



UNIVERSITAS INDONESIA



**OPTIMASI DISTRIBUSI LPG
DI JAKARTA**

TESIS

JABIDI

09 06 57 90 71

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN GAS
JAKARTA
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**OPTIMASI DISTRIBUSI LPG
DI JAKARTA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

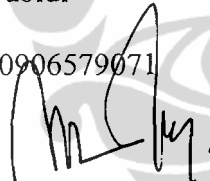
JABIDI

09 06 57 90 71

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN GAS
JAKARTA
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Jabidi
NPM : 0906579071
Tanda Tangan : 
Tanggal : Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Sidang Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Jabidi
NPM : 0906579071
Program Studi : Teknik Kimia bidang kekhususan Manajemen Gas
Judul Tesis : Optimasi Distribusi LPG di Jakarta

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik bidang kekhususan Manajemen Gas, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Widodo W. Purwanto, DEA (.....)

Penguji : Dr. Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng (.....)

Penguji : Dr. rer. Net. Ir. Yuswan Muharam, MT (.....)

Penguji : Dr. Ir. Sukirno, M.Eng (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 15 Juni 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmat-Nya, tesis ini dapat diselesaikan. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Program Studi Teknik Kimia pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa dari masa perkuliahan hingga penyusunan tesis ini, telah banyak pihak yang membantu sehingga semua proses dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih dengan tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini.
2. Seluruh staf pengajar Pasca Sarjana Magister Manajemen Gas Universitas Indonesia
3. Seluruh pihak pihak yang telah bersedia menjadi nara sumber baik menjadi responden maupun para pakar dalam penelitian ini
4. Ina Rachmadina Inda, istri yang selalu menemani dan memberikan support selama proses pembuatan tesis ini dan Keluarga tersayang yang telah membantu dengan doa yang tulus.
5. Teman-teman S2 atas kerjasama dalam menyelesaikan tugas dan tesis
6. Pihak pihak lain yang tidak dapat disebut satu persatu.

Penulis menyadari akan keterbatasan kemampuan dan wawasan dalam penyusunan tesis ini sehingga segala kritik dan saran yang bermanfaat diharapkan dapat memperbaiki penelitian ini di masa mendatang.

Akhir kata, Saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat.

Jakarta, Juni 2012

Jabidi

1

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jabidi
NPM : 0906579071
Program Studi : Manajemen Gas
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“OPTIMASI DISTRIBUSI LPG DI JAKARTA”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama.

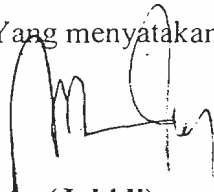
Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : Juni 2012

Yang menyatakan,



(Jabidi)

ABSTRAK

Nama : Jabidi
Program Studi : Teknik Kimia bidang kekhususan Manajemen Gas
Judul : OPTIMASI DISTRIBUSI LPG DI JAKARTA

Proses distribusi LPG berawal dari pengadaan LPG yang diproduksi mulai dari kilang, selanjutnya di distribusikan ke depot terus SPPBE. Dari SPPBE ini, produk LPG mulai dilakukan pengisian ke tabung (3, 12 dan 50 Kg) yang selanjutnya di salurkan ke agen-agen. Kemudian agen LPG ini mendistribusikan ke sub agen. Mata rantai pendistribusian LPG yang dilakukan berjenjang tersebut perlu diatur secara sistematis dan perlu dilakukan analisa optimasi distribusi dari titik utama suplai sampai mata rantai dibawah-nya untuk mengetahui ke-efektifan dan ke-ekonomian dari sistem distribusi tersebut.

Perhitungan optimasi sistem distribusi ini dilakukan menggunakan *Solver* aplikasi dari microsoft office excel. Dari hasil perhitungan di dapat bahwa untuk mencukupi kebutuhan sampai dengan tahun 2020, perlu dilakukan penambahan tanki penyimpanan di Depot Tanjung Priok dan penambahan unit SPPBE di masing-masing daerah yang menjadi unit operasinya. Penambahan yang perlu dilakukan yaitu 2 unit tanki kapasitas 250 MT dan 2 unit tanki kapasitas 2500 MT. Dengan total biaya pengembangan kapasitas dan biaya operasional dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 sebesar Rp. 670.35 Milyar. Sedangkan untuk penyediaan SPPBE perlu juga dilakukan penambahan unit SPPBE sebanyak 29 unit yang tersebar di masing-masing daerah yang menjadi daerah penyaluran distribusi LPG dari Depot Tanjung Priok. Dengan total biaya pengembangan unit SPPBE, operasional dan biaya penyaluran dari Depot ke SPPBE dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 adalah sebesar Rp. 1,007.25 Milyar.

Kata Kunci:

Optimasi, distribusi LPG, Depot, SPPBE, *Solver*.

ABSTRACT

Name : Jabidi

Study Program: Chemistry Technique, Speciality Area Gas Management

Title : OPTIMIZATION FOR LPG DISTRIBUTION IN JAKARTA

LPG distribution process begins with the procurement of LPG produced from refinery, subsequently distributed to the depot continued to SPPBE. From this SPPBE, LPG products started filling the tube (3, 12 and 50 Kg) and then distributed to the agents. LPG agency then distributes to the sub-agent. LPG distribution chain which is made by stages needs to be regulated systematically and optimization analysis of the distribution needs to be done from the main point of supply to the underlying chain to determine the effectiveness and economy of the distribution system.

Distribution system optimization is done using the Solver application from Microsoft Office Excel. From the calculation results acquired that in order to provide requirement for up to 2020, Tanjung Priok Depot needs to add storage tanks and also needs to add SPPBE units in distribution areas. The additions are 2 units tank with capacity of 250 MT and 2 units tank with capacity of 2500 MT. Total amount that needs to invest (*capex&opex*) from 2010 up to 2020 is Rp. 670.35 Billion. As for the supply of SPPBE should also be added 29 units in LPG distribution area from Tanjung Priok Depot. The total cost of distribution (*capex+opex+transportation cost*) from Depot to SPPBE from 2010 up to 2020 is Rp. 1,007.25 Billion.

Keywords:

Optimization, LPG, distribution, Depot, SPPBE, *Solver*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.4 BATASAN PENELITIAN.....	2
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 UMUM.....	5
2.2 TEORI LPG.....	6
2.2.1 Spesifikasi LPG.....	6
2.2.2 Sifat LPG.....	7
2.2.3 Penggunaan LPG.....	8
2.2.4 Bahaya LPG	9
2.2.5 Jalur Distribusi LPG.....	9

2.3	TEORI RANTAI SUPLAI (<i>SUPPLY CHAIN MANAGEMENT</i>)	11
2.3.1	Tinjauan Umum	11
2.3.2	Elemen Rantai Suplai.....	13
2.3.3	Model Rantai Suplai LPG	15
2.4	TEORI OPTIMASI	16
2.4.1	Teori Umum.....	16
2.4.2	Klasifikasi Masalah optimasi	18
2.4.3	Linear Programming	18
2.5	TEORI APLIKASI SOLVER DI EXCEL	24
2.5.1	Teori Umum.....	24
2.5.2	Konsep Dasar Solver.....	25
BAB 3	27
METODE PENELITIAN	27
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	27
3.2	ANALISA PERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN LPG	28
3.2.1	Analisa Persediaan (<i>Supply</i>).....	28
3.2.2	Analisa Permintaan (<i>Demand</i>)	28
3.3	PENGUMPULAN DATA.....	28
3.4	PARAMETER PENELITIAN	29
3.4.1	Parameter solver untuk perhitungan di Depot.....	29
3.4.2	Parameter solver untuk perhitungan di SPPBE.....	29
3.5	OPTIMASI DENGAN SOLVER.....	30
3.5.1	Konsep Dasar Optimasi Distribusi LPG	30
3.5.2	Cara Perhitungan Optimasi Menggunakan Solver.....	34
3.6	ANALISIS HASIL DAN KESIMPULAN.....	35
BAB 4	36

ANALISA OPTIMASI DISTRIBUSI LPG.....	36
4.1 Biaya Investasi Infrastruktur dan Operasional Tahunan (<i>Capex & Opex</i>)	36
4.2 Biaya Distribusi dari Depot ke SPPBE	37
4.3 Jarak antar Fasilitas Distribusi (SPPBE) Area Operasi Depot Tj. Priok	38
4.4 Proyeksi Konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tanjung Priok	38
4.5 Perhitungan Optimasi menggunakan Aplikasi Solver Excel.....	41
4.5.1 Perhitungan Optimasi Di Depot.....	42
4.5.1.1 Hasil perhitungan Optimasi <i>Solver</i> untuk Depot.....	42
4.5.1.2 Simulasi Pengembangan Infrastruktur di Depot Tanjung Priok	42
4.5.2 Perhitungan Optimasi Di SPPBE.....	49
4.5.2.1 Hasil perhitungan Optimasi <i>Solver</i> untuk SPPBE.....	49
4.5.2.2 Simulasi penambahan SPPBE di masing-masing Daerah Unit	
Operasi Depot Tanjung Priok.....	50
BAB 5	54
KESIMPULAN.....	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
Lampiran 1. Estimasi Biaya Investasi Depot LPG.....	57
Lampiran 2. Estimasi Biaya Operasional Depot LPG	58
Lampiran 3. Estimasi Biaya Investasi SPPBE LPG	59
Lampiran 4. Estimasi Biaya Operasional SPPBE LPG	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola jalur distribusi LPG	10
Gambar 2.2 Struktur Jaringan Logistik LPG	15
Gambar 2.3 Peta Logistik LPG Area Jakarta	16
Gambar 2.4 Nilai minimum $f(x)$ adalah sama dengan nilai maksimum $-f(x)$	17
Gambar 2.5 Solusi optimal dari $cf(x)$ atau $c+f(x)$ sama dengan $f(x)$	17
Gambar 2.6 Linear Programming metode Grafik	23
Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian secara umum	27
Gambar 3.2 Perilaku Biaya Distribusi dan Biaya Operasi terhadap Jumlah Fasilitas	31
Gambar 3.3 Kotak isian Solve	34
Gambar 4.1 Konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tj. Priok tahun 2010	39
Gambar 4.2 Proyeksi konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tj. Priok	41
Gambar 4.3 Proyeksi konsumsi vs kapasitas LPG, tanki 2@2500 dibangun lebih awal untuk Area Operasi Depot Tj. Priok	45
Gambar 4.4 Proyeksi konsumsi vs kapasitas LPG, tanki 2@250 dibangun lebih awal untuk Area Operasi Depot Tj. Priok	48
Gambar 4.5 Proyeksi Capex & Opex antara tanki 2@2500 dan tanki 2@250 dibangun lebih awal untuk pengembangan kapasitas Depot Tj. Priok	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan efisiensi beberapa bahan bakar untuk memasak	7
Tabel.4.1 Biaya Investasi Depot (Rp / @10000 MT)	36
Tabel 4.2 Biaya Operasional Depot (Rp / @10000 MT)	36
Tabel 4.3 Biaya Investasi dan Operasional di Depot Tj Priok	37
Tabel 4.4 Biaya Investasi SPPBE (Rp / 60 T/hari)	37
Tabel 4.5 Biaya Operasional per tahun (Rp / 60 T/hari)	37
Tabel 4.6 Jarak konsumen dengan SPPBE/SPBE di Jakarta	38
Tabel 4.7 Konsumsi LPG di Jakarta tahun 2010	38
Tabel 4.8 Proyeksi Konsumsi LPG Area Operasi Depot Tj. Priok	40
Tabel 4.9 Hasil Optimasi menggunakan Aplikasi Solver Excel	42
Tabel 4.10 simulasi tangki 2@2500 di bangun lebih awal	43
Tabel 4.11 simulasi waktu untuk tangki 2@250 di bangun lebih awal	46
Tabel 4.12 Kebutuhan LPG untuk masing-masing daerah di tahun 2020	49
Tabel 4.13 Hasil Optimasi Tambahan SPPBE untuk masing-masing daerah di tahun 2020	49
Tabel 4.14 Simulasi penambahan Infrastruktur SPPBE di masing-masing Daerah Unit Operasi Depot Tanjung Priok	51
Tabel 4.15 Simulasi Biaya Penambahan Infrastruktur SPPBE di masing-masing Daerah Unit Operasi Depot Tanjung Priok (<i>capex&opex</i>)	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sejak Pemerintah mencanangkan program konversi minyak tanah bersubsidi ke LPG tertentu mulai tahun 2007 kebutuhan LPG di Indonesia meningkat dengan sangat drastis. Merferensi dari hasil studi yang dilakukan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral bahwa pada tahun 2007 kebutuhan LPG di Indonesia hanya sebesar 21,476 MT namun pada tahun 2010 kebutuhan LPG naik menjadi 3,077,000 MT. Maka perlu dilakukan penelitian untuk pengembangan infrastruktur penyimpanan dan peningkatan jumlah fasilitas pengisian yang mencakup identifikasi *supply-demand power* untuk menjamin efisiensi dan efektifitas tersedia dan terdistribusinya LPG ke masyarakat.

Proses distribusi LPG berawal dari pengadaan LPG yang diproduksi dari kilang di dalam negeri dan pengadaan dari impor. LPG yang dari kilang atau impor ini selanjutnya di distribusikan ke depot-depot LPG. LPG dari depot ini selanjutnya disalurkan ke SPPBE. Dari SPPBE ini, produk LPG mulai dilakukan pengisian ke tabung LPG 3 kg, 12kg dan 50 kg yang selanjutnya di salurkan ke agen-agen LPG. Kemudian agen LPG ini mendistribusikan ke sub agen LPG. Selanjutnya apabila situasi dan kondisi pasar membutuhkan pasokan LPG maka agen LPG akan mendistribusikan ke pengecer atau konsumen akhir langsung. Jalur distribusi LPG dilakukan berjenjang. Untuk itu, mata rantai pendistribusian LPG tersebut perlu diatur secara sistematis dan perlu dilakukan analisa optimasi distribusi dari titik utama suplai (depot) sampai mata rantai dibawah-nya untuk mengetahui ke-efektifan dan ke-ekonomian dari sistem distribusi tersebut.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Secara garis besar rumusan permasalahan penelitian ini adalah bagaimana mengoptimalkan pemanfaatan infrastruktur untuk meminimalkan biaya sistem distribusi LPG.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan biaya distribusi yang minimum (jumlah *capex*, *opex* dan *transportation cost*) untuk setiap titik pendistribusian LPG.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Pemodelan jalur distribusi yang di bahas berdasarkan data-data referensi, dan untuk data yang tidak ditemukan dalam referensi digunakan asumsi untuk mendapatkan hasil analisa yang di teliti.
2. Objek yang diteliti di batasi hanya untuk LPG tabung 5 kg, 12 kg dan 50 kg (non industri) untuk kurun waktu dari tahun 2010 sampai dengan 2020.
3. Batasan pendistribusian yang diteliti dimulai dari Depot sampai dengan SPPBE untuk area operasi Depot Tanjung Priok yang meliputi daerah Jakarta, Depok, Bogor dan Sukabumi.
4. Biaya distribusi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah seluruh biaya mulai dari pengembangan infrastruktur (*capex*), operasi dan pemeliharaan (*opex*) dan biaya transportasi dari depot ke SPPBE (*transportation cost*).
5. Infrastruktur yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tanki spherical beserta fasilitasnya untuk di titik distribusi Depot dan fasilitas pengisian ke tabung LPG beserta fasilitasnya untuk di titik distribusi SPPBE.
6. Kapasitas SPPBE yang ada pada saat penelitian diasumsikan sudah maksimum.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Thesis ini terdiri atas lima bab dengan perincian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat tentang latar belakang, permasalahan, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan tesis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berbagai dasar teknis dan non teknis yang terkait dengan penulisan tesis ini akan di ulas sehingga akan memberikan korelasi yang mampu menghubungkan antara data lapangan dengan metode evaluasi yang akan analisa.

Secara umum akan di paparkan dari teori dasar LPG mulai dari spesifikasi, sifat, kegunaan, bahaya, proses diagram sampai dihasilkan LPG dan sistem penyediaan dan distribusi LPG. Selanjutnya akan di jelaskan juga bagian dari teori *Supply Chain Management* karena nantinya evaluasi tesis ini akan di analisa dari aspek optimalisasi distribusi *supply chain management* tersebut. Dan yang terakhir akan di jelaskan teori program optimasi yang akan di gunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Detail metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini berupa prosedur penelitian, proses penelitian, metode pengumpulan data, metode proyeksi kebutuhan LPG, konsep model Optimasi distribusi LPG sampai dengan analisa ke-ekonomian akan di sampaikan dalam Bab 3 (tiga) ini. Termasuk didalamnya berupa penyampaian secara tegas dan detail tentang batasan penulisan disertai asumsi yang digunakan sehingga akan menjadi landasan bagi bab berikutnya.

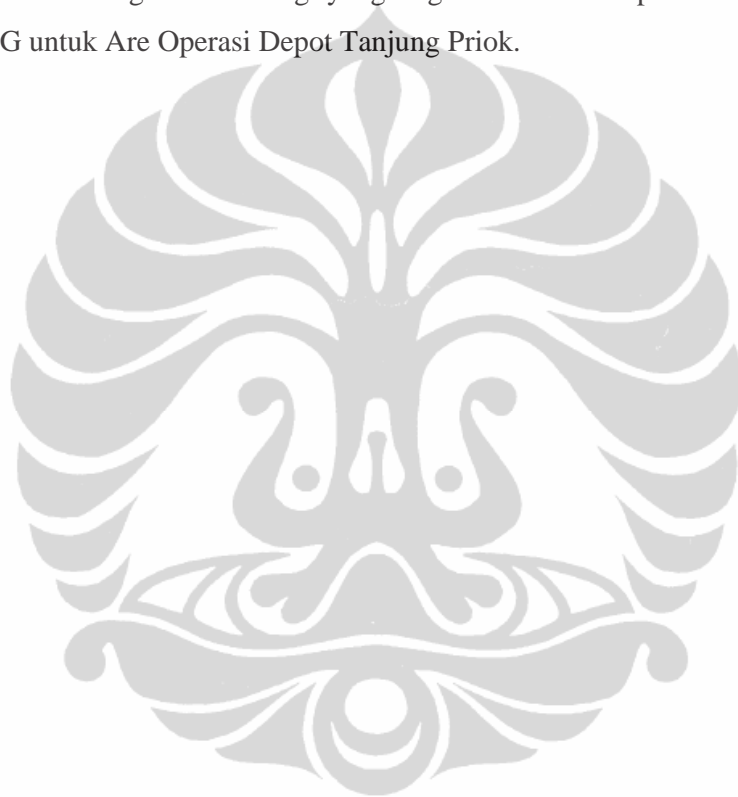
BAB IV ANALISA OPTIMASI DISTRIBUSI LPG

Bab ini memuat tentang perhitungan memetakan kebutuhan LPG untuk Area Operasi Depot Tanjung Priok dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2010 dan melakukan optimasi memaksimalkan pemanfaatan

infrastruktur penunjang dan meminimalkan biaya dari system distribusi LPG dari setiap point penyaluran dengan volume yang dipindahkan pada jarak tertentu (*transportation cost*) serta memperkiraan biaya untuk membangun infrastruktur fasilitas-fasilitas penunjangnya

BAB V KESIMPULAN

Bab ini memuat tentang kesimpulan dari seluruh isi tesis ini yang berkaitan dengan metodologi yang di gunakan dalam optimasi distribusi LPG untuk Are Operasi Depot Tanjung Priok.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 UMUM

Liquefied Petroleum Gas (LPG) adalah salah satu produk bahan bakar gas yang pada umumnya berupa gas propana (C_3H_8) atau butana (C_4H_{10}) atau merupakan campuran antara keduanya yang dalam temperatur kamar akan berbentuk dalam fasa gas tetapi dalam tekanan tinggi atau pada temperatur sangat rendah akan berbentuk cair yang tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau.

LPG dapat di produksi dengan dua metode. Metode pertama dikenal dengan istilah ekstraksi¹. Metode ekstraksi ini dilakukan dengan mengekstraksi aliran-aliran minyak mentah dan gas bumi yang berada pada reservoir atau dekat dengan reservoir yang mengandung propana dan butana. Gas bumi dari reservoir gas memungkinkan untuk diproduksi menjadi LPG. Selain itu campuran dari gas dan hidrokarbon ringan dari reservoir kondensat gas serta campuran minyak mentah dan gas dari lapangan campuran minyak dan gas juga dapat diproduksi menjadi LPG. Adapun untuk menentukan besaran jumlah recovery LPG dari sebuah produksi gas bergantung kepada komposisi gas serta spesifikasi teknis kualitas gas yang akan disalurkan kepada konsumen. Metode kedua dikenal dengan metode *Processing*. Pada metode *Processing*, minyak mentah di pengilangan akan dilakukan processing untuk menghasilkan LPG atau dapat pula merupakan produk samping dari pabrik kimia. Hal ini dapat dilakukan karena setiap minyak mentah yang akan disimpan dan ditransportasikan menuju pengilangan tekanan uapnya harus dibuat rendah dengan cara menghilangkan LPG dan komponen ringan melalui kolom fraksinasi minyak mentah agar menghasilkan minyak mentah yang stabil.

¹ **Ekstraksi** adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik

2.2 TEORI LPG

2.2.1 Spesifikasi LPG

Liquefied Petroleum Gas (LPG) Pertamina dengan brand Elpiji, merupakan gas hasil produksi dari kilang minyak (Kilang BBM) dan Kilang gas, yang komponen utamanya adalah gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) lebih kurang 99 % dan selebihnya adalah gas etana (C_2H_6) dan gas pentana (C_5H_{12}) yang dicairkan. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair. Perbandingan komposisi utama propana (C_3H_8) : butana (C_4H_{10}) = 30:70 dengan Nilai kalori: + 21.000 BTU/lb. LPG lebih berat dari udara dengan berat jenis sekitar 2.01 (dibandingkan dengan udara), tekanan uap LPG cair dalam tabung sekitar 5.0 – 6.2 Kg/cm².

Dalam kondisi atmosfer, LPG akan berbentuk gas. Perubahan bentuk LPG menjadi cair adalah untuk mempermudah pendistribusiannya, berdasarkan pencairannya LPG dibedakan menjadi dua, yaitu LPG Pressurized dan LPG refrigerated. LPG Pressurized adalah LPG yang dicairkan dengan cara di tekan (4-5 kg/cm²), LPG jenis ini disimpan dalam tabung atau tanki khusus bertekanan. LPG jenis inilah yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi di rumah tangga dan industri karena penyimpanan dan penggunaannya tidak memerlukan handling khusus seperti LPG refrigerated. LPG refrigerated adalah LPG yang dicairkan dengan cara didinginkan (titik cair propan $-42^{\circ}C$ dan titik cair butane adalah $-0,5^{\circ}C$). LPG jenis ini umum digunakan untuk mengapalkan LPG dalam jumlah besar (export/import). Dibutuhkan tanki penyimpanan khusus yang harus didinginkan agar LPG tetap dapat berbentuk cair serta dibutuhkan proses khusus untuk mengubah LPG refrigerated menjadi LPG pressurized. LPG yang dipasarkan Pertamina dalam kemasan tabung dan curah adalah LPG pressurized. Volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu LPG dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (*thermal expansion*) dari cairan yang dikandungnya, tabung LPG tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan dan temperatur, tetapi biasanya sekitar 250:1.

Tekanan di mana LPG berbentuk cair, dinamakan tekanan uap-nya, juga bervariasi tergantung komposisi dan temperatur; sebagai contoh, dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2.2 bar) bagi butana murni pada 20 °C (68 °F) agar mencair, dan sekitar 2.2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55 °C (131 °F).

Menurut spesifikasinya, LPG dibagi menjadi tiga jenis yaitu LPG campuran, LPG propana dan LPG butana. Spesifikasi masing-masing LPG tercantum dalam keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor: 25K/36/DDJM/1990. LPG butane dan LPG mix biasanya di pergunakan oleh masyarakat umum untuk bahan bakar memasak, sedangkan LPG propane biasanya di pergunakan di industri-industri sebagai pendingin, bahan bakar pemotong, dan lainnya. LPG yang dipasarkan Pertamina adalah LPG campuran. LPG Pertamina dipasarkan dalam kemasan tabung (3 kg, 6 kg, 12 kg, 50 kg) dan curah.

2.2.2 Sifat LPG

Algoritma Sifat LPG terutama adalah sebagai berikut:

- Cairan dan gasnya sangat mudah terbakar
- Gas tidak beracun, tidak berwarna dan biasanya berbau menyengat
- Gas dikirirkan sebagai cairan yang bertekanan di dalam tangki atau silinder.
- Cairan dapat menguap jika dilepas dan menyebar dengan cepat.
- Gas ini lebih berat dibanding udara sehingga akan banyak menempati daerah yang rendah
- LPG mempunyai pembakaran yang lebih sempurna, seperti diperlihatkan pada tabel 2.1 dibawah. Perbandingan beberapa bahan bakar untuk memasak, sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbandingan efisiensi beberapa bahan bakar untuk memasak

Bahan Bakar	Daya Pemanasan (Kcal/Kg)	Effisiensi Apparatus (%)	Daya Panas Bermanfaat (Kcal/Kg)
Kayu Bakar	4000	15	600
Arang	8000	15	1200
Minyak Tanah	10479	40	4192
LPG	11255	53	5965

Sumber: www.migas.esdm.go.id yaitu situs resmi tentang informasi minyak dan gas oleh Departement Sumber Daya Mineral

2.2.3 Penggunaan LPG

M Akretche Said dan M Houghlaouene Samir dalam salah satu jurnalnya membagi kegunaan LPG dalam 4 sektor, yaitu :

- Sektor Perumahan (*residential*) : digunakan sebagai bahan bakar alat dapur terutama kompor gas. Selain itu LPG juga dapat digunakan sebagai bahan bakar pemanas ruangan pada daerah yang bersuhu cukup dingin. Daya pemanasnya dapat digunakan sebagai pembangkit alat pemanas ruangan. Sebagai pemanas air pada kamar mandi LPG bekerja cukup handal. Dengan daya pemanas sebesar 60%, pemakaian LPG di kamar mandi akan lebih hemat dan efisien dibandingkan energi pemanas lainnya. Gas LPG dapat pula digunakan sebagai alat penerangan, pengganti lampu tempel berbahan bakar minyak tanah. Keuntungan yang dapat diperoleh adalah LPG yang tidak mengeluarkan asap pembakaran menjadikan dinding rumah tetap bersih.
- Sektor Industri: Gas LPG dominan dipakai untuk industri keramik, LPG digunakan sebagai alat bantu menyemprotkan cat keramik serta sebagai bahan bakar pemanas agar keramik cepat mengering dan terbentuk sebagai diharapkan. Gas LPG melalui pemanasannya yang sempurna, akan lebih irit penggunaan bahan bakarnya, dibandingkan dengan bahan bakar minyak tanah atau kayu bakar secara material. Selain itu pada industri kosmetik gas LPG dominan dipakai sebagai alat penekan pada industri yang menghasilkan produk seperti deodorant, minyak wangi spray, alat kosmetik spray, alat kosmetik spray dan semacamnya dll.
- Sektor Pertanian : khususnya untuk perternakan (penyiapan makanan, pencahayaan dan AC dari kandang ternak, pemanasan dari inkubator, pengeringan biji - bijian, pemanasan rumah kaca, disinfeksi tanah,... dll).
- Sektor Transportasi: sebagai bahan bakar substitusi dalam kendaraan (mesin kendaraannya harus dimodifikasi terlebih dahulu). LPG dapat digunakan sebagai tenaga penggerak pengganti bahan bakar bensin yang semakin menipis persediaanya dan semakin mahal harganya belakangan ini. Dengan menggunakan bahan bakar gas LPG, biaya produksi dapat ditekan serendah

mungkin sehingga daya saing hasil produksi di pasaran menjadi lebih tajam dibandingkan sebelumnya.

2.2.4 Bahaya LPG

LPG bersifat *flammable* (mudah terbakar). Dalam batas flammability, LPG adalah sumber api yang terbuka. Sehingga letup (percikan api) yang sekecil apapun dapat segera menyambar gas LPG. Sebagai bahan bakar, gas LPG mudah terbakar apabila terjadi persenyawaan di udara.

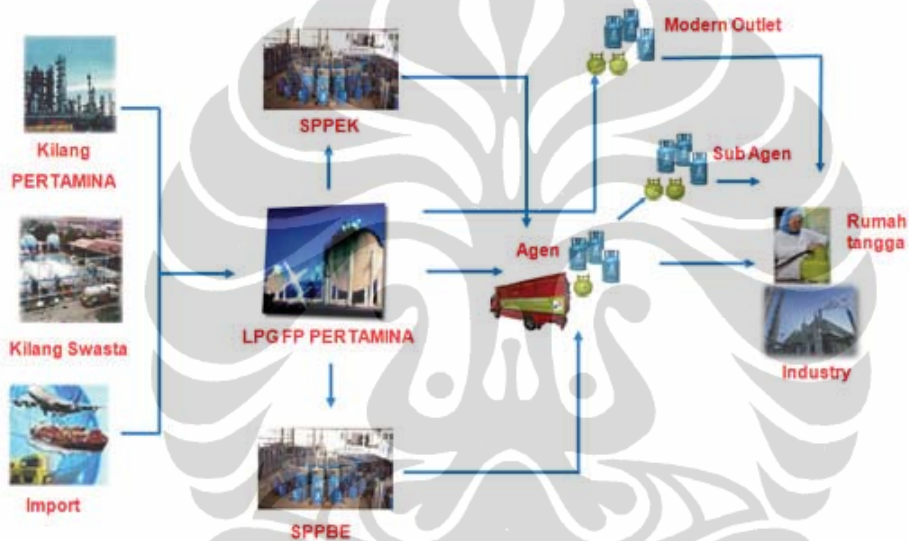
LPG adalah bahan bakar gas cair yang tidak berwarna dan berbau. Tanpa hembusan angin, LPG akan menghambur secara perlahan dalam udara. Agar kebocoran gas dapat terdeteksi, Pertamina telah memberikan zat khusus dalam gas LPG yang disebut MERCAPTANE.

2.2.5 Jalur Distribusi LPG

Jalur distribusi adalah menghubungkan produsen dengan konsumen akhir suatu produk. Dalam hal ini Pertamina sebagai pernghasil produk LPG menerapkan pola distribusi produknya di mulai dari kilang-kilang penghasil LPG dan beberapa terdapat pasokan dari luar negeri (import), dikumpulkan di sebuah tempat atau biasa di sebut Depot LPG, kemudian dari Depot LPG di distribusikan ke SPPBE dan SPPEK. SPPBE (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji) adalah filling plant yang bertugas untuk mengangkut, mengisikan dan menyalurkan LPG baik dalam bentuk tabung ataupun curah kepada Agen. SPPBE akan menerima *filling fee* dan *transportation fee* untuk setiap LPG yang diisikan pada tabung. *Filling fee* yang berasal dari tarif pengisian yang ditentukan oleh Pertamina dikalikan dengan LPG yang diisikan ke tabung sedangkan untuk *transportation fee* berasal dari tarif angkut LPG dikalikan dengan volume LPG dan jarak tempuh. Sedangkan SPPEK (Stasiun Pengisian dan Pengiriman LPG Khusus) merupakan mini filling plant yang terletak di remote area. Pengisian dan pengangkutan LPG di daerah remote ditetapkan dalam bentuk SPPEK dimana *Filling fee* ditanggung oleh Pertamina sedangkan *transportation fee* ditanggung oleh konsumen (dimasukkan dalam struktur harga jual). Oleh karena itu harga jual LPG ex SPPEK akan lebih mahal daripada harga jual ex SPPBE. Agen mempunyai fungsi sebagai perantara Pertamina dengan konsumen

dalam penyaluran LPG. Untuk melakukan pemesanan LPG, para agen diharuskan menyetorkan sejumlah uang sesuai dengan jumlah tabung yang akan dibeli ke bank yang ditunjuk oleh Pertamina, kemudian Pertamina akan mengeluarkan *shipping order* untuk digunakan dalam pengambilan tabung ke SPPBE. Selanjutnya LPG di distribusikan ke Agen besar yang sudah di tunjuk Pertamina, dari Agen besar LPG tersebut di sebar ke modern outlet dan sub agen untuk lebih dekat menjangkau konsumen/ masyarakat sebagai konsumen.

Secara keseluruhan pola jalur distribusi dari LPG digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Pola jalur distribusi LPG (sumber : Pertamina Unit Gas Domestik)

Dalam mekanisme pemenuhan LPG tertentu melibatkan banyak pihak yang membentuk satu jaringan mulai dari sumber LPG (*supply point*), saluran distribusi (*distribution path*), dan titik-titik penyerahan (*sale points*) LPG ke konsumen. LPG adalah produk bahan bakar yang diolah dalam satu kilang dari minyak bumi atau dari gas alam sumber LPG dapat diperoleh dari kilang LPG yang dioperasikan oleh badan usaha pengolahan LPG dalam negeri atau dengan melakukan impor LPG. Sedangkan jaringan distribusi untuk memindahkan LPG dari sumber ke konsumen, melibatkan beberapa fasilitas:

- Fasilitas penyimpanan LPG (storage) yang dikenal dengan Depot LPG. Depot LPG ini tersebar di beberapa titik dan mendapatkan pasokan LPG dari kilang LPG

dalam negeri atau LPG impor. Pengoperasian fasilitas penyimpanan LPG hanya dapat dilakukan oleh badan usaha yang mendapatkan izin penyimpanan atau niaga gas dari Kementerian ESDM.

- Fasilitas pengisian LPG untuk memindahkan LPG dari bentuk bulk ke dalam tabung (filling plant). Fasilitas LPG filling plant ini dikenal dengan nama stasiun pengisian bulk elpiji (SPBE). Saat ini pengoperasian fasilitas pengisian diatur secara mandiri oleh badan usaha yang mempunyai izin niaga Gas.
- Fasilitas penjualan LPG dalam tabung ke konsumen yang dikenal sebagai agen atau sub-agen LPG. Fasilitas penjualan saat ini diatur secara mandiri oleh badan usaha yang mempunyai izin niaga gas.

Fasilitas pengangkutan LPG dalam bentuk LPG-bulk dari titik penyediaan (kilang) ke Depot LPG dan dari Depot ke Stasiun (filling plant). Fasilitas pengangkutan LPG dari kilang ke Depot menggunakan kapal atau dapat berupa jaringan pipa. Sedangkan pengangkutan LPG dari Depot ke Stasiun pengisian menggunakan *Skid Tank*. Fasilitas pengangkutan ini di operasikan oleh badan usaha pengangkutan yang mendapatkan izin usaha pengangkutan atau niaga gas dari Kementerian ESDM. Kapasitas angkutan skid truck bervariasi mulai dari 9000 Kg, 15000 Kg dan 26000 Kg.dengan jadwal operasi maksimum 2 trip sehari selama 300 hari setahun atau setara dengan 450 MT/thn.

2.3 TEORI RANTAI SUPLAJ (*SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*)

2.3.1 Tinjauan Umum

Supply Chain Management adalah sebuah rangkaian atau jaringan perusahaan-perusahaan yang bekerja secara bersama-sama untuk membuat dan menyalurkan produk atau jasa kepada konsumen akhir. Rangkaian atau jaringan ini terbentang dari penambang bahan mentah (di bagian hulu) sampai retailer / toko (pada bagian hilir). Tujuan yang hendak dicapai dari setiap rantai suplai adalah untuk memaksimalkan nilai yang dihasilkan secara keseluruhan. Rantai suplai yang terintegrasi akan meningkatkan keseluruhan nilai yang dihasilkan oleh rantai suplai tersebut (Chopra, 2001).

Menurut Turban, Rainer dan Porter (2004), terdapat 3 macam komponen rantai suplai, yaitu:

1. Rantai Suplai Hulu (*Upstream supply chain*)

Bagian upstream (hulu) *supply chain* meliputi aktivitas dari suatu perusahaan kilang/plant/manufaktur para penyalurannya (dalam hal ini kilang LPG) dan koneksi mereka kepada para penyalur mereka (para penyalur *second-trier*). Hubungan para penyalur dapat diperluas kepada beberapa strata, semua jalan dari asal material (gas alam). Di dalam upstream supply chain, aktivitas yang utama adalah pengadaan.

2. Manajemen Internal Suplai Rantai (*Internal supply chain management*)

Bagian dari *internal supply chain* meliputi semua proses pemasukan barang ke gudang (storage) yang digunakan dalam mentransformasikan masukan dari para penyalur ke dalam keluaran organisasi itu. Di dalam rantai suplai internal, perhatian yang utama adalah manajemen produksi, pabrikasi, dan pengendalian persediaan.

3. Segmen Rantai Suplai Hilir (*Downstream supply chain segment*)

Downstream (arah muara) *supply chain* meliputi semua aktivitas yang melibatkan pengiriman produk kepada konsumen akhir. Di dalam *downstream supply chain*, perhatian diarahkan pada distribusi, pergudangan, transportasi, dan *after-sales-service*.

Tujuan dalam rantai suplai ialah memastikan material terus mengalir dari sumber ke konsumen akhir. Bagian-bagian (*parts*) yang bergerak didalam rantai suplai haruslah berjalan secepat mungkin. Dan dengan tujuan mencegah terjadinya penumpukan inventori di satu lokal, arus ini haruslah diatur sedemikian rupa agar

bagian-bagian tersebut bergerak dalam koordinasi yang teratur. Istilah yang sering digunakan ialah *synchronous*².

Terkadang sangat susah untuk melihat sifat arus "akhir ke akhir" dalam rantai suplai yang ada. Efek negatif dari kesulitan ini termasuk penumpukan inventori dan respon tidak tertib pada permintaan konsumen akhir. Jadi, strategi manajemen membutuhkan peninjauan yang holistik pada hubungan suplai.

Manajemen rantai suplai bisa juga berarti seluruh jenis kegiatan komoditas dasar hingga penjualan produk akhir ke konsumen untuk mendaur ulang produk yang sudah dipakai. Dimana didalamnya terdapat proses sebagai berikut:

- Arus material melibatkan arus produk fisik dari pemasok sampai konsumen melalui rantai, sama baiknya dengan arus balik dari retur produk, layanan, daur ulang dan pembuangan.
- Arus informasi meliputi estimasi permintaan, transmisi pesanan dan laporan status pesanan, arus ini berjalan dua arah antara konsumen akhir dan penyedia material mentah.
- Arus keuangan meliputi informasi jadwal pembayaran dalam penetapan kepemilikan dan pengiriman.

2.3.2 Elemen Rantai Suplai

Aktifitas rantai suplai bisa dikelompokkan menjadi 3 (tiga) elemen yaitu strategi, taktis, dan operasional. Berikut penjelasan masing-masing tiap elemen tersebut:

a. Strategis

Optimalisasi jaringan strategis, termasuk jumlah, lokasi, dan ukuran gudang, pusat distribusi dan fasilitas. Rekanan strategis dengan pemasok suplai, distributor, dan pelanggan, membuat jalur komunikasi untuk informasi amat penting dan peningkatan operasional seperti cross docking, pengapalan langsung dan logistik

² tujuannya selalu berlanjut, arus *synchronous*. Berlanjut artinya tidak ada interupsi, tidak ada bola yang jatuh, tidak ada akumulasi yang tidak diperlukan. Dan *synchronous* berarti semuanya berjalan seperti balet. Bagian-bagian dan komponen-komponen dikirim tepat waktu, dalam sekuensi yang seharusnya, sama persis sampai titik yang mereka butuhkan (Knill, 1992)

orang ketiga. Rencana produk yang terkoordinasi, jadi produk yang baru ada bisa diintegrasikan secara optimal ke rantai suplai, manajemen muatan. Keputusan dimana membuat dan apa yang dibuat atau beli. Menghubungkan strategi organisasional secara keseluruhan dengan strategi pasokan/suplai.

b. Taktis

Kontrak pengadaan dan keputusan pengeluaran lainnya. Pengambilan keputusan produksi, termasuk pengontrakan, lokasi, dan kualitas dari inventori. Pengambilan keputusan inventaris, termasuk jumlah, lokasi, penjadwalan, dan definisi proses perencanaan. Strategi transportasi, termasuk frekuensi, rute, dan pengontrakan. Benchmarking atau pencarian jalan terbaik atas semua operasi melawan kompetitor dan implementasi dari cara terbaik diseluruh perusahaan.

c. Operasional

Produksi harian dan perencanaan distribusi, termasuk semua hal di rantai suplai. Perencanaan produksi untuk setiap fasilitas manufaktur di rantai suplai (menit ke menit). Perencanaan permintaan dan prediksi, mengkoordinasikan prediksi permintaan dari semua konsumen dan membagi prediksi dengan semua pemasok. Perencanaan pengadaan, termasuk inventaris yang ada sekarang dan prediksi permintaan, dalam kolaborasi dengan semua pemasok. Operasi *inbound*, termasuk transportasi dari pemasok dan inventaris yang diterima. Operasi produksi, termasuk konsumsi material dan aliran barang jadi (*finished goods*). Operasi *outbound*, termasuk semua aktivitas pemenuhan dan transportasi ke pelanggan. Pemastian perintah, penghitungan ke semua hal yang berhubungan dengan rantai suplai, termasuk semua pemasok, fasilitas manufaktur, pusat distribusi, dan pelanggan lain.

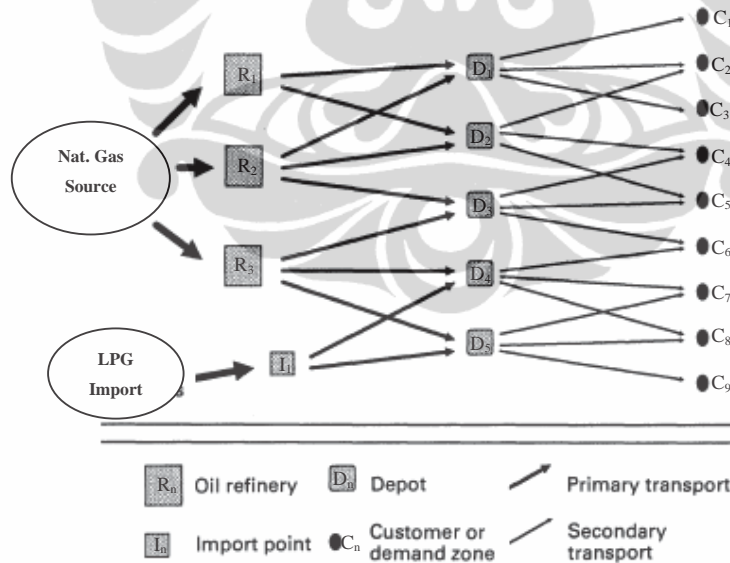
Perencanaan strategis rantai suplai sangat penting dalam industri gas hilir. Rantai suplai berasal dari kilang dan berakhir pada pengiriman akhir titik pelanggan tersebut. Rantai suplai yang akan dianalisa penelitian ini adalah jenis transportasi yang digunakan untuk masing-masing tahapan distribusi, kemudian untuk setiap pemilihan jenis transportasi tersebut akan diformulasikan dalam matematika dan sebagian secara

kualitatif untuk di analisa optimalisasi dari model yang di pilih. Optimalisasi ini mencakup dari biaya pengiriman dari moda transportasi yang dipilih, waktu tempuh, kemudahan dan ketersediaan infrastruktur logistik serta optimalisasi profit dari company itu sendiri.

2.3.3 Model Rantai Suplai LPG

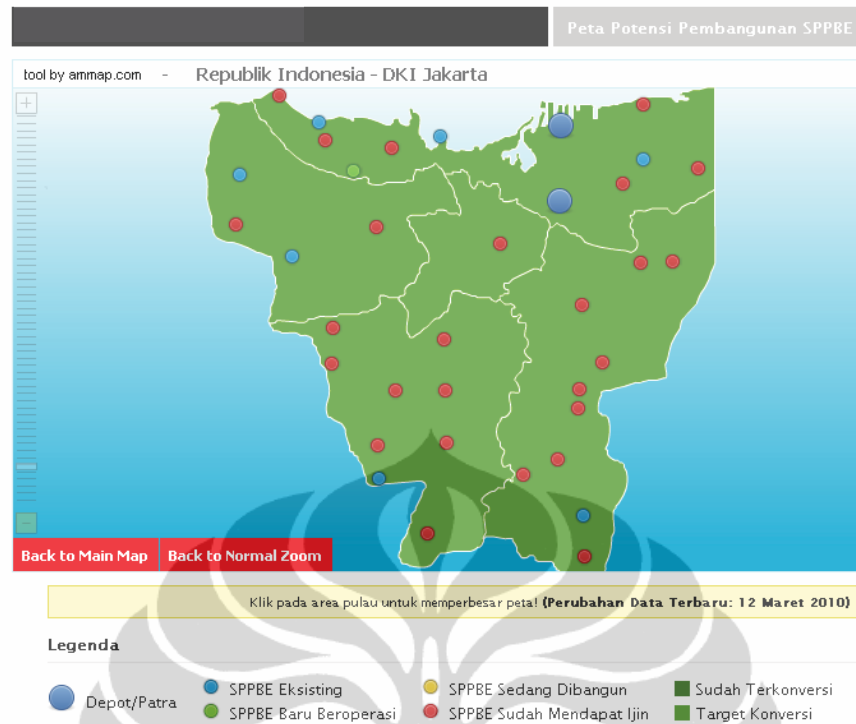
Model *supply-chain multi echelon* merupakan pendekatan yang sesuai untuk menggambarkan permasalahan distribusi LPG. Eselon paling atas adalah Depot yang mendapatkan pasokan LPG dari kilang atau dari pengadaan impor. Eselon 2 adalah SPPBE yang mendapatkan pasokan LPG dari Depot. Pada eselon 3 sistem distribusi LPG ada Agen penyaluran LPG. Eselon selanjutnya adalah penyaluran LPG atau pangkalan LPG. System pendistribusian bertingkat ini perlu diatur pembagian wilayah antar eselon. Misal satu Depot diatur melayani sejumlah titik SPPBE.

Skala dan kompleksitas model distribusi secara umum digambarkan seperti pada gambar 3.2 di bawah dan gambar 3.3 adalah peta logistik LPG untuk area Jakarta.



Gambar 2.2 Struktur Jaringan Logistik LPG

(sumber : Logistic Planning in the Downstream Oil Industry, T.N Sear)



Gambar 2.3 Peta Logistik LPG Area Jakarta

Sumber: www.migas.esdm.go.id yaitu situs resmi tentang informasi minyak dan gas oleh Departement Sumber Daya Mineral

2.4 TEORI OPTIMASI

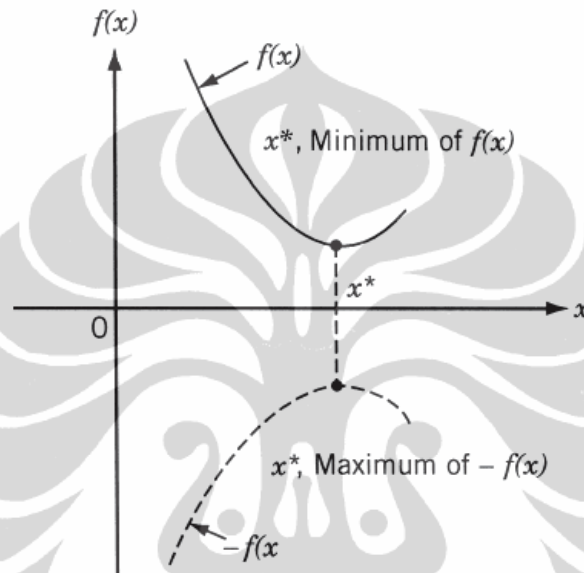
2.4.1 Teori Umum

Optimasi adalah tindakan untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan keadaan yang diberikan dalam desain, konstruksi, dan pemeliharaan dari sistem teknik. Tujuan akhir dari semua keputusan seperti itu adalah meminimalkan upaya yang diperlukan atau untuk memaksimalkan manfaat yang diinginkan. Usaha yang diperlukan atau manfaat yang diinginkan dalam prakteknya dapat dinyatakan sebagai fungsi dari variabel keputusan tertentu, optimasi dapat didefinisikan sebagai proses untuk mendapatkan keadaan yang memberikan nilai maksimum atau minimum dari suatu fungsi.

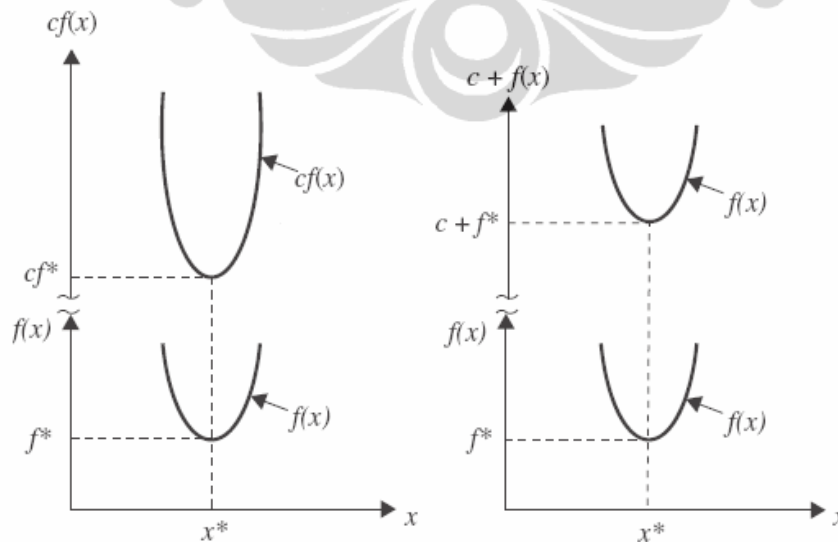
Hal ini dapat dilihat dari Gambar 2.4, bahwa jika titik x^* berkaitan dengan nilai minimum fungsi $f(x)$, titik yang sama juga berkaitan dengan nilai maksimum dari negatif fungsi tersebut, $-f(x)$. Tanpa menghilangkan keumumannya, optimasi dapat

diartikan meminimalkan, karena maksimum suatu fungsi dapat diperoleh melalui minimum dari negatif fungsi yang sama. Selain itu, operasi berikut pada fungsi tujuan tidak akan mengubah penyelesaian optimal x^* (lihat Gambar 2.5).

1. Perkalian (atau pembagian) fungsi $f(x)$ dengan konstanta positif c .
2. Penambahan (atau pengurangan) konstanta positif c pada (atau dari) $f(x)$.



Gambar 2.4 Nilai minimum $f(x)$ adalah sama dengan nilai maksimum $-f(x)$



Gambar 2.5 Solusi optimal dari $cf(x)$ atau $c+f(x)$ sama dengan $f(x)$

2.4.2 Klasifikasi Masalah optimasi

Masalah optimasi dapat diklasifikasikan sebagai masalah program terpisah dan tidak terpisah didasarkan pada keterpisahan dari fungsi objektif dan kendala.

Masalah Pemrograman terpisah.

Definisi fungsi $f(X)$ dikatakan terpisah jika dapat dinyatakan sebagai penjumlahan n fungsi tunggal $f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n)$, yaitu,

$$f(X) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i) \quad (2.1)$$

Masalah pemrograman terpisah adalah masalah di mana fungsi tujuan dan kendala yang dipisahkan dan dapat dinyatakan dalam bentuk standar Temukan X yang meminimumkan

$$f(X) = \sum_{i=1}^n f_i(x_i) \quad (2.2)$$

Dengan syarat

$$g_j(X) = \sum_{i=1}^n g_{ij}(x_i) \leq b_j, j = 1, 2, \dots, m \quad (2.3)$$

dimana b_j adalah konstanta.

2.4.3 Linear Programming

Salah satu teknik riset operasional yang relatif paling banyak digunakan dalam dunia industri yaitu Pemrograman Linear atau *Linear Programming* (LP). LP digunakan untuk mencari solusi dari masalah pengalokasian sumber daya yang terbatas secara optimal dengan menggunakan model matematis. Sifat “Linier” memiliki makna bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi yang linier, sedangkan kata “Program” merupakan sinonim untuk perencanaan.

Masalah pengalokasian sumber daya akan muncul manakala seseorang diharuskan untuk memilih atau menentukan prioritas setiap kegiatan yang akan dilakukannya, dimana masing-masing kegiatan membutuhkan sumber daya yang sama dengan jumlah yang terbatas.

Beberapa contoh situasi dari uraian di atas antara lain adalah persoalan pengalokasian fasilitas produksi, persoalan pengalokasian sumber daya nasional untuk kebutuhan domestik, penjadwalan produksi, solusi permainan (game) dan pemilihan pola pengiriman (shipping). Satu hal yang menjadi ciri situasi di atas ialah adanya keharusan untuk mengalokasikan sumber daya terhadap aktivitas.

Dalam Linear Programming dikenal dua macam fungsi, yaitu :

1. Fungsi tujuan (*objective function*)

Fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran di dalam permasalahan LP yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai $F(x)$.

2. Fungsi batasan (*constraint function*)

Merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Dalam linear programming adanya suatu pola yang khas untuk merumuskan secara umum suatu masalah LP. Pada setiap masalah, ditentukan variabel keputusan, fungsi tujuan dan sistem kendala yang bersama-sama membentuk suatu model matematis dari dunia nyata. Bentuk umum model LP itu adalah:

$$\text{Maksimumkan/Minimumkan } f(X) = \sum_{i=1}^n C_i X_i \quad (2.4)$$

Dengan syarat : $a_{ij}x_j (\leq, =, \geq) b_{ij}$, untuk semua i ($i=1,2, \dots,n$) semua $x_j \geq 0$

Keterangan:

$F(x)$: nilai fungsi tujuan

- X_j : banyaknya kegiatan j , dimana $j = 1, 2, \dots, n$, yang berarti terdapat variable keputusan.
- C_j : sumbangan per unit kegiatan j , untuk masalah maksimasi C_j menunjukkan penerimaan per unit, sementara dalam kasus minimasi C_j menunjukkan biaya per unit.
- b_i : jumlah sumber daya ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$), berarti terdapat n jenis sumber daya.
- a_{ij} : banyaknya sumber daya i yang dikonsumsi kegiatan j .

Berikut penjelasan mengenai konsep dasar fungsi linear dan asumsi model LP.

a. Pengertian fungsi

Fungsi yaitu hubungan matematis antara suatu variabel dengan variabel lain. Berikut beberapa unsur pembentuk fungsi :

- Variabel, Unsur yang sifatnya berubah-ubah dari satu keadaan ke keadaan lainnya
- Koefisien, Bilangan atau angka yang menjadi pembobot suatu variable. Koefisien diletakkan tepat di depan suatu variable
- Konstanta, Bilangan atau angka yang sifatnya tetap dan tidak terkait dengan variable Secara umum jika dikatakan bahwa y adalah fungsi dari x maka dapat ditulis $y = f(x)$, dimana x adalah suatu variabel bebas dan y adalah variabel terikat.

b. Asumsi Model Linear Programming

Asumsi model LP menuntut bahwa hubungan fungsional dalam masalah tersebut harus memenuhi kriteria sbb:

- *Linearity*, Fungsi tujuan dan semua kendala harus linier. Kata linier secara tidak langsung mengatakan bahwa hubungannya proporsional yang berarti bahwa tingkat perubahan atau kemiringan hubungan fungsional itu adalah konstan dan karena itu perubahan nilai variabel akan mengakibatkan perubahan relatif nilai fungsi tujuan dalam jumlah yang sama. Asumsi ini

berarti bahwa naik turunnya nilai $f(x)$ dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (proporsional) dengan perubahan tingkat kegiatan.

$$f(x) = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_jX_j + \dots + C_nX_n \quad (2.5)$$

Setiap penambahan 1 unit X_1 akan menaikkan nilai $f(x)$ sebesar $C_1 (X_1+1)$

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \quad (2.6)$$

Setiap penambahan 1 unit X_1 akan menaikkan penggunaan bahan baku sebesar $a_{11} (X_1+1)$. Setiap penambahan 1 unit X_2 akan menaikkan penggunaan bahan baku $a_{12} (X_2+1)$, dan seterusnya.

- *Additivity*, Dalam LP dianggap bahwa kenaikan nilai tujuan $f(x)$ yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan (X_j) dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai tujuan $f(x)$ yang diperoleh dari kegiatan lain (X_{j+1}, X_{j+2} , dst)
- *Divisibility*, Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan $f(x)$ yang diperoleh dari kegiatan X_j tidak harus bilangan bulat. Hal ini berarti nilai X_j dapat berupa bilangan pecahan. Karena itu variabel keputusan (X_j) merupakan variabel kontinyu, sebagai lawan dari variabel diskrit atau bilangan bulat.
- *Deterministic (certainty)*, Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter model (C_j , a_{ij} dan b_i) diasumsikan diketahui konstan. LP secara tak langsung mengasumsikan suatu masalah keputusan dalam suatu kerangka statis dimana semua parameter diketahui dengan kepastian. Dalam kenyataannya, parameter model jarang bersifat deterministik, karena mereka mencerminkan kondisi masa depan maupun sekarang, dan keadaan masa depan jarang diketahui secara pasti.

c. Pembuatan Model Matematis Dari Masalah Yang Ada

Untuk menyelesaikan persoalan optimasi, petakan terlebih dahulu beberapa faktor yang mempengaruhi model LP sbb :

- Variabel keputusan (*Decision Variables*)

Variabel keputusan adalah variabel yang terkait dengan jumlah sumber daya. Sebagai contoh jumlah uang yang akan dialokasikan untuk tujuan yang berbeda-beda atau jumlah material yang akan dialokasikan untuk campuran produk, dan sebagainya.

- Batasan (*Constraint*)

Batasan (*constraint*) merefleksikan kondisi aktual yang terjadi terkait dengan keterbatasan sumber daya. Sebagai contoh kapasitas produksi, permintaan pasar, jumlah alat atau jam kerja dsb.

Untuk mendefinisikan batasan (*constraint*), terlebih dahulu harus dihitung atau ditentukan batasan dari masing-masing variabel keputusan (\leq , $=$ atau \geq).

Batasan (*constraint*) terbagi menjadi beberapa kategori sbb :

1. *Policy Constraints*

Batasan yang disebabkan karena peraturan perusahaan. Sebagai contoh aturan yang ditetapkan oleh perusahaan untuk membatasi pengalokasian investasi pada bidang tertentu.

2. *Physical Constraints*

Batasan yang disebabkan karena jumlah produk yang tidak boleh kurang atau lebih dari kapasitas yang sudah ditentukan.

3. *Integer Constraints*

Batasan yang disebabkan karena alokasi sumber daya yang harus ditentukan dalam jumlah yang pasti. Sebagai contoh ketika akan menentukan berapa jumlah truk yang harus dialokasikan pada salah satu fleet, maka akan lebih sulit jika ditentukan jumlahnya = 3,54 unit. akan lebih optimal menggunakan 3 atau 4 truk.

Untuk itu perlu dibuat ketentuan jumlah truk yang akan dialokasikan harus berupa bilangan bulat dan tidak negatif (*integer*).

- Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

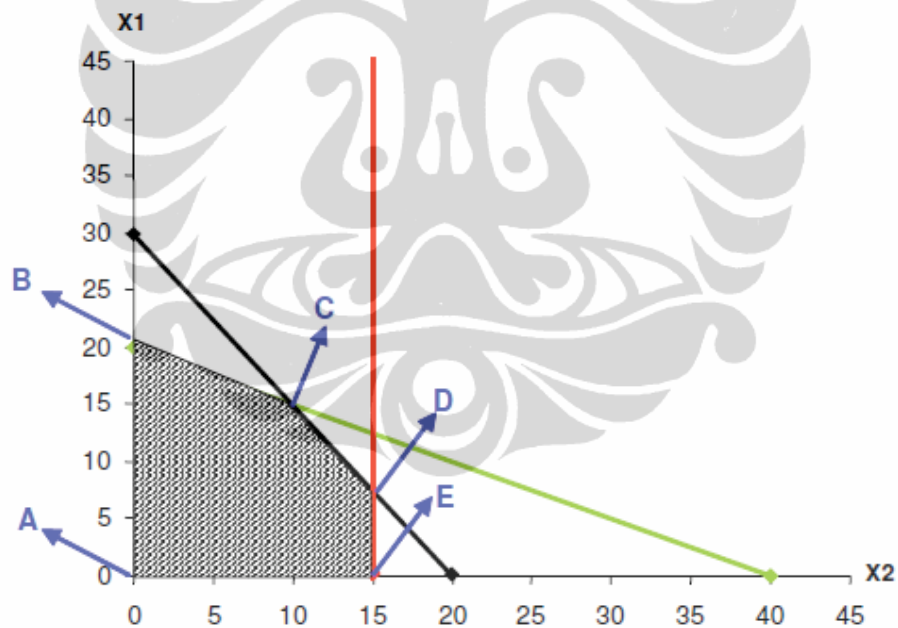
Fungsi tujuan (*objective function*) Pada dasarnya dipengaruhi oleh variabel keputusan.

d. Metode Optimasi

Setelah menterjemahkan permasalahan ke dalam model matematis, selanjutnya mencari solusi optimum dari permasalahan tersebut. Ada dua metode yang bisa digunakan untuk mencari solusi optimum yaitu:

1. Metode Grafik

Metode yang digunakan untuk memecahkan persoalan *Linear Programming* yang hanya memiliki dua variabel keputusan (Contoh: X_1 & X_2).



* Keterangan:

- Daerah yang diarsir adalah daerah pertemuan ketiga grafik yang disebut daerah solusi
- Titik A, B, C, D, E adalah titik-titik ekstrim yang merupakan salah satu titik penentu nilai solusi optimum
- Karena X_1 dan $X_2 \geq 0$, maka bisa dipastikan bahwa titik solusi terkecilnya bisa mencapai 0 (nol) dan titik. solusi terbesarnya tidak akan melebihi nilai terbesar dari titik ekstrim.

Gambar 2.6 Linear Programming metode Grafik

2. Metode Simpleks

Jika ada persoalan *Linear Programming* yang memiliki lebih dari dua variable keputusan, maka solusinya tidak bisa dicari dengan menggunakan Metode Grafik. Metode yang bisa digunakan untuk memecahkan persoalan *Linear Programming* yang memiliki dua/lebih variabel keputusan yaitu Metode Simpleks (Contoh: $X_1, X_2, X_3, \dots X_n$).

2.5 TEORI APLIKASI SOLVER DI EXCEL

2.5.1 Teori Umum

Solver adalah salah satu tools yang terdapat dalam Microsoft Excel yang bisa digunakan untuk mencari solusi yang paling optimal dalam mengalokasikan sumber daya yang ada. Sumber daya bisa berupa bahan baku, waktu kerja alat atau karyawan, uang atau sumber daya lainnya yang jumlahnya terbatas. Solusi optimal yang dihasilkan Solver diantaranya yaitu memaksimalkan keuntungan (profit), meminimumkan biaya (cost), menentukan jumlah produksi agar sesuai dengan target, menentukan kualitas produk dan sebagainya.

Berikut beberapa contoh masalah yang bisa ditangani dengan Solver :

1. Manufaktur

- Waktu kerja alat Meminimumkan waktu pembuatan produk dengan memaksimalkan utilisasi alat produksi.
- Campuran produk (blending) Menentukan kombinasi material yang terbaik sesuai dengan permintaan pasar dengan meminimumkan biaya pembuatan produk.

2. Distribusi

- Jalur pengiriman Menentukan jalur yang paling optimal dengan memaksimalkan jumlah pengiriman dan meminimumkan biaya.
- Jumlah kendaraan Menentukan jumlah kendaraan yang memiliki kapasitas yang berbeda-beda untuk mengangkut barang dengan memaksimalkan jumlah muatan dan meminimumkan jumlah ruang kosong di masing-masing kendaraan.

3. Kontraktor

- Jumlah truk per fleet Menentukan jumlah truk per fleet yang paling optimal dengan memaksimalkan jumlah produksi.

2.5.2 Konsep Dasar Solver

Solver merupakan salah satu fasilitas tambahan/opsional yang disediakan oleh Microsoft Excel yang berfungsi untuk mencari nilai optimal suatu formula pada satu sel saja (yang biasa disebut sebagai sel target) pada worksheet/lembar kerja.

Microsoft Excel Solver mengkombinasikan fungsi dari suatu Graphical User Interface (GUI), suatu algebraic modeling language seperti GAMS (Brooke, Kendrick, dan Meeraus 1992) atau AMPL (Fourer, Gay, and Kernighan 1993), dan optimizers untuk linier, nonlinear, dan integer program. Masing-masing fungsi ini terintegrasi ke dalam spreadsheet program.

Solver adalah *Spreadsheet optimizer* dan *goal -seeking* yang merupakan program add-in dalam software Microsoft Excel (Frontline System).

Dalam solver ada beberapa tahap (Hesse, 1997), yaitu:

- *Goal Seeking*. pada tahap ini solver berfungsi untuk mendapatkan suatu nilai dalam target *cell* yang harus sama dengan suatu nilai tertentu. Aplikasi-nya berupa penyelesaian terhadap permasalahan dalam *break-even analysis* atau *internal rate of return* atau persamaan simultan.
- *Unconstrained Optimization*. Pada tahap ini solver berfungsi untuk mendapatkan suatu nilai dalam target *cell* untuk dimaksimalkan atau diminimalkan. Aplikasi-nya berupa penyelesaian terhadap permasalahan dalam *inventory problem*

- *Constrained Optimization*. Pada tahap ini solver memperbolehkan penetapan beberapa *constraint* bersama-sama dengan satu target *cell* untuk dioptimumkan nilainya.

Menurut Hesse (1997) terdapat dua metode dalam solver untuk mendapatkan solusi, yaitu :

1. *Gradient Search*, metode ini bekerja dengan cara menelusuri nilai yang lebih besar atau lebih kecil disekitar nilai awal berdasarkan atas batasan yang telah ditentukan. Jika semua arah perubahan nilai sudah tidak dapat memperbaiki pencapaian *objective function* maka prosedur perhitungan akan dihentikan. Ahli matematik menyebutkan hasil dari metode ini dengan istilah *local optimum*. Suatu titik yang mempunyai nilai lebih optimum dibandingkan titik lain disekitarnya. Hanya metode ini yang dapat dipergunakan pada permasalahan non-linear.
2. *Simplex Algorithm*, metode ini merupakan suatu prosedur perhitungan yang sangat cepat untuk permasalahan linear dengan menggunakan algoritma matematika yang memungkinkan solver untuk mencari solusi optimum hanya dengan melihat beberapa kemungkinan. Metode ini hanya dapat dipergunakan untuk permasalahan dengan *linear constraints* dan *linear objective function*.

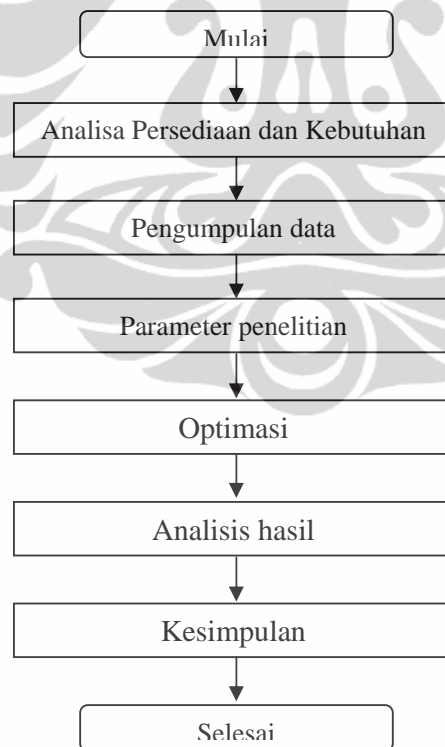
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai perancangan penelitian yang akan digunakan untuk mencapai tujuan dalam penulisan ini yang terdiri dari analisa persediaan dan kebutuhan, proses penelitian yang meliputi pengumpulan data, variable penelitian, optimasi dan metode analisa data dan kesimpulan.

Metodologi yang akan dilakukan dalam penelitian ini seperti yang terdapat pada Gambar 3.1 di bawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian secara umum

3.2 ANALISA PERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN LPG

3.2.1 Analisa Persediaan (*Supply*)

Untuk memenuhi kebutuhan LPG, dilakukan analisis terhadap cadangan-cadangan LPG yang ada di area operasi Depot Tanjung Priok. Untuk saat ini Depot Tj. Priok mendapat *supply* LPG dari kilang Jabung Jambi dan dari Kilang Musi Palembang.

3.2.2 Analisa Permintaan (*Demand*)

Melakukan analisa pasar terhadap permintaan LPG untuk seluruh Area Operasi Depot Tanjung Priok secara analisis makro berdasarkan atas permintaan pada beberapa tahun sebelumnya. Proyeksi dapat diperoleh dari data historis GDP, dan beberapa asumsi yang terkait dengan permintaan LPG diwaktu yang akan datang. Kemudian diolah menggunakan persamaan statistik untuk mendapatkan persamaan proyeksi permintaan LPG di wilayah tersebut dari kurun waktu tahun 2010 sampai dengan tahun 2020. Analisa permintaan LPG di maksudkan untuk mengetahui tingkat kebutuhan LPG dan sebaran lokasi kebutuhan LPG di area tersebut. Data-data tersebut diperlukan untuk melakukan perancangan model distribusinya.

3.3 PENGUMPULAN DATA

Pengambilan data-data yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan baik melalui penulsuran literatur, pengolahan data yang sudah ada dan juga dengan melakukan survey di wilayah yang sebagai subject penelitian diperlukan. Data yang relevan dengan penelitian ini yaitu data statistic pasokan (*supply*) dan kebutuhan (*demand*) LPG di area operasi Depot Tj. Priok, data statistic infrastruktur penyediaan dan pendistribusian LPG dan data standar biaya penyediaan dan pendistribusian LPG. Data lainnya adalah yang terkait dengan karakteristik mata rantai dan kondisi fasilitas distribusi mulai dari Depot sampai dengan SPPBE.

3.4 PARAMETER PENELITIAN

Kinerja system penyediaan dan distribusi LPG di pengaruhi oleh beberapa parameter. Untuk itu perlu ditelaah parameter-parameter yang secara signifikan mempengaruhi penyediaan dan pendistribusian LPG. Parameter ini menjadi masukan yang penting untuk penentuan kriteria optimasi distribusi LPG.

Untuk menjalankan program solver diperlukan parameter-parameter yang dijadikan sebagai batasan (*Constraint*), sel pengatur (*adjustable cells*) dan sel untuk menempatkan hasil akhir perhitungan (*objective function*). Berikut akan di jelaskan parameter-parameter yang dipergunakan dalam perhitungan optimasi dengan solver.

3.4.1 Parameter solver untuk perhitungan di Depot

Kebutuhan LPG tahun 2010 : 415,408 MT/tahun (Data ESDM)

Kebutuhan LPG tahun 2020 (akan dilakukan proyeksi)

Objective function : $f_{\min} = \text{Capex} + \text{Opex}$

Variabel bebas : jumlah (n) infrastruktur depot dari masing-masing jenis tanki

Konstrain : - total kapasitas tanki pengembangan harus sama dengan atau lebih besar dari kapasitas tambahan (Q_{add} MT/thn)
- Jumlah tangki (n) = bilangan integer
- Kapasitas masing-masing jenis tanki harus sama dengan atau lebih besar dari 0

3.4.2 Parameter solver untuk perhitungan di SPPBE

Kapasitas SPPBE rencana : 146,000 MT/unit/thn

Capex (Rp. M/unit) : 9.62 M

Opex (Rp. M/unit/thn) : 2.49 M

Transportasi Cost, Depot-SPPBE : Rp. 1200/ton/km ($1,2 \times 10^{-6}$ Rp. M/MT/km)

Objective function : $f_{\min} = \text{Capex} + \text{Opex} + \text{transportation Cost}$

Variabel bebas : jumlah (n) infrastruktur SPPBE dari masing-masing daerah

- Konstrain : - total kapasitas dari semua SPPBE tambahan harus sama dengan atau lebih besar dari kapasitas tambahan ($Q_{add} = MT/thn$)
- Jumlah SPPBE (n) = bilangan integer
 - Kapasitas masing-masing daerah harus sama dengan atau lebih besar dari 0.

3.5 OPTIMASI DENGAN SOLVER

3.5.1 Konsep Dasar Optimasi Distribusi LPG

Permasalahan penyediaan dan distribusi LPG tertentu, dapat dibagi menjadi 2 (dua) sub persoalan utama, yaitu: Penyediaan LPG dan Pendistribusian LPG. Untuk sub penyediaan adalah keseimbangan antara jumlah supply dan konsumsi. Supply LPG dapat dihitung dari produksi kilang dan dari impor. Sedangkan untuk kebutuhan (permintaan) dapat diperkirakan berdasarkan pola konsumsi masa lalu dan faktor demografi dan faktor makro ekonomi. Model-model forecasting dapat dipergunakan untuk menentukan perkiraan kebutuhan LPG. Untuk memproduksi LPG dari kilang maupun melakukan impor dibutuhkan waktu. Waktu pengadaan LPG dan jumlah permintaan bervariasi. Untuk mengantisipasi pemenuhan kebutuhan LPG selama waktu pengadaan, diperlukan persediaan cadangan. Untuk sub-permasalahan penyediaan LPG dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^N C_i + I = \sum_{w=1}^W F_w + S \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan:

i : indek kilang

w : indek daerah

C_i : kapasitas produksi LPG dari kilang -i (MT/tahun)

F_w : perkiraan kebutuhan LPG -w (MT/tahun)

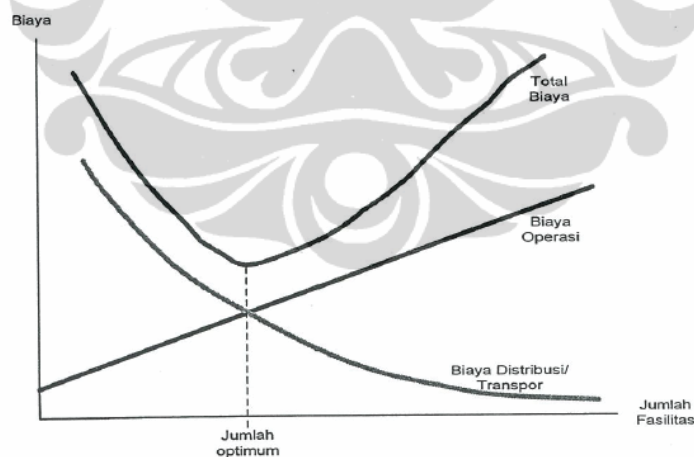
I : jumlah kebutuhan impor LPG (MT/tahun)

S : jumlah cadangan pengaman LPG (MT/tahun)

N : jumlah kilang LPG

W : jumlah daerah

Untuk sub-permasalahan distribusi terdiri dari dua hal, yaitu menentukan jumlah setiap fasilitas distribusi LPG (depot, SPPBE/SPBE, agen/sub-agen) yang optimal dan menentukan wilayah distribusi dari setiap fasilitas distribusi LPG dengan kriteria biaya yang minimum. Terkait dengan penentuan jumlah fasilitas LPG, ada keterkaitan antara jumlah fasilitas dengan biaya distribusi dan biaya operasi fasilitas. Semakin banyak jumlah fasilitas semakin dekat dengan konsumen atau biaya distribusi semakin murah. Namun semakin banyak jumlah fasilitas LPG, biaya operasi jg semakin mahal. Ini berarti ada timbal balik (*trade off*) antara biaya transportasi LPG dan biaya operasi fasilitas. Gambar 3.2 memperlihatkan hubungan jumlah fasilitas dengan biaya distribusi/transportasi dengan biaya operasi.



Gambar 3.2 Perilaku Biaya Distribusi dan Biaya Operasi terhadap Jumlah Fasilitas

Berdasarkan perilaku biaya dengan jumlah fasilitas distribusi tersebut, kita dapat memformulasikan model awal penentuan jumlah fasilitas sebagai model program linier sebagai berikut.

Fungsi tujuan (*objectif function*)

$$\text{Minimasi } (F+x.C_1) + ((L/x)*C_2) \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Konstrain:

$$x.K \geq \sum_{i=1}^N D_i \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

$$x \geq 0 \text{ dan bilangan integer} \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan:

C_1 : biaya variabel fasilitas

C_2 : biaya distribusi per satuan luas

D_i : Permintaan dari daerah ke-i

F = biaya tetap fasilitas

K = kapasitas layanan dari fasilitas

L = Luas wilayah distribusi

N : jumlah layanan distribusi

X : jumlah fasilitas.

Model program linier dengan persamaan (3.2) sampai dengan (3.4) dapat dipergunakan untuk menentukan jumlah optimal setiap jenis fasilitas distribusi.

Setelah jumlah fasilitas diketahui, dilakukan penentuan lokasi fasilitas sekaligus menentukan wilayah distribusi. Lokasi fasilitas dipilih untuk meminimumkan jarak distribusi dari daerah yang dilayani. Persoalan pemilihan lokasi dan wilayah distribusi ini dapat dilakukan sebagai berikut.

- a. Mengumpulkan data daerah atau fasilitas atau level yang lebih rendah yang harus dilayani (misal agen jika fasilitas yang di evaluasi adalah SPPBE/SPBE) yang terdekat sampai permintaanya tidak melebihi kapasitas. Kumpulkan daerah atau fasilitas yang ini menjadi wilayah distribusi dari fasilitas yang di evaluasi.
- b. Untuk menentukan lokasi dari fasilitas dengan jarak angkut yang minimum dapat diformulasikan dengan program linier sebagai berikut:

Fungsi tujuan (objective function)

$$\text{Minimasi } \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^W x_i r_{ij} D_j \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Konstrain :

$$\sum_{i=1}^W x_i = 1 \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\sum_{j=1}^W D_j \leq K \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{jika _fasilitas _diletakan _didaerah _i} \\ 0, & \text{jika _fasilitas _diletakan _didaerah _selain _i} \end{cases}$$

Untuk $i=1,2,\dots,w$

Dengan:

i, j : indeks daerah

W_i : jumlah daerah yang dilayani

r_{ij} : jarak dari daerah i ke j

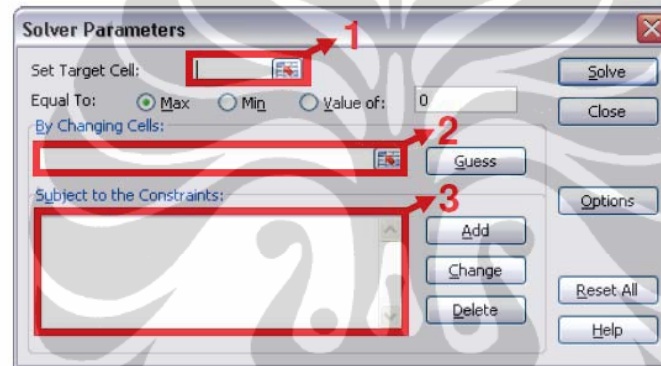
D_i : jumlah permintaan dari daerah i ,

K : kapasitas fasilitas

3.5.2 Cara Perhitungan Optimasi Menggunakan Solver

Solver digunakan untuk menentukan nilai maksimum atau minimum pada suatu sel dengan mengubah sel yang lain. Ketiga bagian diatas merupakan kotak isian yang digunakan untuk memasukan nilai.

Solver merupakan bagian dari serangkaian perintah/command yang seringkali disebut what-if analysis tool. Fasilitas ini bekerja dengan sel-sel suatu grup yang saling terhubung, baik secara langsung ataupun tidak langsung (directly-indirectly), untuk formula pada sel target. Cara perhitungan Solver terdiri dari tiga inputan data yang utama, diantaranya akan dijelaskan pada gambar.3.3 di bawah:



Gambar 3.3 Kotak isian Solve

Gambar 3.3 merupakan tampilan menu solver parameters untuk menentukan lokasi target cell, objective function (max, min, equal with/value of). Ketiga bagian kolom yang ditunjukkan oleh gambar 2.5 merupakan kotak isian yang digunakan untuk memasukan nilai. Berikut urutan melakukan *input data* untuk perhitungan optimasi menggunakan *solver* dan penjelasan untuk masing -masing kolom isian tersebut :

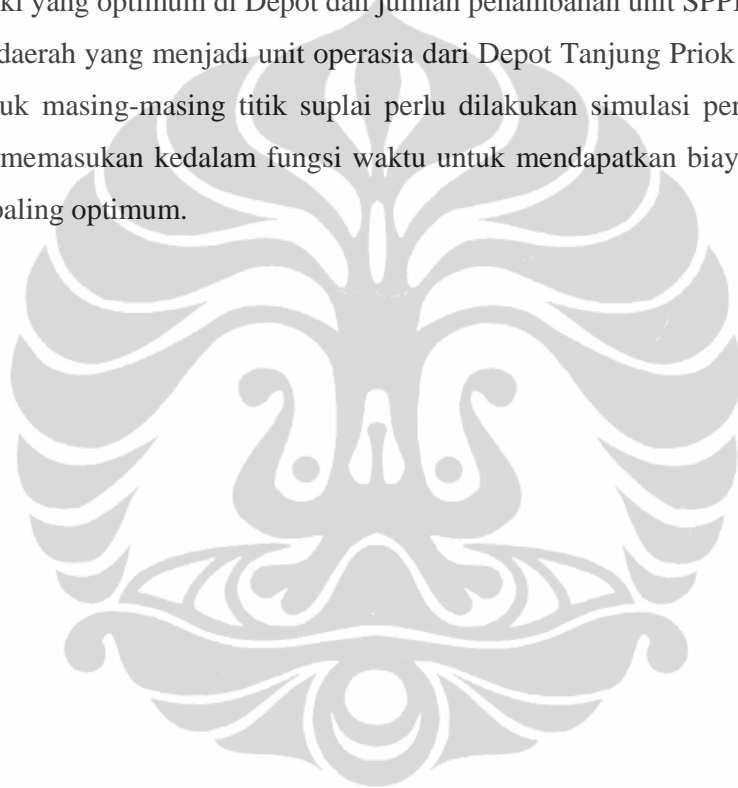
1. Urutan yang pertama ditunjukkan pada kolom no.1, adalah sel target (*target cells/objective function*), Sel ini untuk menempatkan hasil akhir pemrosesan/ekekusi.
2. Urutan yang kedua ditunjukkan pada kolom no.2, adalah sel pengatur (*Adjustable cells*), Solver mengatur perubahan nilai pada sel yang spesifik dengan tujuan untuk memproduksi hasil sesuai dengan formula yang sudah ditentukan.
3. Urutan yang ketiga ditunjukkan pada kolom no.3, adalah sel pembatas (*Constrained cells*), *constraint* digunakan untuk membatasi nilai solver yang dapat digunakan

pada suatu model tertentu. Constraint mengacu pada sel lain yang mempengaruhi formula pada sel target.

Dimana parameter data yang menjadi inputan diatas seperti yang sudah di jelaskan di subbab 3.4.

3.6 ANALISIS HASIL DAN KESIMPULAN

Dari hasil optimasi yang dilakukan, dapat dihasilkan data jumlah penambahan tanki yang optimum di Depot dan jumlah penambahan unit SPPBE untuk masing-masing daerah yang menjadi unit operasi dari Depot Tanjung Priok tersebut. selanjutnya, untuk masing-masing titik suplai perlu dilakukan simulasi perhitungan manual dengan memasukan kedalam fungsi waktu untuk mendapatkan biaya system distribusi yang paling optimum.



BAB 4

ANALISA OPTIMASI DISTRIBUSI LPG

4.1 Biaya Investasi Infrastruktur dan Operasional Tahunan (*Capex & Opex*)

Karakteristik biaya distribusi dan handling ditentukan berdasarkan estimasi biaya investasi dan operasi (*capex & opex*). Biaya investasi terdiri dari lahan, bangunan, dan peralatan untuk melakukan kegiatan usaha. Sedangkan biaya operasi terdiri dari tenaga kerja, biaya perawatan, overhead (listrik, telepon, administrasi, PBB dll), biaya asuransi asset, dan nilai depresiasi alat dan bangunan. Tabel 4.1-4.6 dibawah menjelaskan ringkasan biaya dari masing-masing titik penyaluran LPG:

Tabel. 4.1 Biaya Investasi Depot (Rp / @10000 MT)

No	Jenis	Total Investasi (Rp. M)
1	Investasi Fasilitas Penyimpanan	190,440,000,000
2	Utilitas	29,100,000,000
3	Bangunan + Lahan	75,001,000,000
4	Peralatan	170,900,000
Total investasi		294,711,900,000

Tabel 4.2 Biaya Operasional Depot (Rp / @10000 MT)

No	Jenis	Besar
1	Tenaga Kerja	5,838,500,000
2	Biaya Perawatan	6,437,500,000
3	Overhead (listrik, telp, adm dan PBB)	718,000,000
4	Biaya Asuransi Asset	2,191,000,000
5	Depresiasi	21,069,070,000
Total		36,254,070,000

Tabel 4.3 Biaya Investasi dan Operasional di Depot Tj Priok

Kapasitas tanki (g)	Kapasitas Efektif 60% (MT) (h)	Jadwal pengisian (hari) (i)	Kapasitas Maksimum (MT/thn) (j)	Investasi (Rp. M) (k)	Operasional (Rp. M/thn) (l)	
2@250	500	300	4	27,375	20.63	2.54
2@500	1,000	600	4	54,750	35.37	4.35
2@750	1,500	900	4	82,125	50.10	6.16
2@1500	3,000	1,800	4	164,250	94.31	11.60
2@2500	5,000	3,000	4	273,750	153.25	18.85
4@2500	10,000	6,000	4	547,500	294.71	36.25

Tabel 4.4 Biaya Investasi SPPBE (Rp / 60 T/hari)

No	Jenis Investasi	Total Investasi
1	Mesin, Tangki & Utilitas	5,828,400,000
2	Bangunan + Lahan	5,031,000,000
3	Peralatan	933,500,000
	Total	11,792,900,000

Tabel 4.5 Biaya Operasional per tahun (Rp / 60 T/hari)

No	Jenis	Besar
1	Tenaga Kerja	639,205,000
2	Biaya Perawatan	301,227,000
3	Overhead (listrik, telp, adm dan PBB)	106,600,000
4	Biaya Asuransi Asset	102,710,000
5	Depresiasi	570,326,000
	Total	1,720,068,000

4.2 Biaya Distribusi dari Depot ke SPPBE

Penghitungan biaya distribusi LPG dari Depot ke SPPBE menggunakan referensi tingkat suku bunga pinjaman acuan dari Statistik Perbankan Indonesia pada September 2010 untuk bidang pengangkutan, pergudangan dan Komunikasi. Berdasarkan referensi dari hasil studi yang dilakukan oleh Kementerian ESDM di

dapat rata-rata biaya angkutan dari Depot ke SPPBE adalah Rp. 1200/ton/km ($1,2 \times 10^6$ Rp. M/MT/km).

4.3 Jarak antar Fasilitas Distribusi (SPPBE) Area Operasi Depot Tj. Priok

Biaya distribusi di pengaruhi oleh jarak pengangkutan antar fasilitas. Berdasarkan data fasilitas distribusi yang ada, kita dapat menentukan jarak antar fasilitas yang terdekat yang dapat memenuhi permintaan LPG yang dibutuhkan. Berikut data jarak dari Depot Tanjung Priok dengan SPPBE/SPBE diberikan pada table 4.6 di bawah.

Tabel 4.6 Jarak konsumen dengan SPPBE/SPBE di Jakarta.

Lokasi SPPBE/SPBE	Konsumsi 2010 (MT/Thn)	Jarak (km)
Jakarta Utara	196,068	1
Jakarta Timur	18,000	13
Jakarta Selatan	9,000	16
Jakarta Barat	45,000	18
Depok	21,108	40
Bogor	80,208	50
Sukabumi	46,024	117

(Sumber : hasil Studi ESDM tahun 2010)

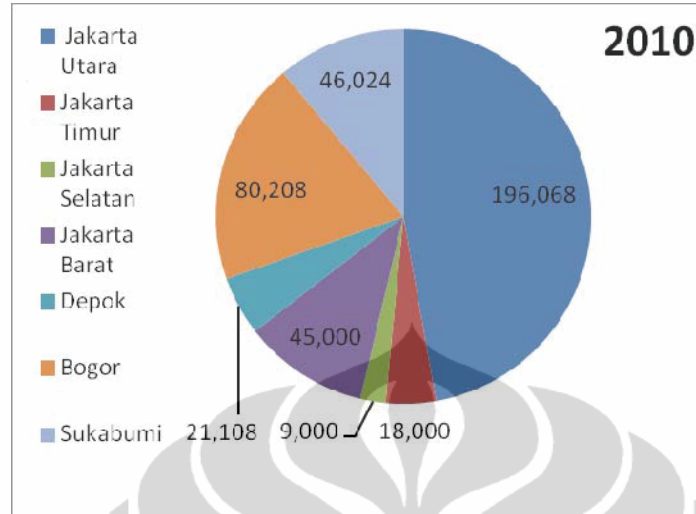
4.4 Proyeksi Konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tanjung Priok

Pada tahun 2010 kementerian ESDM melakukan studi kebutuhan LPG. Berikut hasil studi Kementerian ESDM pada tahun 2010 mengenai konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tanjung Priok yang ditunjukkan pada tabel 4.7 dan gambar 4.1.

Tabel 4.7 Konsumsi LPG di Jakarta tahun 2010.

Region	Unit	2010
Jakarta Utara	MT/thn	196,068
Jakarta Timur	MT/thn	18,000
Jakarta Selatan	MT/thn	9,000
Jakarta Barat	MT/thn	45,000
Depok	MT/thn	21,108
Bogor	MT/thn	80,208
Sukabumi	MT/thn	46,024
Jumlah Konsumsi		415,408

(Sumber : hasil Studi ESDM tahun 2010)



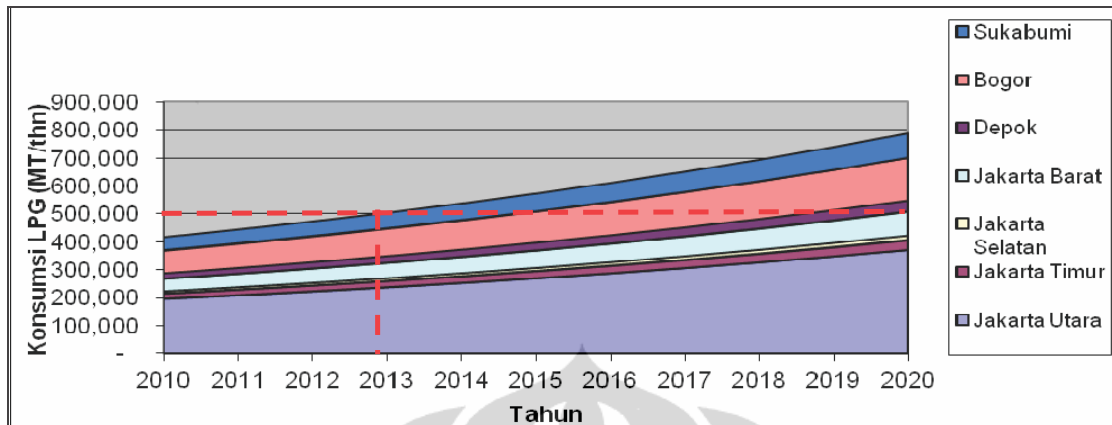
Gambar 4.1 Konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tj. Priok tahun 2010

Proyeksi dapat dilakukan dari data historis diatas dan GDP masing2 daerah yang di teliti, dan beberapa asumsi yang terkait dengan permintaan LPG diwaktu yang akan datang. Kemudian diolah menggunakan persamaan statistik untuk mendapatkan persamaan proyeksi permintaan LPG di wilayah tersebut. Analisis permintaan LPG di maksudkan untuk mengetahui tingkat kebutuhan LPG dan sebaran lokasi kebutuhan LPG di area tersebut

Table 4.8 di bawah adalah hasil proyeksi konsumsi LPG (MT/thn) dari tahun 2010 sampai 2020 untuk Area Operasi Depot Tanjung Priok Jakarta, dengan $Y/Y=6.6\%$:

Tabel 4.8 Proyeksi Konsumsi LPG Area Operasi Depot Tj. Priok.

Area	Satuan	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jakarta Utara	MT/thn	196,068	209,008	222,803	237,508	253,184	269,894	287,707	306,695	326,937	348,515	371,517
Jakarta Timur	MT/thn	18,000	19,188	20,454	21,804	23,243	24,778	26,413	28,156	30,014	31,995	34,107
Jakarta Selatan	MT/thn	9,000	9,594	10,227	10,902	11,622	12,389	13,206	14,078	15,007	15,998	17,054
Jakarta Barat	MT/thn	45,000	47,970	51,136	54,511	58,109	61,944	66,032	70,390	75,036	79,988	85,268
Depok	MT/thn	21,108	22,501	23,986	25,569	27,257	29,056	30,974	33,018	35,197	37,520	39,996
Bogor	MT/thn	80,208	85,502	91,145	97,160	103,573	110,409	117,696	125,464	133,744	142,571	151,981
Sukabumi	MT/thn	46,024	49,062	52,300	55,751	59,431	63,353	67,535	71,992	76,744	81,809	87,208
Jumlah Konsumsi		415,408	442,825	472,051	503,207	536,418	571,822	609,562	649,793	692,680	738,397	787,131
penambahan konsumsi		27,417	56,643	87,799	121,010	156,414	194,154	234,385	277,272	322,989	371,723	
Kapasitas Maksimal Depot Eksisting		492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750
Balance		77,342	49,925	20,699	(10,457)	(43,668)	(79,072)	(116,812)	(157,043)	(199,930)	(245,647)	(294,381)



Gambar 4.2 Proyeksi konsumsi LPG untuk Area Operasi Depot Tj. Priok

Dari data pada tabel 4.8 dan gambar 4.2 diatas di ketahui bahwa kapasitas Depot LPG yang sekarang dengan kapasitas tanki 9,000 MT atau 492,750 MT/tahun hanya mampu cukup melayani sampai dengan pertengahan tahun 2013, karena pada tahun 2013 kemampuan tanki tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan LPG yang sudah mencapai 503,207 MT/tahun sehingga jika tidak dilakukan pengembangan infrastruktur di Depok Tanjung Priok maka ada sekitar 10,457 MT/thn tidak dapat di penuhi dari Depot ini. Dan pada tahun 2020 kebutuhan LPG sudah mencapai 787,131 MT/tahun yang artinya ada kenaikan 89.48% dari konsumsi tahun 2010. Untuk mengantisipasi kenaikan kebutuhan LPG tersebut perlu dilakukan proyeksi kebutuhan insfrastruktur penunjangnya seperti SPPBE dan sistem angkutan dari Depot ke SPPBE dengan efektif dan efisien.

4.5 Perhitungan Optimasi menggunakan Aplikasi Solver Excel

Dari data-data yang di dapat dari penjelasan sebelum-nya yaitu biaya investasi pengembangan infrastruktur, biaya operasional dan maintenance serta biaya distribusi LPG dari Depot Tanjung Priok ke masing-masing SPPBE yang menjadi area operasinya. Maka dapat dilakukan perhitungan optimasi menggunakan aplikasi solver excel sebagai berikut :

4.5.1 Perhitungan Optimasi Di Depot

4.5.1.1 Hasil perhitungan Optimasi Solver untuk Depot

Dari parameter-parameter yang sudah di jelaskan metode perhitungan solver di Bab 3 dan dari data-data yang sudah dijelaskan sebelumnya yang mengaku pada pilihan jenis kapasitas tanki maka didapat hasil perhitungan solver diperlihatkan pada tabel 4.9 dibawah.

Tabel 4.9 Hasil Optimasi menggunakan Aplikasi Solver Excel :

Jenis Tanki	Kapasitas (MT/thn)	Capex (Rp M)	Opex (Rp. M/thn)	Jumlah (n)	Kapasitas (MT/thn)	Capex (Rp. M)	Opex (Rp. M/thn)
2@250	27,375	20.63	2.54	1	27,375	20.63	2.54
2@500	54,750	35.37	4.35	0	-	-	-
2@750	82,125	50.10	6.16	0	-	-	-
2@1500	164,250	94.31	11.60	0	-	-	-
2@2500	273,750	153.25	18.85	1	273,750	153.25	18.85
4@2500	547,500	294.71	36.25	0	-	-	-
jumlah					301,125	173.88	21.39
Total Capex+Opex (f_{\min}) =					195.27		

Dari data hasil optimasi di atas dapat dilihat bahwa hasil yang paling optimum untuk melakukan pengembangan di Depot Tanjung priok adalah dilakukan pengembangan Tanki ukuran 2@250 MT satu unit dan 2@2500 MT satu unit.

4.5.1.2 Simulasi Pengembangan Infrastruktur di Depot Tanjung Priok

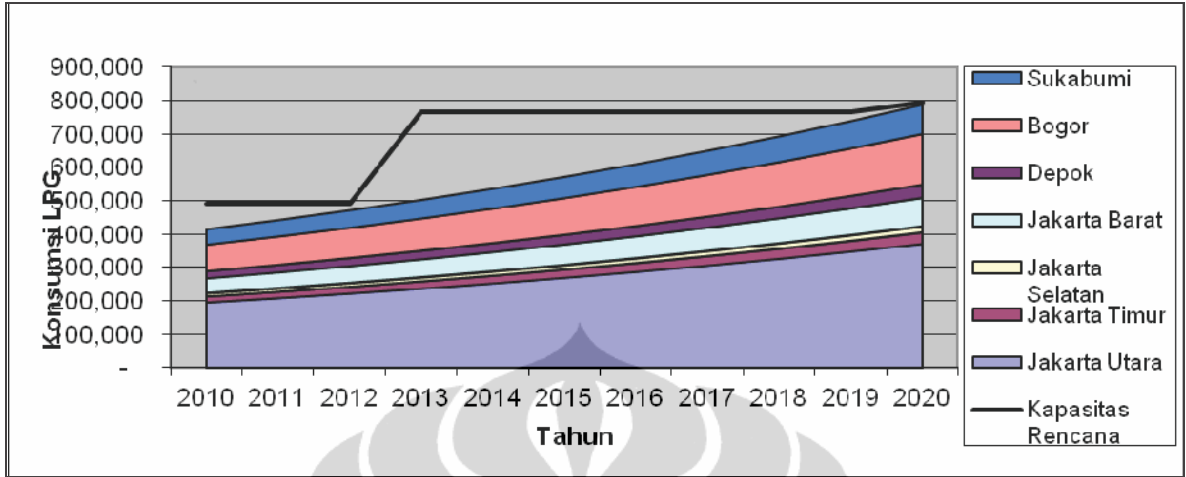
Aplikasi solver di excel tidak bisa dimasukan fungsi waktu, sehingga untuk menentukan kapan harus dimulai pengembangan infrastruktur di Depot tersebut dan jenis tanki mana yang harus pertama kali di kembangkan perlu dilakukan simulasi manual untuk mendapatkkan hasil yang optimum. Tabel 4.10 dan gambar 4.3 dibawah berikut memperlihatkan hasil simulasi waktu untuk pengembangan infrastruktur di Depot Tanjung Priok untuk tanki 2@2500 dibangun lebih awal dan Tabel 4.11 dan gambar 4.4 adalah simulasi tanki 2@250 di bangun lebih awal:

Tabel 4.10 simulasi tangki 2@2500 di bangun lebih awal

Depot Tj Priok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Permintaaa (MT/thn)	415,408	442,825	472,051	503,207	536,418	571,822	609,562	649,793	692,680	738,397	787,131		
Kapasitas Depot Eksisting Oeks (MT)	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000		
- Cadangan Pengaman LPG MT/thn (40%)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600		
- Kapasitas Efektif 60% (MT)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400		
Jadwal pengisian (hari)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Kapasitas Depot Eksisting Oeks (MT/thn)	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750		
Balance	77,342	49,925	20,699	(10,457)	(43,668)	(79,072)	(116,812)	(157,043)	(199,930)	(245,647)	(294,381)		
Mapping Volume													
Kapasitas Tanki	Qeeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
2@250	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	
2@500	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	
2@750	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	
2@1500	164,250	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	
2@2500	273,750	-	-	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	
4@2500	547,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Balance	492,750	492,750	492,750	766,500	766,500	766,500	766,500	766,500	766,500	766,500	766,500	793,875	
Balance	77,342	49,925	20,699	263,293	230,082	194,678	156,938	116,707	73,820	28,103	6,744		
Mapping tank													
Jenis Tanki	Jumlaha (n)	Eks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2@250	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
2@500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2@750	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2@1500	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2@2500	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4@2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Simulasi Capex + Opex

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2@250											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.63
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	5.08
Total Biaya/tahun	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	25.71
Total Biaya/kumulatif	2.54	5.08	7.61	10.15	12.69	15.23	17.76	20.30	22.84	25.38	51.08
2@500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
Total Biaya/tahun	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
Total Biaya/kumulatif	4.35	8.70	13.05	17.40	21.75	26.10	30.45	34.80	39.15	43.50	47.86
2@750											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
Total Biaya/tahun	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
Total Biaya/kumulatif	6.16	12.33	18.49	24.65	30.82	36.98	43.14	49.31	55.47	61.63	67.80
2@1500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Total Biaya/tahun	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Total Biaya/kumulatif	11.60	23.20	34.80	46.41	58.01	69.61	81.21	92.81	104.41	116.01	127.61
2@2500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	94.31	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	-	-	-	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70
Total Biaya/tahun	-	-	-	132.01	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70
Total Biaya/kumulatif	-	-	-	132.01	169.72	207.42	245.12	282.83	320.53	358.24	395.94
4@2500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Biaya/tahun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Biaya/kumulatif	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Capex	-	-	-	94.31	-	-	-	-	-	-	20.63
Total Opex	24.65	24.65	24.65	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	64.89
Total Expenditure/year	24.65	24.65	24.65	156.66	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	62.36	85.52
Total Expenditure cumulative	24.65	49.31	73.96	230.62	292.98	355.34	417.69	480.05	542.41	604.77	690.29



Gambar 4.3 Proyeksi konsumsi vs kapasitas LPG, tanki 2@2500 dibangun lebih awal untuk Area Operasi Depot Tj. Priok

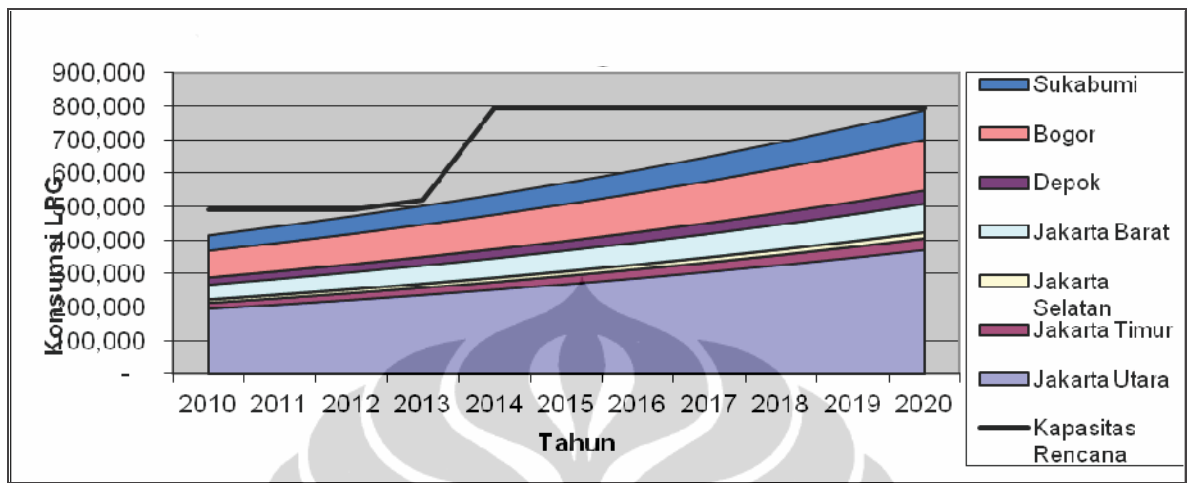


Tabel 4.11 simulasi waktu untuk tangki 2@250 di bangun lebih awal

Depot Tj Priok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Permintaan (MT/thn)	415,408	442,825	472,051	503,207	536,418	571,822	609,562	649,793	692,680	738,397	787,131		
Kapasitas Depot Eksisting Qeks (MT)	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000		
- Cadangan Pengaman LPG MT/thn (40%)	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600		
- Kapasitas Efektif 60% (MT)	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400		
Jadwal pengisian (hari)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Kapasitas Depot Eksisting Qeks (MT/thn)	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750	492,750		
Balance	77,342	49,925	20,699	(10,457)	(43,668)	(79,072)	(116,812)	(157,043)	(199,930)	(245,647)	(294,381)		
Mapping Volume													
Kapasitas Tanki	Kapasitas Qadd	Qeks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2@250	27,375	27,375	27,375	27,375	27,375	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750
2@500	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750	54,750
2@750	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125	82,125
2@1500	164,250	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500	328,500
2@2500	273,750	-	-	-	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750	273,750
4@2500	547,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Balance	492,750	49,925	20,699	16,918	257,457	222,053	184,313	144,082	101,195	55,478	6,744	793,875	793,875
Mapping tank													
Jenis Tanki	Jumlah (n) Eks	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
2@250	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
2@500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2@750	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2@1500	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
2@2500	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	
4@2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Simulasi Capex + Opex

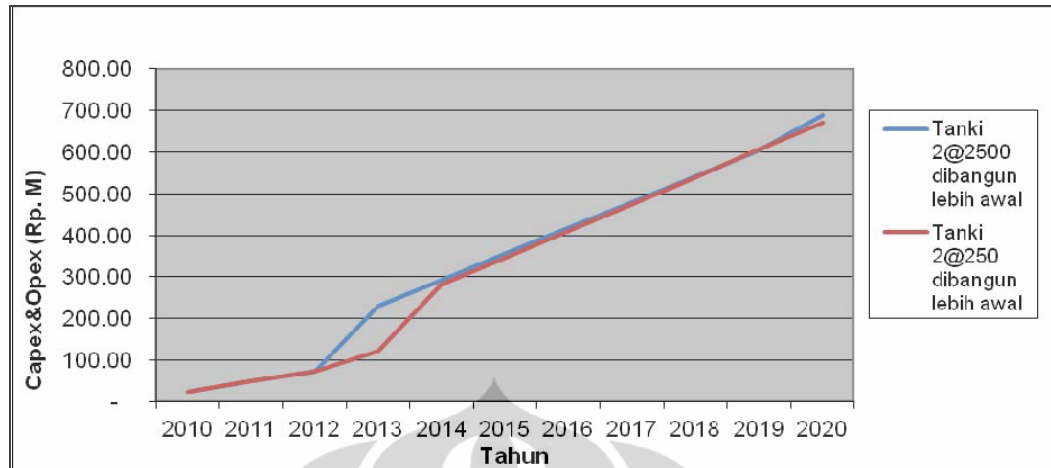
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2@250				20.63							
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	2.54	2.54	2.54	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08
Total Biaya/tahun	2.54	2.54	2.54	25.71	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08	5.08
Total Biaya/kumulatif	2.54	5.08	7.61	33.32	38.39	43.47	48.55	53.62	58.70	63.77	68.85
2@500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
Total Biaya/tahun	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
Total Biaya/kumulatif	4.35	8.70	13.05	17.40	21.75	26.10	30.45	34.80	39.15	43.50	47.86
2@750											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
Total Biaya/tahun	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
Total Biaya/kumulatif	6.16	12.33	18.49	24.65	30.82	36.98	43.14	49.31	55.47	61.63	67.80
2@1500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Total Biaya/tahun	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60	11.60
Total Biaya/kumulatif	11.60	23.20	34.80	46.41	58.01	69.61	81.21	92.81	104.41	116.01	127.61
2@2500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	94.31	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	-	-	-	-	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70
Total Biaya/tahun	-	-	-	-	132.01	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70	37.70
Total Biaya/kumulatif	-	-	-	-	132.01	169.72	207.42	245.12	282.83	320.53	358.24
4@2500											
Investasi (Rp. M)/ Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B.operasional (Rp M/thn)/ Opex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Biaya/tahun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Biaya/kumulatif	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Capex	-	-	-	20.63	94.31	-	-	-	-	-	-
Total Opex	24.65	24.65	24.65	27.19	64.89	64.89	64.89	64.89	64.89	64.89	64.89
Total Expenditure/year	24.65	24.65	24.65	47.82	159.20	64.89	64.89	64.89	64.89	64.89	64.89
Total Expenditure cumulative	24.65	49.31	73.96	121.78	280.98	345.88	410.77	475.67	540.56	605.46	670.35



Gambar 4.4 Proyeksi konsumsi vs kapasitas LPG, tanki 2@250 dibangun lebih awal untuk Area Operasi Depot Tj. Priok

Dari data simulasi di atas di dapat hasil jika di tahun 2013 di bangun tanki 2@2500 dan di tahun 2020 dibangun tanki 2@250 maka total biaya kumulatif di akhir tahun 2020 adalah sebesar Rp. 690.29 M dengan nilai capex sebesar Rp. 114.94 M dan nilai opex sebesar Rp. 575.35 M. sedangkan jika di tahun 2013 di bangun tanki 2@250 dan tahun 2014 di bangun tanki 2@2500 maka total biaya kumulatif di akhir tahun 2020 adalah sebesar Rp. 670.35 M dengan nilai capex sebesar Rp. 114.94 dan nilai opex sebesar Rp. 555.41 M.

Dapat disimpulkan bahwa membangun tanki 2@250 dahulu baru kemudian membangun tanki 2@2500 lebih optimum dibanding membangun tanki 2@2500 dulu baru 2@250. Gambar 4.5 di bawah memperlihatkan grafik antara kedua pilihan tersebut.



Gambar 4.5 Proyeksi Capex & Opex antara tanki 2@2500 dan tanki 2@250 dibangun lebih awal untuk pengembangan kapasitas Depot Tj. Priok

4.5.2 Perhitungan Optimasi Di SPPBE

4.5.2.1 Hasil perhitungan Optimasi Solver untuk SPPBE

Dari parameter-parameter yang sudah di jelaskan di Bab 3 subbab 3.4.2 dan dari data kebutuhan LPG masing-masing daerah yang ditunjukkan pada tabel 4.12 maka didapat hasil perhitungan solver diperlihatkan pada tabel 4.13 dibawah.

Tabel 4.12 Kebutuhan LPG untuk masing-masing daerah di tahun 2020

Daerah Distribusi	Qeks (MT/thn)	Q2012 (MT/thn)	Qadd (MT/thn)
Jakarta Utara	196,068.00	371,517.06	175,449.06
Jakarta Timur	18,000.00	34,107.08	16,107.08
Jakarta Selatan	9,000.00	17,053.54	8,053.54
Jakarta Barat	45,000.00	85,267.70	40,267.70
Depok	21,108.00	39,996.24	18,888.24
Bogor	80,208.00	151,981.15	71,773.15
Sukabumi	46,024.00	87,208.02	41,184.02
Jumlah	415,408.00	787,130.79	371,722.79

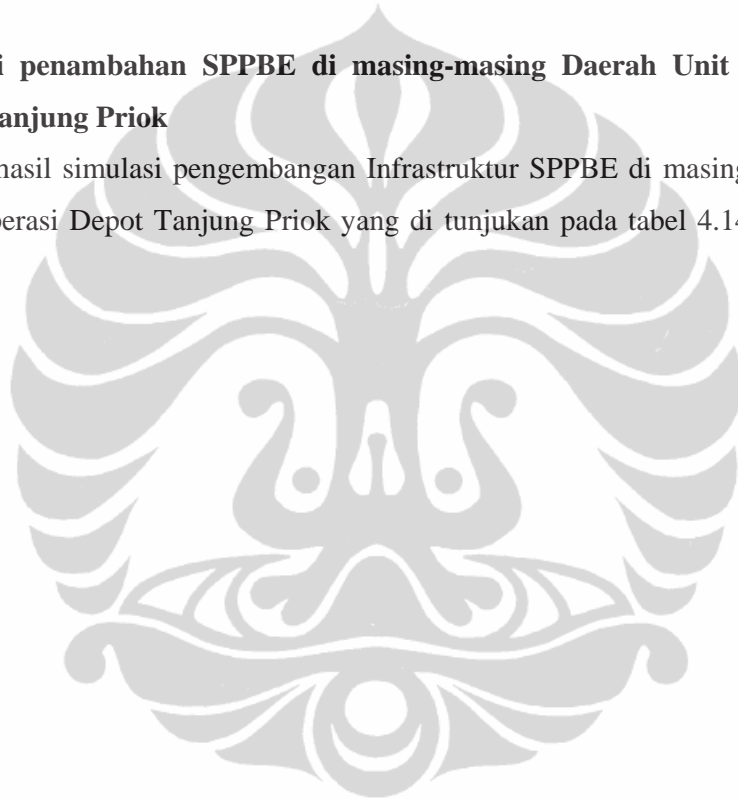
Tabel 4.13 Hasil Optimasi menggunakan Aplikasi Solver Excel

Area	Qadd (MT/thn)	Kapasitas SPPBE (MT/thn)	Jarak dr Depot (km)	Jumlah (n)	kapasitas	Capex (Rp. M)	Opex (Rp. M/thn)	Distribusi Cost (Rp. M/MT/km)	Jumlah Biaya (Rp. M)
Jakarta Utara	175,449.1	14,600	1	13	189,800.0	125.06	32.37	0.23	157.66
Jakarta Timur	16,107.1	14,600	13	2	29,200.0	19.24	4.98	0.46	24.68
Jakarta Selatan	8,053.5	14,600	16	1	14,600.0	9.62	2.49	0.28	12.39
Jakarta Barat	40,267.7	14,600	18	3	43,800.0	28.86	7.47	0.95	37.28
Depok	18,888.2	14,600	40	2	29,200.0	19.24	4.98	1.40	25.62
Bogor	71,773.2	14,600	50	5	73,000.0	48.1	12.45	4.38	64.93
Sukabumi	41,184.0	14,600	117	3	43,800.0	28.86	7.47	6.15	42.48
Jumlah	371,722.8				423,400.0				365.03

Dari data hasil optimasi di atas dapat dilihat bahwa hasil yang paling optimum untuk melakukan pengembangan jumlah SPPBE di seluruh daerah operasi Tanjung Priok adalah sampai tahun 2020 diperlukan penambahan 29 unit SPPBE yang tersebar dengan total biaya pengembangan sampai dengan tahun 2020 sebesar Rp. 365.03 M. Yang paling banyak di daerah Jakarta Utara diperlukan 13 SPPBE tambahan dan yang paling sedikit yaitu 1 unit SPPBE di Jakarta Selatan.

4.5.2.2 Simulasi penambahan SPPBE di masing-masing Daerah Unit Operasi Depot Tanjung Priok

Berikut hasil simulasi pengembangan Infrastruktur SPPBE di masing-masing Daerah Unit Operasi Depot Tanjung Priok yang di tunjukan pada tabel 4.14-4.15 di bawah berikut:



Tabel 4.14 Simulasi penambahan Infrastruktur SPPBE di masing-masing Daerah Unit Operasi Depot Tanjung Priok

Area	Permintaan 2010 (MT/thn)	Jumlah SPBE	Kapasitas eksisting total (MT/thn)	Jarak dari Depot (km)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jakarta Utara (MT/thn)	196,068		196,068	1,00	196,068	209,008	222,803	237,508	253,184	269,894	287,707	306,695	326,937	348,515	371,517
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					196,068	210,668	225,268	239,868	254,468	283,668	298,268	312,868	327,468	356,668	385,868
- Balance volume (MT)					-	1,660	2,465	2,360	1,284	13,774	10,561	6,173	531	8,153	14,351
- Penambahan SPPBE		13			1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
Jakarta Timur (MT/thn)	18,000		18,000	13	18,000	19,188	20,454	21,804	23,243	24,778	26,413	28,156	30,014	31,995	34,107
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					18,000	32,600	32,600	32,600	32,600	32,600	32,600	32,600	32,600	32,600	47,200
- Balance volume (MT)					-	13,412	12,146	10,796	9,357	7,822	6,187	4,444	2,586	605	13,093
- Penambahan SPPBE		2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jakarta Selatan (MT/thn)	9,000		9,000	16	9,000	9,594	10,227	10,902	11,622	12,389	13,206	14,078	15,007	15,998	17,054
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					9,000	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600	23,600
- Balance volume (MT)					-	14,006	13,373	12,698	11,978	11,211	10,394	9,522	8,593	7,602	6,546
- Penambahan SPPBE		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jakarta Barat (MT/thn)	45,000		45,000	18	45,000	47,970	51,136	54,511	58,109	61,944	66,032	70,390	75,036	79,988	85,288
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					45,000	59,600	59,600	59,600	59,600	74,200	74,200	74,200	88,800	88,800	88,800
- Balance volume (MT)					-	11,630	8,464	5,089	1,491	12,256	8,168	3,810	13,764	8,812	3,532
- Penambahan SPPBE		3			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Depok (MT/thn)	21,108		21,108	40	21,108	22,501	23,986	25,569	27,257	29,056	30,974	33,018	35,197	37,520	39,996
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					21,108	35,708	35,708	35,708	35,708	35,708	35,708	35,708	35,708	50,308	50,308
- Balance volume (MT)					-	13,207	11,722	10,139	8,451	6,652	4,734	2,690	511	12,788	10,312
- Penambahan SPPBE		2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bogor (MT/thn)	80,208		80,208	50	80,208	85,502	91,145	97,160	103,573	110,409	117,696	125,464	133,744	142,571	151,981
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					80,208	94,808	94,808	109,408	109,408	124,008	124,008	138,608	138,608	153,208	153,208
- Balance volume (MT)					-	9,306	3,663	12,248	5,835	13,599	6,312	13,144	4,864	10,637	1,227
- Penambahan SPPBE		5			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sukabumi (MT/thn)	46,024		46,024	117	46,024	49,062	52,300	55,751	59,431	63,353	67,535	71,992	76,744	81,809	87,208
- Penambahan Kapasitas (MT/thn)					46,024	60,624	60,624	60,624	60,624	75,224	75,224	75,224	89,824	89,824	89,824
- Balance volume (MT)					-	11,562	8,324	4,873	1,193	11,871	7,689	3,232	13,080	8,015	2,616
- Penambahan SPPBE		3			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 4.15 Simulasi Biaya Penambahan Infrastruktur SPPBE di masing-masing Daerah Unit Operasi Depot Tanjung Priok
(Capex&Opex)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
SPPBE Jakarta Utara											
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	9.62	9.62	9.62	19.24	9.62	9.62	9.62	19.24	19.24
'- B.operasional (Rp M/thn)	3.34	5.83	8.32	10.81	13.30	18.28	20.77	23.26	25.75	30.73	35.71
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.34	0.36	0.38	0.39	0.43	0.46
'- Total Biaya per tahun	3.58	15.71	18.21	20.72	23.23	37.86	30.75	33.26	35.77	50.40	55.42
'- Total Biaya Kumulatif	3.58	19.29	37.50	58.22	81.45	119.32	150.07	183.33	219.09	269.50	324.91
SPPBE Jakarta Timur											
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	-	-	-	-	-	-	-	-	9.62
'- B.operasional (Rp M/thn)	0.31	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	5.29
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	0.28	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.74
'- Total Biaya per tahun	0.59	12.93	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	3.31	15.64
'- Total Biaya Kumulatif	0.59	13.51	16.82	20.12	23.43	26.74	30.04	33.35	36.65	39.96	55.60
SPPBE Jakarta Selatan											
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
'- B.operasional (Rp M/thn)	0.15	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	0.17	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
'- Total Biaya per tahun	0.33	12.72	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
'- Total Biaya Kumulatif	0.33	13.04	16.14	19.24	22.33	25.43	28.53	31.62	34.72	37.82	40.91
SPPBE Jakarta Barat											
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	-	-	-	9.62	-	-	9.62	-	-
'- B.operasional (Rp M/thn)	0.77	3.26	3.26	3.26	3.26	5.75	5.75	5.75	8.24	8.24	8.24
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	0.97	1.29	1.29	1.29	1.29	1.60	1.60	1.60	1.92	1.92	1.92
'- Total Biaya per tahun	1.74	14.16	4.54	4.54	4.54	16.97	7.35	7.35	19.78	10.16	10.16
'- Total Biaya Kumulatif	1.74	15.90	20.45	24.99	29.54	46.51	53.86	61.21	80.98	91.14	101.30

SPPBE Depok													
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.62	-
'- B.operasional (Rp M/thn)	0.36	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	5.34
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	1.01	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	2.41
'- Total Biaya per tahun	1.37	14.18	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	4.56	7.75
'- Total Biaya Kumulatif	1.37	15.56	20.12	24.69	29.25	33.81	38.38	42.94	47.50	52.06	56.62	61.18	72.63
SPPBE Bogor													
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	-	9.62	-	9.62	-	9.62	-	9.62	-	9.62	-
'- B.operasional (Rp M/thn)	1.37	3.86	3.86	6.35	6.35	8.84	8.84	11.33	11.33	13.82	13.82	16.31	13.82
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	4.81	5.69	5.69	6.56	6.56	7.44	7.44	8.32	8.32	9.20	9.20	10.08	9.19
'- Total Biaya per tahun	6.18	19.17	9.55	22.53	12.91	25.90	16.28	29.26	19.64	32.63	23.01	35.99	23.01
'- Total Biaya Kumulatif	6.18	25.35	34.89	57.43	70.34	96.24	112.51	141.78	161.42	194.05	217.06	250.05	217.06
SPPBE Sukabumi													
'- Investasi (Rp. M)	-	9.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.62	-
'- B.operasional (Rp M/thn)	0.78	3.27	3.27	3.27	3.27	5.76	5.76	8.25	8.25	10.74	10.74	13.23	8.25
'- Biaya pengiriman (transportation cost)	6.46	8.51	8.51	8.51	8.51	10.56	10.56	12.61	12.61	14.66	14.66	16.71	12.61
'- Total Biaya per tahun	7.25	21.41	11.79	11.79	11.79	16.33	16.33	20.87	20.87	25.41	25.41	30.95	20.87
'- Total Biaya Kumulatif	7.25	28.65	40.44	52.23	64.01	89.96	106.29	122.61	153.10	173.96	200.11	226.06	194.83
Total Capex	-	67.34	9.62	19.24	9.62	48.10	9.62	19.24	28.86	38.48	28.86	38.48	28.86
Total Opex	7.08	24.51	27.00	31.98	34.47	46.92	49.41	54.39	61.86	71.82	79.29	89.25	79.29
Total Transportation Cost	13.95	18.42	18.43	19.33	19.34	22.62	22.64	23.53	25.91	27.53	27.79	29.41	27.79
Total Expenditure/year	21.03	110.27	55.06	70.55	63.44	117.65	81.67	97.17	116.64	137.83	135.94	157.34	135.94
Total Expenditure cumulative	21.03	131.30	186.36	256.91	320.35	438.00	519.67	616.84	733.48	871.31	1,007.25	1,154.59	1,007.25

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan di BAB 4, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas penyimpanan Depot LPG Tanjung Priok yang sekarang (492,750 MT/thn) tidak mampu untuk melayani kebutuhan LPG sampai dengan tahun 2020 (787,131 MT/thn) sehingga perlu dilakukan penambahan kapasitas penyimpanan (tangi LPG).
2. Pilihan yang paling optimum untuk penambahan kapasitas penyimpanan (tangi LPG) di Depot Tanjung Priok adalah tahun 2013 dibangun tangki kapasitas 250MT sebanyak 2 unit dan tahun 2014 di bangun tangki kapasitas 2500MT sebanyak 2 unit. Nilai total investasi (*capex*) sebesar Rp.114.94 Milyar (Rp.20.63 Milyar untuk pembangunan tangki 2@250 MT dan Rp. 94.31 Milyar untuk tangki 2@2500 MT) dan total biaya operasional (*opex*) di depot dari tahun 2010 sampai dengan 2012 yaitu sebesar Rp. 481.45 Milyar. Sehingga total pembiayaan untuk infrastruktur dan biaya operasional (*capex+opex*) di Depot Tanjung Priok yang paling optimum dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 adalah sebesar Rp. 670.35 Milyar.
3. Sedangkan untuk penyediaan SPPBE di daerah-daerah yang menjadi area penyaluran distribusi LPG dari Depot Tanjung Priok. Perlu juga dilakukan penambahan untuk mencukupi kenaikan kebutuhan LPG di daerah tersebut. Dari hasil perhitungan dengan *solver* didapat bahwa untuk area Jakarta Utara perlu ada penambahan 13 SPPBE, Jakarta Timur 2 SPPBE, Jakarta Selatan 1 SPPBE, Jakarta Barat 3 SPPBE, Depok 2 SPPBE, Bogor 5 SPPBE, Sukabumi 3 SPPBE. Dengan total nilai investasi (*capex*) sebesar Rp. 278.98 Milyar, total biaya operasional Rp. 488.78 Milyar dan total

biaya transportasi dari Depot ke semua SPPBE Rp. 239.49 Milyar. Sehingga total biaya distribusi (capex+opex+transportation cost) dari Depot ke SPPBE dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020 adalah sebesar Rp. 1,007.25 Milyar.

5.2 Saran

Dari pengalaman selama penelitian tesis ini masih terdapat kekurangan yang perlu diperbaiki dan dilengkapi sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Saran-saran untuk penelitian lebih lanjut diantaranya sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian sampai ke level agen pengedar LPG baik untuk botol ukuran 3Kg, 12 Kg dan 50 Kg untuk lebih mendapatkan peta distribusi LPG sampai dengan konsumen.
2. Program optimalisasi yang dilakukan pada penelitian tesis ini terdapat kekurangan yaitu tidak bisa memasukan fungsi waktu sehingga untuk data yang lebih kompleks dan ada fungsi waktu akan menyusahakan perhitungan sehingga jika dilakukan penelitian lebih lanjut perlu digunakan program optimalisasi yang dapat memasukan fungsi waktu.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, M haitami. (2008). *Analisis Aspek Keekonomian LPG dalam Upaya Substitusi Mitan dengan LPGdi Sektor Rumah Tangga dan Nilai Tambah Pengembangan Investasi & Pengusahaannya*. Tesis. Program Studi Teknik Kimia, Depok: UI.

Ali, Sadia Samar & Rameshwar Dubey. *Model for Resource Allocation Decision : A Case of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Cylinder manufacturing Company*. AIMS: Vol. 4 – No. 3, PP. 191-205, September 2010.

Biswas, Y & Y. Nayahari. *Object Oriented Modeling and Decision Support for Supply Chains*. Indian Institute of Science, Bangalore, India. Science Direct: September 2002.

Campbell, Dr John M. (1981). *Gas Conditioning and Processing Volume II*; Campbell Petroleum Series.

Chopra, Sunil & Meindl, Peter. (2007). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. 3rd edition. Singapore: Prentice Hall, 31, 495.

Edgar, Thomas F., D.M Himmelblau., & L.S Lasdon. (2001). *Optimiztion of Chemical Processes*. 2nd Edition. New York: McGraw-Hill.

Garg, D., Y. Nayahari & N. Viswanadham. *Design of Six Sigma Supply Chains*. IEEE Transaction on Automation Science and Engineering: Vol. 1 - No. 1, July 2004.

Hesse, R. (1997). *Managerial Spreadsheet Modeling and Analysis*. Chicago.

Kementerian ESDM. *Studi Penentuan Wilayah Distribusi LPG tertentu*. Dirjen Minyak dan Gas Bumi, Direktorat Pembinaan Usaha Hilir Migas. Desember 2010.

Mulyanto, Momo. (2009). *Optimasi dengan Menggunakan Solver Excel*. PT. Pampersada Nusantara. Jakarta.

Pertamina Gas Domestik. *Informasi persebaran LPG di Indonesia*. http://gasdom.pertamina.com/Investor/peta_konsumsi_lpg.aspx

Said, M Akretche & M. Houghlaouene Samir. (2008). *Role of LPG in the Satisfaction of Energy Needs in the Algerian Domestic and Transportation Sectors*. Argentina: 24th World Gas Conference 2009.

Setiawan, Rudi. *Optimasi Perhitungan Kinerja Bundaran Menggunakan Microsoft Excel Solver*". Simposium X FSTPT, Universitas Tarumanagara. Jakarta: 2007.

Turban, Rainer, Porter. (2003). *Introduction to Information Technology*. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc.

Lampiran 1. Estimasi Biaya Investasi Depot LPG



LAMPIRAN 1 : ESTIMASI BIAYA INVESTASI DEPOT LPG**Investasi Fasilitas Penyimpanan**

No	Jenis Mesin	Jumlah (unit)	Harga Satuan	Total Biaya
1	LPG Pump & Networks	20	5,000,000,000.00	100,000,000,000.00
2	Metering System	4	100,000,000.00	400,000,000.00
	Bea Masuk PPN 10%			10,040,000,000.00
	Total			110,440,000,000.00
3	Tangki Spherical @2500 MT	4	20,000,000,000.00	80,000,000,000.00
	Total Mesin & Tangki			190,440,000,000.00

Utilitas

No	Jenis Utilitas	Jumlah (unit)	Biaya Satuan	Total Biaya
1	Instalasi PLN 1200 KVA	1	1,500,000,000	1,500,000,000
2	Genset 1500 KVA	1	2,500,000,000	2,500,000,000
3	Network Water Supply (Km)	5	420,000,000	2,100,000,000
4	Fire Protection System	1	5,000,000,000	5,000,000,000
5	Lighting System (Km)	5	1,200,000,000	6,000,000,000
6	Dermaga (Km)	4	3,000,000,000	12,000,000,000
	Total Utilitas			29,100,000,000
	Total Investasi Mesin dan Utilitas			219,540,000,000

Investasi Bangunan + Lahan

No	Jenis	Luas (m2)	Biaya Satuan	Total Biaya
1	Filling Hall	5000	1,000,000	5,000,000,000
2	Gardu Jaga	200	800,000	160,000,000
3	Kantor	3500	1,250,000	4,375,000,000
4	Jalan & Lap. Parkir	20000	1,000,000	20,000,000,000
5	Workshop	1000	800,000	800,000,000
6	Pagar	6000	200,000	1,200,000,000
7	Kolam Air untuk Hidran (m3)	5000	500,000	2,500,000,000
8	Deep Well	1	75,000,000	75,000,000
9	Taman & Drainage (20% luas)	5940	150,000	891,000,000
	Total Investasi Bangunan			35,001,000,000
10	Lahan	40000	1,000,000	40,000,000,000
	Total Investasi Bangunan + Lahan			75,001,000,000

Investasi Peralatan Kantor

No	Jenis	Jumlah	Biaya Satuan	Total Biaya
1	Komputer	10	4,500,000	45,000,000
2	Printer	10	1,000,000	10,000,000
3	Mesin Fax	2	2,500,000	5,000,000
4	Meja	80	900,000	72,000,000
5	Kursi Eksekutif	40	250,000	10,000,000
6	Kursi Biasa	70	350,000	24,500,000
7	Meter System	2	2,200,000	4,400,000
	Total Investasi Peralatan			170,900,000

Total Investasi

No	Jenis	Total Investasi
1	Investasi Fasilitas Penyimpanan	190,440,000,000
2	Utilitas	29,100,000,000
3	Bangunan + Lahan	75,001,000,000
4	Peralatan	170,900,000
	Total Investasi	294,711,900,000

Lampiran 2. Estimasi Biaya Operasional Depot LPG



LAMPIRAN 2 : ESTIMASI BIAYA OPERASIONAL DEPOT LPG
A. Tenaga Kerja

No	Jabatan	Jumlah Pegawai	Gaji Pegawai Tahunan	Safety Shoes & Seragam	Extra Fooding	THR Pegawai	Cadangan Pensiun	Gaji Tahunan
1	Direktur	4	480,000,000	10,000,000	30,000,000	40,000,000	60,000,000	620,000,000
2	Manager + Supervisor	15	1,440,000,000	8,000,000	67,500,000	120,000,000	180,000,000	1,815,500,000
3	Asministrasi & Keuangan	20	720,000,000	3,000,000	60,000,000	60,000,000	90,000,000	933,000,000
4	Logistik	6	216,000,000	3,000,000	18,000,000	18,000,000	27,000,000	282,000,000
5	Maintanance	5	180,000,000	3,000,000	15,000,000	15,000,000	22,500,000	235,500,000
6	Operator Pompa LPG	10	240,000,000	2,000,000	30,000,000	20,000,000	30,000,000	322,000,000
7	LPG Handling	10	240,000,000	2,000,000	30,000,000	20,000,000	30,000,000	322,000,000
8	Port Operator	10	300,000,000	2,500,000	30,000,000	25,000,000	37,500,000	395,000,000
9	Stock Keeper	2	48,000,000	2,000,000	6,000,000	4,000,000	6,000,000	66,000,000
10	Officeboy	20	240,000,000	1,000,000	60,000,000	20,000,000	30,000,000	351,000,000
11	Satpam	20	360,000,000	1,500,000	60,000,000	30,000,000	45,000,000	496,500,000
Total		122	4,464,000,000	38,000,000	406,500,000	372,000,000	558,000,000	5,838,500,000

B. Biaya Perawatan

No	Jenis	Rate	Nilai	Harga
1	Bangunan	2.50%	29,100,000,000	727,500,000
2	Storage Faciity	3.0%	190,000,000,000	5,700,000,000
3	Sertifikasi			
	Sertifikasi Tangki Timbun (ESDM)			5,000,000
	Kalibrasi Sarana Pengisian & Alata Ukur (Metrologi)			5,000,000
Total Biaya Perawatan				6,437,500,000

Asumsi :

THR Pegawai 1 bulan gaji

Cadangan Pensiun 1.5 bulan gaji

Asuransi Tenaga Kerja (7.8% pertahun)

C. Overhead (listrik, telp, adm dan PBB)

No	Jenis	Satuan (bulan)	Biaya Rata-rata/bln	Harga
1	Listrik	12	45,000,000	540,000,000
2	Telepon	12	1,500,000	18,000,000
3	Pajak Bumi dan Bangunan	1	100,000,000	100,000,000
4	ATK	12	5,000,000	60,000,000
Total Overhead				718,000,000

D. Biaya Asuransi Asset

No	Aktiva	Pertanggungan	Rate	Premi Asuransi
1	Mesin & Tangki	190,000,000,000	1%	1,900,000,000
2	Bangunan	29,100,000,000	1%	291,000,000
Total Asuransi Asset				2,191,000,000

E. Depresiasi

No	Jenis Aktiva	Harga Awal	Harga Akhir (%)	Jangka Waktu (thn)	Besar Depresiasi
1	Mesin	110,000,000,000	20%	10	8,800,000,000
2	Tangki Timbun	80,000,000,000	10%	10	7,200,000,000
3	Utilitas	29,100,000,000	10%	10	2,619,000,000
4	Bangunan Sipil	35,001,000,000	30%	10	2,450,070,000
Depresiasi per tahun					21,069,070,000

Rekapitulasi Biaya Operasi per tahun

No	Jenis	Besar
1	Tenaga Kerja	5,838,500,000
2	Biaya Perawatan	6,437,500,000
3	Overhead (listrik, telp, adm dan l	718,000,000
4	Biaya Asuransi Asset	2,191,000,000
5	Depresiasi	21,069,070,000
Total		36,254,070,000

Lampiran 3. Estimasi Biaya Investasi SPPBE LPG

LAMPIRAN 3 : ESTIMASI BIAYA INVESTASI SPPBE LPG**Biaya Investasi****1. Investasi Mesin**

No	Jenis Mesin	Jumlah (unit)	Harga Satuan	Total Biaya
1	Mesin Pengisi Botol 3 Kg	12	200,000,000	2,400,000,000
2	Bea Masuk PPN 10%			240,000,000
Total				2,640,000,000
3	Tangki Timbun (duduk)	2	1,300,000,000	2,600,000,000
Total Mesin Tangki				5,240,000,000

2. Utilitas

No	Jenis Utilitas	Jumlah (unit)	Biaya Satuan	Total Biaya
1	Instalasi PLN 131 KVA	1	90,000,000	90,000,000
2	Genset 150 KVA	1	250,000,000	250,000,000
3	Hidran Terpasang	5	32,000,000	160,000,000
4	Pemadam Kebakaran (Kecil)	4	300,000	1,200,000
5	Racun Api	4	300,000	1,200,000
6	Lampu Explosion Proof	8	7,000,000	56,000,000
7	Lampu Jalan	6	5,000,000	30,000,000
Total Utilitas				588,400,000
Total Investasi Mesin dan Utilitas				5,828,400,000

Investasi Bangunan

No	Jenis	Luas (m2)	Biaya Satuan	Total Biaya
1	Filling Hall	240	1,000,000	240,000,000
2	Gardu Jaga	20	800,000	16,000,000
3	Kantor	120	1,250,000	150,000,000
4	Jalan & Lap. Parkir	2800	50,000	140,000,000
5	Bengkel Mobil	120	800,000	96,000,000
6	Pagar	450	200,000	90,000,000
7	Kolam Air untuk Hidran (m3)	25	5,000,000	125,000,000
8	Deep Well	1	75,000,000	75,000,000
9	Taman & Drainage (20% luas)	660	150,000	99,000,000
Total Investasi Bangunan				1,031,000,000
10	Lahan	4000	1,000,000	4,000,000,000
Total Investasi Bangunan + Lahan				5,031,000,000

Investasi Peralatan

No	Jenis	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Komputer	2	4,500,000	9,000,000
2	Printer	2	1,000,000	2,000,000
3	Mesin Fax	1	2,500,000	2,500,000
4	Meja	10	900,000	9,000,000
5	Kursi Eksekutif	18	250,000	4,500,000
6	Kursi Biasa	6	350,000	2,100,000
7	Timbangan @ 30 Kg	2	2,200,000	4,400,000
8	Tabung 3 Kg	10000	90,000	900,000,000
Total Investasi Peralatan				933,500,000

Total Investasi

No	Jenis Investasi	Total Investasi
1	Mesin, Tangki & Utilitas	5,828,400,000
2	Bangunan + Lahan	5,031,000,000
3	Peralatan	933,500,000
Total		11,792,900,000

Lampiran 4. Estimasi Biaya Operasional SPPBE LPG

LAMPIRAN 4 : ESTIMASI BIAYA OPERASIONAL SPPBE LPG

A. Tenaga Kerja

No.	Jabatan	Jumlah Pegawai	Gaji Pegawai Pertahun	Safety Shoes & Seragam	Extra Fooding	THR Pegawai	Cadangan Pensiun	Gaji Pertahun
1	Direktur	1	60,000,000	5,000,000	3,000,000	5,000,000	7,500,000	80,500,000
2	Manager + Supervisor	3	108,000,000	3,000,000	9,000,000	9,000,000	4,500,000	133,500,000
3	Asministrasi & Keuangan	5	72,000,000	1,200,000	15,000,000	6,000,000	1,800,000	96,000,000
4	Logistik	2	19,200,000	800,000	6,000,000	1,600,000	1,200,000	28,800,000
5	Maintanance	1	9,600,000	800,000	3,000,000	800,000	1,200,000	15,400,000
6	Operator Produksi	7	67,200,000	800,000	21,000,000	5,600,000	1,200,000	95,800,000
7	Handling	3	28,800,000	800,000	9,000,000	2,400,000	1,200,000	42,200,000
8	Gatekeeper	2	18,000,000	750,000	6,000,000	1,500,000	1,125,000	27,375,000
9	Stock Keeper	2	18,000,000	750,000	6,000,000	1,500,000	1,125,000	27,375,000
10	Officeboy	1	7,800,000	650,000	3,000,000	650,000	975,000	13,075,000
11	Satpam	6	54,720,000	760,000	18,000,000	4,560,000	1,140,000	79,180,000
Total		33	463,320,000	15,310,000	99,000,000	38,610,000	22,965,000	639,205,000

B. Biaya Perawatan

No	Jenis	Rate	Nilai	Harga
1	Bangunan	2.5%	5,031,000,000	125,775,000
2	Mesin & Utilitas dan Tangki Timbu	3.0%	5,828,400,000	174,852,000
3	Sertifikasi			
	Sertifikasi Tangki Timbun (Depnaker)			250,000
	Kalibrasi Sarana Pengisian & Alat Ukur (Metrologi)			350,000
Total Biaya Perawatan				301,227,000

C. Overhead (listrik, telp, adm dan PBB)

No	Jenis	Satuan (bulan)	Biaya rata- rata/bln	Harga
1	Listrik	12	6,000,000	72,000,000
2	Telepon	12	300,000	3,600,000
3	Pajak Bumi & Bangunan	1	4,000,000	4,000,000
4	ATK	12	250,000	3,000,000
5	Logistik Produksi	12	2,000,000	24,000,000
Total Overhead				106,600,000

D. Biaya Asuransi Asset

No	Aktiva	Pertanggung	Rate	Premi Asuransi
1	Mesin & Tangki	5,240,000,000	1%	52,400,000
2	Bangunan	5,031,000,000	1%	50,310,000
Total Asuransi Asset				102,710,000

E. Depresiasi

No	Jenis Aktiva	Harga Awal	Harga Akhir (%)	Jangka Waktu (thn)	Besar Depresiasi
1	Mesin	2,640,000,000	20%	10	211,200,000
2	Tangki Timbun	2,600,000,000	10%	10	234,000,000
3	Utilitas	588,400,000	10%	10	52,956,000
4	Bangunan Sipil	1,031,000,000	30%	10	72,170,000
Depresiasi per tahun					570,326,000

Rekapitulasi Biaya Operasi per tahun

No	Jenis	Besar
1	Tenaga Kerja	639,205,000
2	Biaya Perawatan	301,227,000
3	Overhead (listrik, telp, adm dan PBB)	106,600,000
4	Biaya Asuransi Asset	102,710,000
5	Depresiasi	570,326,000
Total		1,720,068,000