tahun 2025 biaya rantai suplai biogasolin Skenario 1 mencapai Rp 13.650 atau meningkat sebesar 62% dibandingkan tahun 2008.



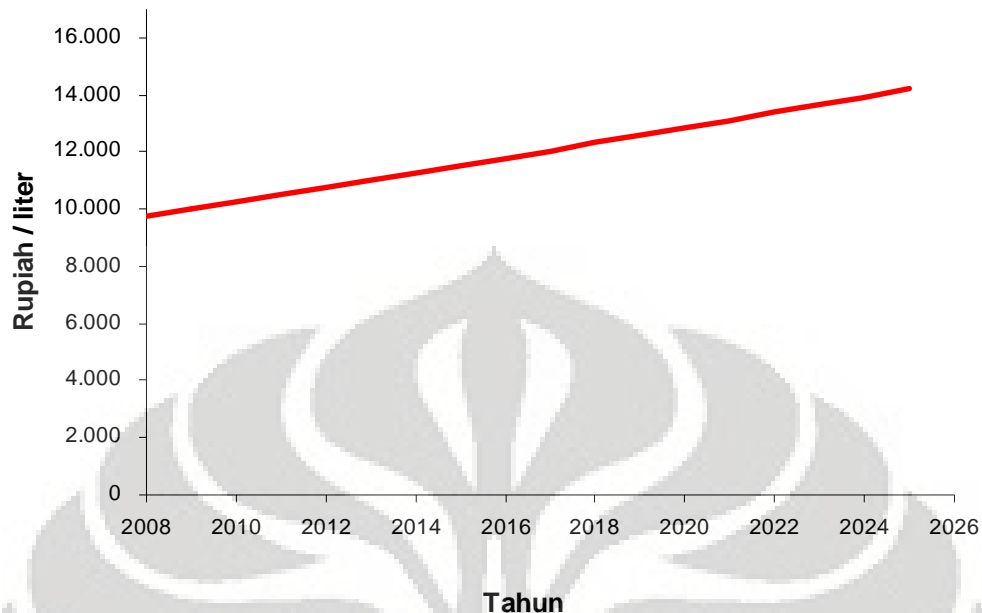
Gambar 4. 13 Biaya Rantai Suplai per Liter Skenario 2 (E20)

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.

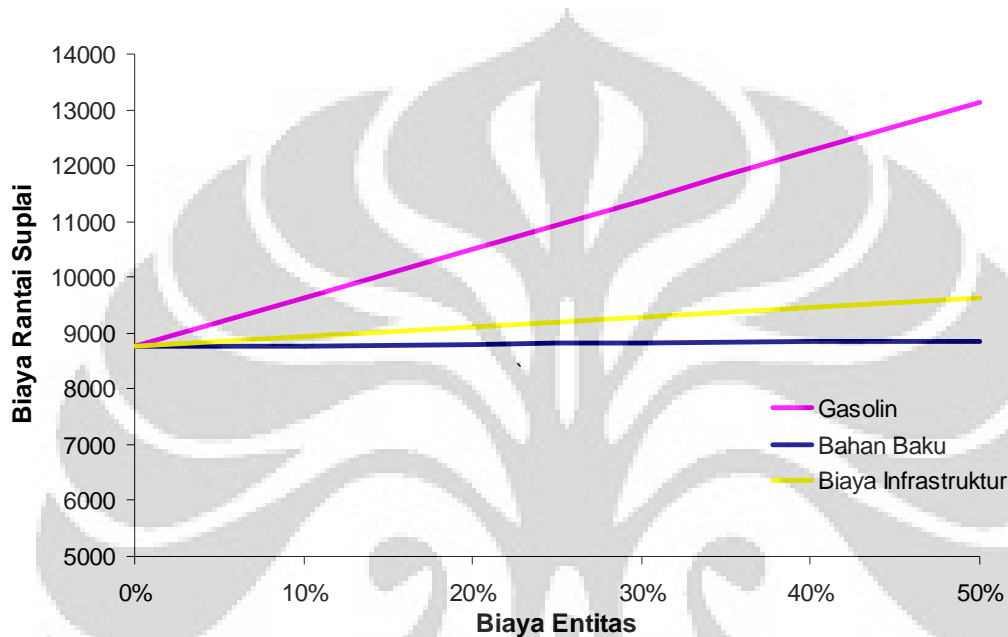
#### 4.7 ANALISIS SENSITIVITAS MODEL

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



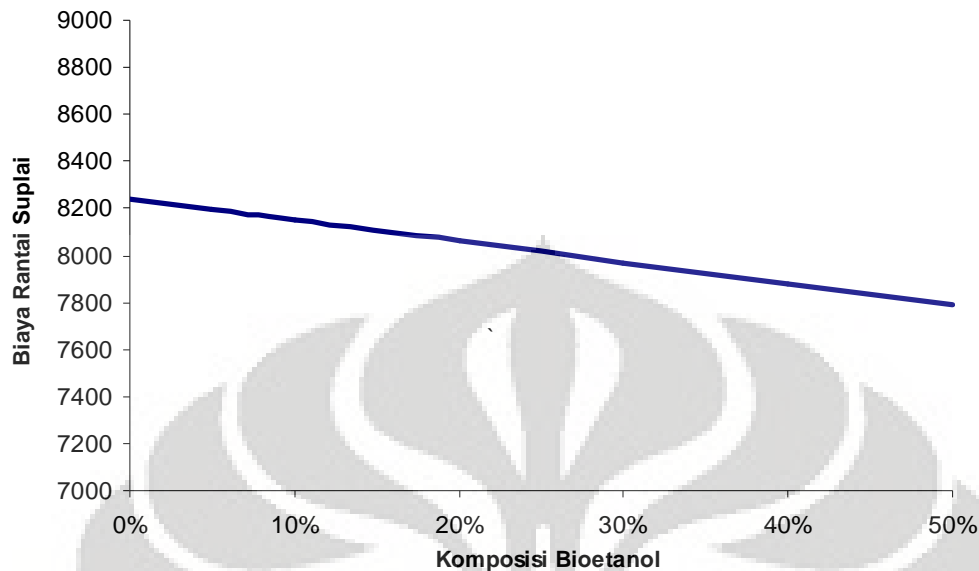
mempengaruhi biaya rantai suplai sebesar 0,4 %. Pengaruh tersebut dapat dibilang kecil karena komposisi bioetanol pada biogasolin hanya sebesar 5% (Skenario 1 dan 3) atau 20% volume (Skenario 2 dan 4). Kondisi tersebut mungkin akan berubah pada beberapa tahun ke depan. Berdasarkan laporan yang dikeluarkan 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 (32<sup>nd</sup> 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)

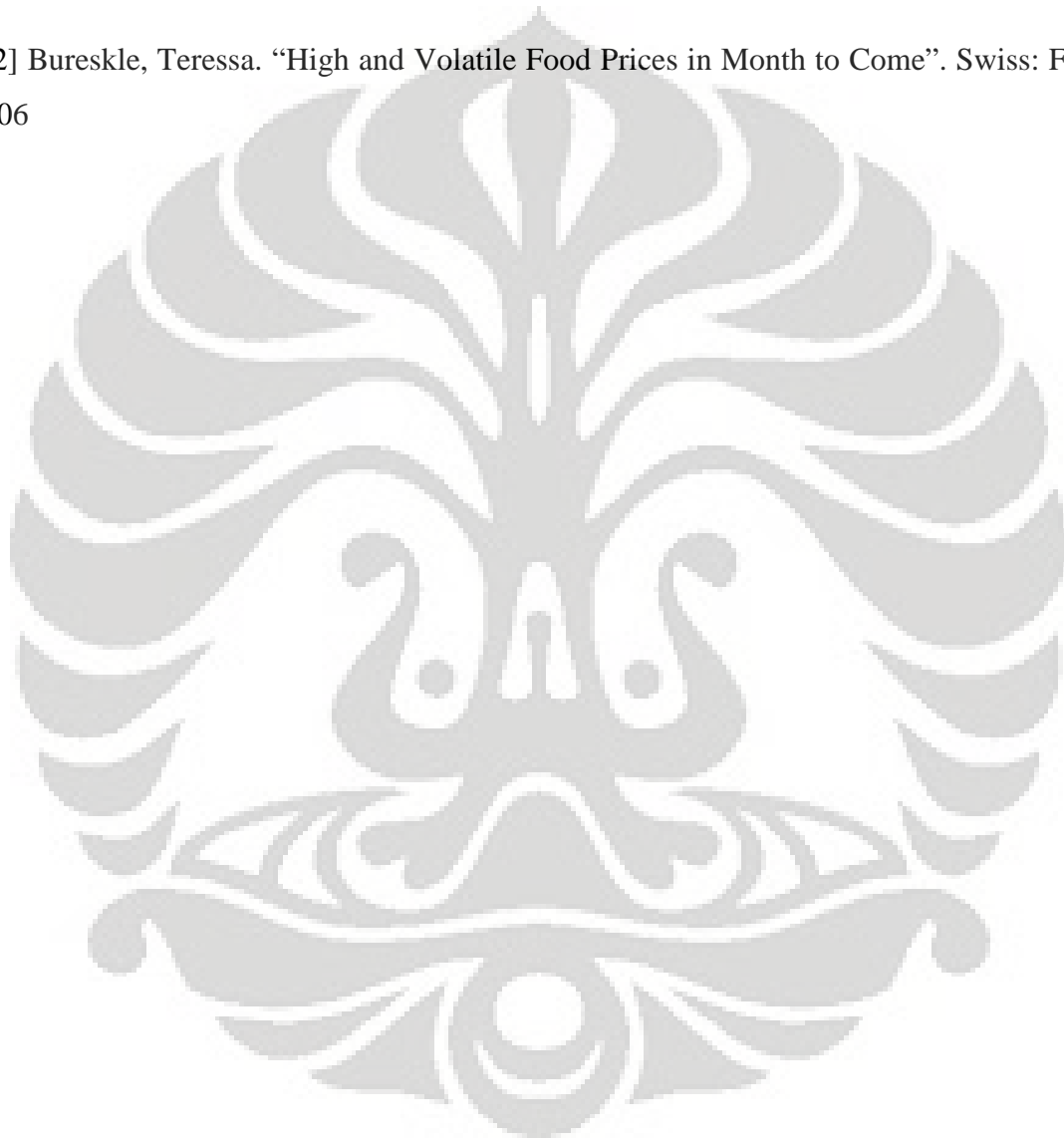
- [10] Bukit, et al (2007). "PTPN X Lirik Bisnis Bioetanol." Diakses pada tanggal 3 Maret 2007  
<http://www.indobiofuel.com>
- [11] Anonim (2007), "*Sustainable Biofuel Production and Use Options for Greener Fuel.*" Diakses pada tanggal 3 Maret 2007  
<http://www.wisions.net/news/no8.pdf>.
- [12] Anonim (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>

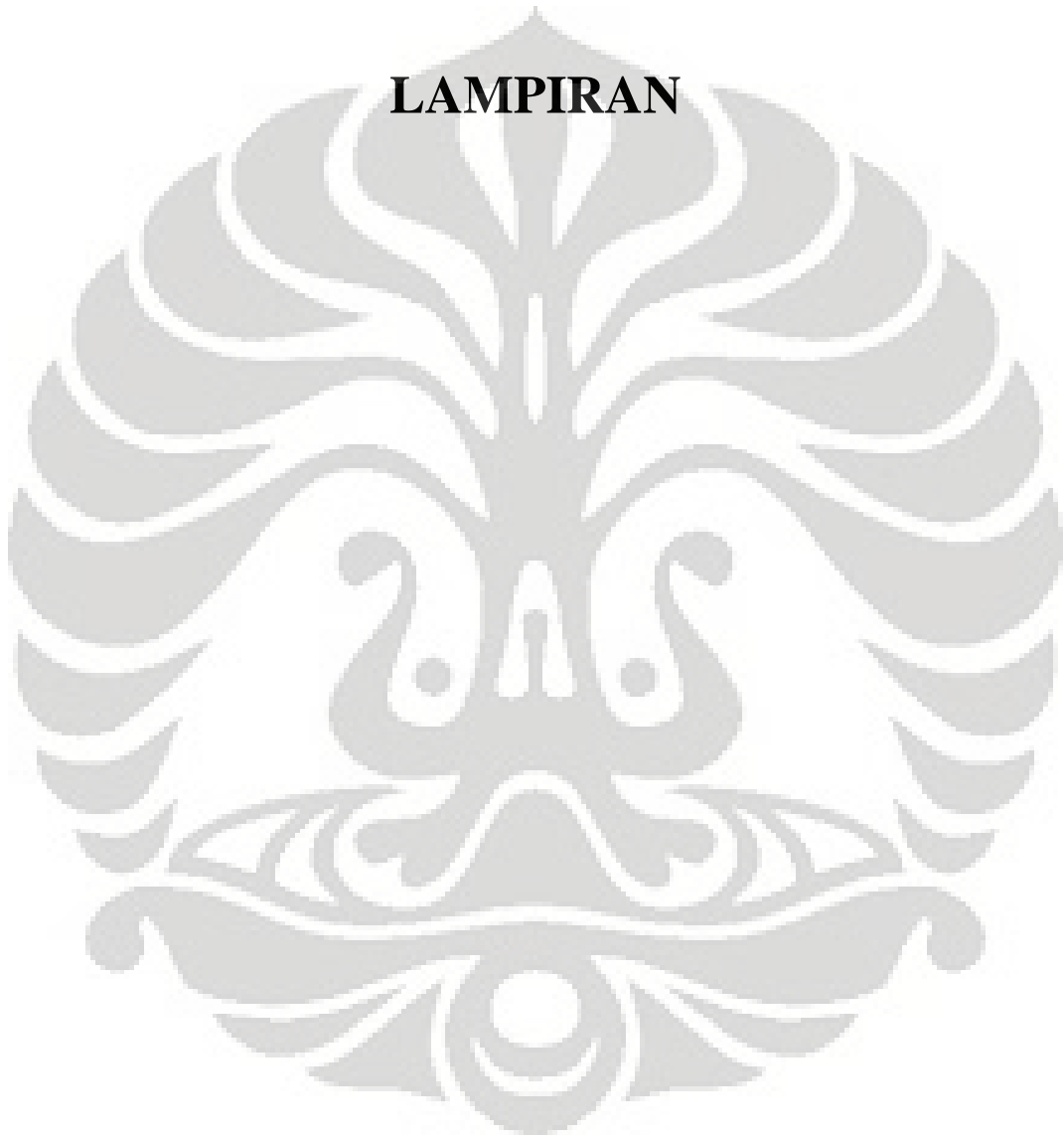
[20] Wallace, William, " *Economic and Social Update.*" World Bank. Jakarta: April 2008

[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      |