



UNIVERSITAS INDONESIA

FRONT END ENGINEERING DESIGN
PEMBANGUNAN LPG PLANT PANGKALAN SUSU
SUMATERA UTARA

SKRIPSI
DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA TEKNIK

CINDY DIANITA
0405060199

FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
DEPOK
JULI 2009

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Cindy Dianita

NPM : 0405060199

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Cindy Dianita
NPM : 0405060199
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : *Front End Engineering Design* Pembangunan
LPG Plant Pangkalan Susu, Sumatera Utara

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr.Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng ()
Penguji : Prof.Dr.Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA ()
Penguji : Dr.rer.nat.Ir. Yuswan Muharam, MT ()

Ditetapkan di :
Tanggal :

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr.Ir.Asep Handaya Saputra, M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Prof. Widodo selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia;
- (3) Bapak/Ibu Dosen sekalian yang turut membantu kelancaran proses pembuatan skripsi ini;
- (4) Orang tua saya yang dengan cinta kasihnya terus tanpa henti menghibur dan menyemangati saya dalam proses pembuatan skripsi ini.
- (5) Saudara-saudara saya: adik saya yang sukarela membelikan saya tinta printer dan kertas tanpa henti tak mengenal waktu, kakak saya atas jasa reparasi laptopnya.
- (6) Yuk Mia, Sehat, dan Karim atas hiburan dan bantuannya.
- (7) Genk Ubur-Ubur (Wulan, Monik, Dwi, Isti, Letti) dan teman-teman seangkatan 2005 yang lain yang telah bersama-sama menemani selama empat tahun ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 26 Juni 2009

Penulis

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

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

Nama : Cindy Dianita
NPM : 0405060199
Program Studi : Teknik Kimia
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusif Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Front End Engineering Design

Pembangunan LPG Plant Pangkalan Susu Sumatera Utara.

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Fakultas Teknik UI

Pada Tanggal : 26 Juni 2009

Yang menyatakan

(Cindy Dianita)

ABSTRAK

Nama : Cindy Dianita
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : *Front End Engineering Design* Pembangunan LPG Plant
Pangkalan Susu , Sumatera Utara

Skripsi ini membahas tahap-tahap perancangan tingkat lanjut atau *Front End Engineering Design* pada pembangunan LPG Plant Pangkalan Susu, Sumatera Utara. Pada perancangan ini dilakukan perancangan proses yang lebih detail dibandingkan tahap studi kelayakan. Tahap perancangan pabrik ini meliputi tata letak peralatan, perancangan sistem perpipaan, dan biaya investasi yang lebih detail. Hasil akhir perancangan ini yaitu dokumentasi yang berupa *piping and instrumentation diagram*, *plot plan*, model pabrik tiga dimensi, dan *bill of material*. Dengan dihasilkannya dokumentasi ini maka diharapkan pelaksanaan pembangunan LPG plant dapat berjalan sesuai rencana awal pihak *owner*.

Kata Kunci :

Front end engineering design, LPG Plant Pangkalan Susu Sumatra Utara, Model pabrik LPG 3D, Perancangan tingkat lanjut

ABSTRACT

Name : Cindy Dianita
Study Program : Chemical Engineering
Title : Front End Engineering Design of Pangkalan Susu LPG
Plant Project, North Sumatra

This final project discusses about Front End Engineering Design of Pangkalan Susu LPG Plant Project in North Sumatra. In this step, the process design will be more detail than feasibility study's. This design includes the equipment arrangements, piping design, as well as investment calculation. The output of this front end engineering design are piping and instrumentation diagram, plot plan, 3D model, and bill of material. In this design, the main purpose of this engineering documents is that the construction can be held based on the owner plan as effectively and efficiently as possible.

Keywords :

3D LPG plant model, Front end engineering design, Pangkalan Susu LPG Plant North Sumatra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Liquified Petroleum Gas	5
2.1.1 Sifat Fisik LPG	5
2.1.2 Penggolongan LPG	6
2.1.3 Spesifikasi Produk LPG	6
2.1.4 Proses Pembuatan LPG	6
2.2 Tahapan Pembangunan Pabrik	10
2.2.1 Feasibility study	11
2.2.2 Front end engineering design	11
2.2.2.1 Piping and Instrumentation Diagram	12
2.2.2.2 Penggambaran Plot Plan.....	12
2.2.2.3 Pemilihan Material Peralatan.....	16
2.2.3 Detailed Engineering	17
2.2.4 Tahap Procurement	19
2.2.5 Tahap Konstruksi.....	19
2.2.6 Tahap Testing dan Commisioning.....	19

2.3	Sistem Perpipaan	20
2.3.1	Sistem Perpipaan di sekitar Inlet Separator	20
2.3.2	Sistem Perpipaan di Sekitar Unit Distilasi	20
2.3.3	Sistem Perpipaan di Sekitar Gas Chiller	22
2.3.4	Sistem Perpipaan di sekitar LPG storage tank	23
2.4	Model Tiga Dimensi	23
BAB III METODE PERANCANGAN		25
3.1	Pengumpulan Data Teknis	25
3.2	Pemilihan Tipe Plot Plan	26
3.3	Penentuan Lokasi Peralatan	26
3.4	Penggambaran Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)	26
3.5	Perancangan Sistem Perpipaan.....	26
3.6	Pembuatan Model Pabrik Tiga Dimensi	26
3.7	Bill of Material	26
BAB IV PERANCANGAN		28
4.1	Pengumpulan Data Teknis	28
4.1.1	Process Flow Diagram	28
4.1.2	Pendataan Jumlah Peralatan	30
4.1.3	Pengumpulan Data Dimensi Peralatan.....	31
4.2	Pemilihan Tipe Plot Plan	34
4.3	Penggambaran Plot Plan	34
4.3.1	Pembuatan Sketsa Awal Pembagian Area Pabrik	34
4.3.2	Pengaturan Tata Letak Peralatan	37
4.4	Perancangan Sistem Perpipaan.....	42
4.4.1	Diameter Pipa Optimum	42
4.4.2	Pemilihan Rating Untuk Komponen Perpipaan	44
4.5	Pembuatan Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)	45
4.5.1	Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Separator	46

4.5.2	Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Kolom Distilasi.....	46
4.5.3	Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Pompa dan Kompresor	48
4.5.4	Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Hot Oil System	50
4.5.5	Sistem Perpipaan di Sekitar Control Valve.....	50
4.6	Penggambaran model pabrik 3 dimensi.....	51
4.6.1	Penentuan Koordinat Peralatan	51
4.6.2	Penggambaran Peralatan	51
4.6.3	Peletakkan Peralatan Sesuai Koordinat.....	61
4.6.4	Penggambaran Sistem Perpipaan.....	61
4.6.5	Hasil Model Pabrik Tiga Dimensi	63
4.7	Bill of Material	65
4.8	Perhitungan Biaya Investasi.....	66
KESIMPULAN		68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Komponen Utama LPG	5
Tabel 2.2 Daftar material untuk beberapa peralatan proses pada industri refinery	16
Tabel 4.1 Daftar Jumlah Peralatan Untuk Setiap Unit Proses LPG Plant Pangkalan Susu	30
Tabel 4.2 Dimensi peralatan pada LPG Plant Pangkalan Susu	32
Tabel 4.3 Jarak minimum antar peralatan proses	37
Tabel 4.4 Jarak minimal penempatan tangki LPG bertekanan.....	38
Tabel 4.5 Jarak minimal penempatan tangki penyimpanan produk berukuran kecil	39
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Diameter Optimum Pipa	42
Tabel 4.7. Daftar aliran pipa dengan rating ANSI 150RF	44
Tabel 4.8. Daftar aliran pipa dengan rating ANSI 300RF	45
Tabel 4.9 Keterangan kode bagian penyusun dimensi pompa	52
Tabel 4.10 Keterangan kode bagian penyusun dimensi reboiler.....	54
Tabel 4.11 Keterangan kode bagian penyusun dimensi heat exchanger	55
Tabel 4.12 Keterangan kode bagian penyusun dimensi heat exchanger	57
Tabel 4.13 Keterangan kode bagian penyusun dimensi vessel horizontal.....	58
Tabel 4.14 Keterangan kode bagian penyusun dimensi vessel horizontal.....	59
Tabel 4.15 Keterangan kode penyusun dimensi tangki penyimpanan (pondasi sloped)	61
Tabel 4. 16 Biaya Tambahan Peralatan	65
Tabel 4.17 Perhitungan total capital investment	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema <i>recovery</i> minyak-gas	7
Gambar 2.2 Skema <i>recovery</i> LPG dengan proses PRO-MAX	8
Gambar 2.3 Skema <i>recovery</i> LPG dengan proses LTS	9
Gambar 2.4 Alur tahapan pembangunan suatu pabrik.....	11
Gambar 2.5 Penataan peralatan secara <i>grade-mounted horizontal inline</i>	14
Gambar 2.6 Penataan peralatan secara <i>structure mounted vertical</i>	14
Gambar 2.7 Sistem perpipaan di sekitar inlet separator.....	20
Gambar 2.8 Sistem perpipaan di sekitar unit distilasi.....	22
Gambar 2.9 Sistem perpipaan di sekitar gas chiller.....	22
Gambar 2.10 Sistem perpipaan di sekitar unit penyimpanan LPG.....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan.....	27
Gambar 4.1. Skema Proses Recovery LPG.....	28
Gambar 4.2 Process Flow Diagram Unit Utama LPG Plant Pangkalan Susu.....	29
Gambar 4.3 Sketsa Awal Letak Area Tiap Unit Proses.....	36
Gambar 4.4 Sketsa letak area tiap unit sesuai dimensi alat dan jarak minimum.....	40
Gambar 4.5 Plot Plan LPG Plant Pangkalan Susu.....	41
Gambar 4.6 Split-range level control pada separator.....	46
Gambar 4.7 Sistem kontrol di sekitar kolom distilasi.....	48
Gambar 4.8 Sistem perpipaan di sekitar pompa	49
Gambar 4.9 Sistem perpipaan di sekitar kompresor.....	49
Gambar 4.10 Sistem kontrol aliran hot oil	50
Gambar 4.11 Penempatan valve di sekitar control valve	51
Gambar 4.12 Bagian-bagian penyusun dimensi pompa	52
Gambar 4.13 Model Tiga Dimensi Pompa	53
Gambar 4.14 Bagian-bagian penyusun dimensi reboiler	53
Gambar 4.15 Model tiga dimensi reboiler	54
Gambar 4.16 Bagian-bagian penyusun dimensi heat exchanger.....	55
Gambar 4.17 Model Tiga Dimensi Heat Exchanger Shell and Tube	56
Gambar 4.18 Bagian-bagian penyusun dimensi kolom.....	56
Gambar 4.19 Model tiga dimensi kolom.....	57
Gambar 4.20 Bagian-bagian penyusun dimensi vessel horizontal.....	58
Gambar 4.21 Model tiga dimensi vessel horizontal	59

Gambar 4.22	Bagian-bagian penyusun dimensi box furnace.....	59
Gambar 4.23	Model tiga dimensi vessel horizontal	60
Gambar 4.24	Bagian-bagian penyusun dimensi tangki penyimpanan	60
Gambar 4.25	Model tiga dimensi vessel horizontal	61
Gambar 4.26	Tata letak peralatan LPG plant dalam model tiga dimensi	62
Gambar 4.27	Model tiga dimensi LPG Plant Pangkalan Susu.....	64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah krisis energi merupakan suatu masalah yang telah menjadi isu dunia. Ketergantungan energi dunia yang begitu besar terhadap BBM semakin hari semakin menimbulkan kekhawatiran termasuk di Indonesia. Produksi minyak Indonesia yang kebanyakan berasal dari sumur-sumur tua, mengalami penurunan secara alami dari tahun ke tahun sebanyak 15% dari total produksi [1]. Permasalahan inilah yang pada akhirnya mendorong pencarian energi alternatif sebagai pengganti BBM untuk mencegah adanya krisis energi lebih lanjut.

Salah satu bahan bakar minyak yang semakin gencar untuk disubstitusi oleh pemerintah adalah kerosene atau minyak tanah. Kerosene telah lama digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk keperluan rumah tangga terutama memasak. Kerosene termasuk dalam golongan BBM bersubsidi. Pada tahun 2006, pemerintah mulai melaksanakan program pengalihan bahan bakar minyak tanah ke LPG. Hal ini bertujuan untuk mengurangi emisi CO₂ dan mengurangi beban APBN akibat subsidi BBM.

Dengan adanya program pengalihan minyak tanah ke LPG ini, maka kebutuhan LPG nasional juga makin meningkat. Saat ini, lapangan-lapangan gas bumi yang sudah berjalan sejak lama dijadikan sebuah alternatif untuk dibangun pabrik LPG (*LPG plant*). Salah satu pabrik LPG yang akan dibangun ini yaitu pabrik LPG di Lapangan Gas Pangkalan Susu, Sumatera Utara.

Pembangunan pabrik LPG ini dilakukan setelah sebelumnya dilakukan tahapan studi kelayakan (*feasibility study*) yang meliputi pemilihan proses yang akan diaplikasikan, pembuatan simulasi proses, dan pengkajian keekonomisan pabrik. Hasil studi kelayakan menunjukkan bahwa pabrik LPG ini memiliki kelayakan dari segi teknis dan ekonomi [2]

Untuk pelaksanaan pembangunan pabrik LPG ini sendiri, pihak pemilik (*owner*) akan menyerahkannya pada perusahaan EPC (*Engineering, Procurement, and Construction*). Perusahaan EPC adalah suatu perusahaan yang bertanggung jawab dalam hal desain dari sebuah pabrik untuk selanjutnya dilakukan proses

pembangunan. Setelah proses pembangunan pabrik selesai, pihak EPC kemudian menyerahkan pabrik tersebut kepada *owner* untuk dioperasikan.

Dalam tahapan kerjanya, perusahaan EPC memiliki tiga tahapan utama yaitu *engineering*, *procurement*, dan *construction*. Pada tahapan *engineering*, pihak EPC membuat gambar rancangan proyek pabrik, spesifikasi, biaya material, proposal penawaran, dan sebagainya. Pada tahapan *procurement*, pihak EPC melakukan pembelian peralatan termasuk melakukan negosiasi harga dan pengiriman peralatan. Tahapan selanjutnya yaitu tahapan *construction*. Pada tahapan ini, pihak EPC melakukan instalasi peralatan, pemasangan fasilitas listrik, dan lain sebagainya. Selain tahapan-tahapan ini, perusahaan EPC pada umumnya juga bertanggung jawab melakukan *commissioning* sebelum menyerahkan pabrik ke *owner*.

Dengan mempertimbangkan besarnya tanggung jawab dan peranan perusahaan EPC dalam pembangunan suatu pabrik, maka pihak *owner* biasanya memilih perusahaan EPC yang kompeten dan sesuai dengan kualifikasi yang ditetapkan pihak *owner*. Untuk itu pada umumnya pihak *owner* akan mengumumkan rencana pendirian pabrik baru dan mengundang sejumlah perusahaan EPC yang berminat untuk menyampaikan profil perusahaan (fase prakualifikasi). Perusahaan EPC yang lolos prakualifikasi, akan mengambil dokumen tender dari *owner* dan mendapatkan penjelasan tentang peraturan yang diterapkan pihak *owner*. Dalam rentang tertentu, perusahaan EPC tersebut melakukan proses *front end engineering design* yang menghasilkan proposal teknis berupa rencana rancangan dan konstruksi. Jika proposal teknis tersebut berhasil lolos, maka selanjutnya pihak EPC harus menyampaikan proposal komersial yang berisi estimasi biaya pembangunan pabrik tersebut. Perusahaan EPC yang terbaik akan ditentukan sebagai pemenang tender dan *owner* akan menyerahkan proyek pembangunan tersebut ke perusahaan EPC terpilih.

Mengingat pentingnya tahapan *front end engineering design* seperti yang telah dijelaskan di atas, maka dalam perancangan ini akan dilakukan proses *front end engineering design* berupa pembuatan *piping and instrumentation diagram* (P&ID) dan model tiga dimensi dari LPG Plant Pangkalan Susu. Hasil rancangan LPG plant ini selanjutnya menjadi dasar bagi perhitungan biaya investasi

pembangunan pabrik. Dengan dihasilkannya P&ID, model tiga dimensi, dan estimasi biaya pembangunan pabrik ini, maka diharapkan pelaksanaan pembangunan LPG plant ini dapat berjalan sesuai rencana awal yang diinginkan oleh pihak *owner*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan pada sub bab 1.1, maka yang menjadi rumusan masalah yaitu menentukan proses dan komponen proses yang lebih detail dibandingkan dengan tahapan *feasibility study* sehingga dapat memenuhi standar pembangunan LPG Plant Pangkalan Susu ini. Hal yang selanjutnya harus diperhatikan yaitu bagaimana menyusun komponen-komponen ini secara terpadu dan mengubahnya menjadi suatu model pabrik tiga dimensi. Selain aspek perancangan, seberapa besar biaya investasi yang diperlukan untuk pembangunan pabrik juga perlu diperhitungkan sehingga diperoleh estimasi biaya investasi yang lebih akurat dibandingkan pada tahap *feasibility study*.

1.3 Tujuan penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini yaitu untuk melakukan *front end engineering design* berupa pembuatan P&ID dan perancangan model tiga dimensi LPG plant Pangkalan Susu. Selain itu, penulisan ini juga bertujuan untuk memperhitungkan biaya investasi dari pembangunan LPG plant.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan dalam penulisan ini yaitu :

1. Perancangan ini dilakukan berdasarkan proses yang telah diputuskan pada tahapan studi kelayakan.
2. Perancangan ini hanya meliputi peralatan utama dan sistem perpipaan beserta *valve* utamanya.
3. Faktor *stress analysis* sistem perpipaan belum dipertimbangkan pada perancangan ini.
4. Penggambaran model tiga dimensi dan pembuatan *bill of material* untuk instrumentasi tidak dilakukan pada perancangan ini.

5. Harga peralatan diambil berdasarkan literatur dan juga berdasarkan harga yang mungkin diakses ke vendor peralatan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam makalah seminar ini adalah:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori dasar mengenai proses pemisahan LPG, spesifikasi produk LPG, dan tahapan dalam *front end engineering design* secara umum.

BAB 3 : METODE PERANCANGAN

Bab ini terdiri atas metode perancangan meliputi tahap-tahap *front end engineering design* pada LPG Plant Pangkalan Susu

BAB 4 : HASIL PERANCANGAN

Bab ini akan berisikan hasil dari perancangan yang berupa plot plan, P&ID, dan model pabrik tiga dimensi.

BAB 5 : KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan dari seluruh bab yang ada dan merupakan rangkuman singkat dari pembahasan-pembahasan sebelumnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Liquified Petroleum Gas (LPG)*

LPG merupakan gas hidrokarbon yang dicairkan melalui proses pendinginan, kompresi, atau kombinasi dari keduanya dengan tujuan untuk memudahkan penyimpanan dan pengangkutan. Komponen utama LPG berupa propana, butana, isobutana, propena, dan butena.

2.1.1 Sifat Fisik LPG [3]

Sifat fisik komponen utama LPG (C₃ dan C₄) dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sifat Fisik Komponen Utama LPG

Komponen	Titik didih (101,3 kPa), °C	Tekanan Uap	Densitas cairan (15,6°C), kg/m ³	Nilai kalor kotor (25°C), kJ/kg
Propana	-42,1	1310	506,0	50.014
Propena	-47,7	1561	520,4	48.954
n-butana	-0,5	356	583,0	49.155
Isobutana	-11,8	498	561,5	49.051
1-butena	-6,3	435	599,6	48.092
Cis-2-butena	3,7	314	625,4	47.941
Trans-2-butena	0,9	343	608,2	47.878
Isobutena	-6,9	435	600,5	47.786

Selain komponen-komponen utama pada Tabel 2.1, LPG umumnya juga mengandung sejumlah kecil senyawa sulfur, air, serta sisa minyak dan tar.

2.1.2 Penggolongan LPG [4]

Berdasarkan jumlah kandungan komponen utamanya, LPG dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu:

a. LPG Propana

LPG jenis ini mengandung propana 95% volume masing-masing dan ditambahkan dengan pembau (mercaptant). LPG propana memiliki harga yang paling tinggi dan umumnya digunakan pada negara empat musim.

b. LPG Butana

LPG jenis ini merupakan LPG yang mengandung butana 97,5% volume dan ditambahkan dengan pembau (mercaptant). LPG butana biasanya lebih cocok untuk digunakan pada negara-negara yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. LPG butane setelah melalui proses deisobutanizer mengandung sedikit propane dan isobutana. Dalam gas bumi, rasio normal butane terhadap isobutana adalah 2:1.

c. LPG Mix

LPG mix merupakan campuran antara propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) dengan komposisi antara 70-80% dan 20-30% volume dan ditambahkan oleh pembau (mercaptant). Umumnya digunakan untuk bahan bakar rumah tangga.

2.1.3 Spesifikasi Produk LPG [5]

Di Indonesia, produk LPG harus memiliki spesifikasi tertentu sesuai standar dari pemerintah yang dalam hal ini diwakili oleh BP Migas. Spesifikasi LPG berdasarkan standar BP Migas adalah sebagai berikut :

C2	: 0,2% volume
C3 dan C4	: 97,5% volume
C5	: 2% volume
tekanan uap	: 120 psig

2.1.4 Proses Pembuatan LPG

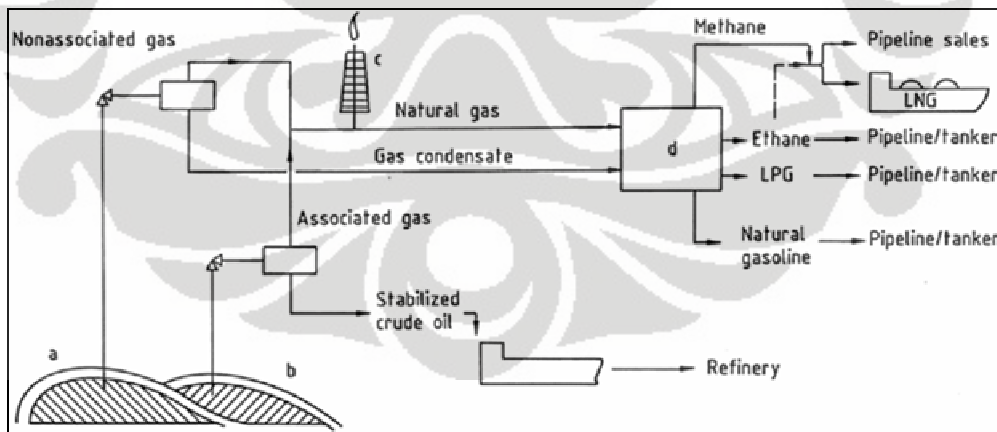
2.1.4.1 Pemisahan LPG di Kilang Pengolahan Gas

Gas alam (*natural gas*) pada dasarnya merupakan campuran antara senyawa hidrokarbon metana, etana, propana, butana, dan pentana. Di samping itu, gas alam juga mengandung uap air, hydrogen sulfide (H_2S), CO_2 , helium,

nitrogen, dan senyawa lain. Berdasarkan hal ini maka diperlukan serangkaian proses pengolahan gas dengan tujuan mendapatkan produk yang diinginkan dan sesuai dengan standar kualitas. Pengolahan gas alam ini umumnya didahului dengan separasi zat-zat pengotor seperti zat asam, uap air, dan merkuri kemudian dilanjutkan dengan proses fraksinasi dengan tujuan memisahkan senyawa-senyawa hidrokarbon yang ada sehingga lebih memiliki nilai manfaat dan nilai ekonomi.

Proses fraksinasi pada gas alam dilakukan untuk memisahkan komponen C_1 dan C_{2+} . Fraksi C_1 ini akan dimanfaatkan untuk LNG, CNG, dan *gas pipelines*. Sedangkan komponen C_{2+} (*natural gas liquid*) yang memiliki *heating value* lebih tinggi biasanya akan dimanfaatkan untuk LPG (C_3, C_4) dan refrigerant (C_2 atau C_3).

Gambar 2.1 menunjukkan beberapa cara *recovery* LPG. LPG dapat diperoleh dengan dua cara, pertama dengan mengekstraksi LPG dari aliran-aliran minyak mentah (*associated gas*) dan yang kedua yaitu dengan mengekstraksi LPG dari aliran gas bumi (*nonassociated gas*) pada atau dekat reservoir yang mengandung komponen propana dan butana. Tingkat *recovery* LPG dan hidrokarbon berat dari gas akan bergantung pada komposisi gas umpan dan spesifikasi gas yang diinginkan.



Gambar 2.1 Skema *recovery* minyak-gas

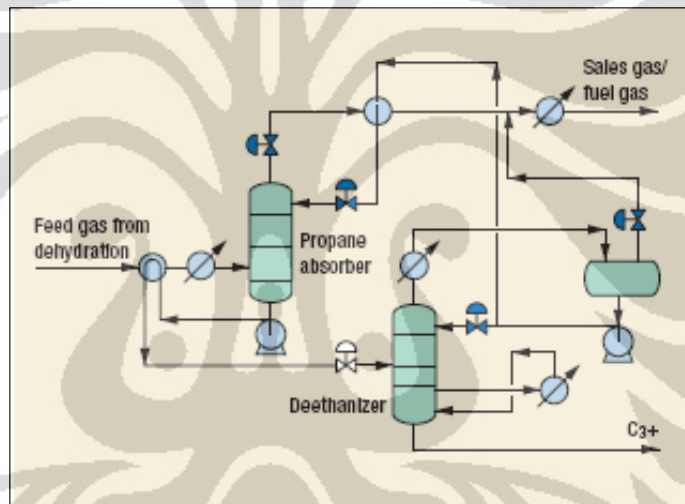
a) gas dan kondensat; b) minyak dan gas; c) vent-flare; d) kilang pengolahan gas

2.1.4.2 Recovery LPG dengan Refrijerasi

Beberapa teknik *recovery* LPG dapat dilakukan di kilang pengolahan gas. Teknik *recovery* yang paling umum adalah menggunakan refrijerasi untuk memperoleh *recovery* LPG yang lebih tinggi. Dalam proses ini, fraksi LPG dikondensasi dari aliran gas bumi. Cairan yang dipisahkan tersebut kemudian difraksionasi untuk memisahkan komponen-komponen LPG.

a. Proses PRO-MAX [6]

Jenis teknologi ini dapat digunakan untuk *recovery* propana dan komponen berat lainnya dari suatu gas umpan bertekanan rendah. Gambar 2.2 menunjukkan skema peralatan proses PRO-MAX



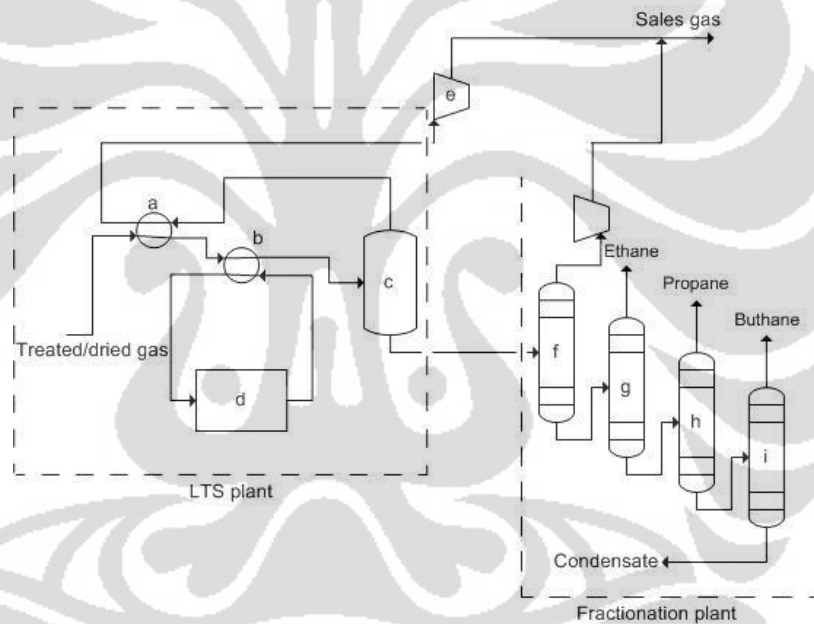
Gambar 2.2 Skema *recovery* LPG dengan proses PRO-MAX

Gas hidrokarbon bertekanan rendah ditekan dan dikeringkan sebelum didinginkan pada *heat exchanger* dan refrijerasi propana. Aliran gas umpan yang telah didinginkan dikontakkan dengan cairan etana yang *directcycle* dari kolom absorber propana. *Overhead* dari menara ini kemudian didinginkan dan dikondensasikan dengan refrijerasi propana untuk menghasilkan aliran refluks yang hampir semua komposisinya adalah etana. Aliran slip dan refluks dikembalikan dan *directcycle* menuju kolom absorber propana. Bagian bawah dari

kolom deethanizer mengandung komponen propana dan komponen berat lainnya yang selanjutnya dapat diproses melalui fraksionasi konvensional.

b. Low Temperature Separation (LTS) [3]

Rerijerasi gas bumi yang mengandung LPG dapat dilakukan dengan pertukaran panas yang menggunakan aliran refrijeran eksternal atau secara *cascade* yaitu pertukaran panas dilakukan bertingkat dengan beberapa refrijeran eksternal. Gambar 2.3 memperlihatkan skema LPG *recovery* dengan *low temperature separation* menggunakan refrijerasi eksternal propana alur tertutup (*close-loop propane refrigeration*).



Gambar 2.3 Skema *recovery* LPG dengan proses LTS

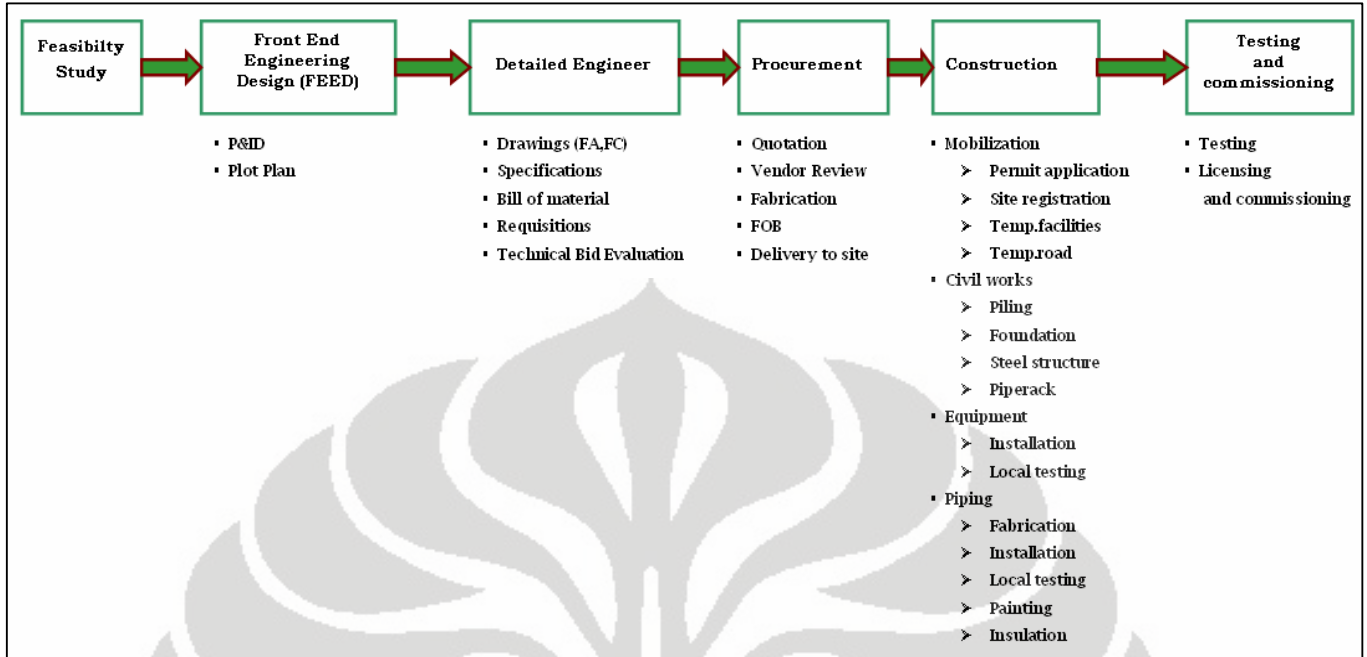
Dari skema di atas, umpan gas dikontakkan dengan aliran gas yang keluar dari *high pressure separator* (a). Aliran umpan tersebut didinginkan lagi dengan refrijeran eksternal propana yang sangat dingin untuk mengkondensasi fraksi LPG di separator (b). Kondensat yang terbentuk kemudian diumpankan ke kilang fraksionasi. Kilang fraksionasi terdiri dari demethanizer, deethanizer, depropanizer, dan debutanizer untuk memisahkan komponen-komponen LPG. Keuntungan utama dari proses ini adalah sederhana dan *pressure drop* rendah.

Selain refrigerasi eksternal, pendinginan gas dapat pula dilakukan oleh suatu sirkuit refrigerasi *cascade*. Refrijeran yang digunakan dapat berupa campuran etana-propana, propana-etilena, atau propana-etana-metana-nitrogen (*mixed refrigerant*). Sirkuit *cascade* etana-propana menghasilkan temperatur yang lebih rendah dibandingkan sirkuit propana tunggal. Karena itu metode refrigerasi yang dipilih bergantung pada *recovery* etana dan LPG yang diinginkan.

Pada proses pemisahan di LPG Plant Pangkalan Susu, teknologi yang digunakan yaitu teknologi LTS. Teknologi ini dipilih setelah di tahapan *feasibility study* dilakukan perbandingan terhadap teknologi LTS dan PRO-MAX melalui proses simulasi. Selain dapat menghasilkan laju produksi LPG yang lebih tinggi, teknologi LTS juga membutuhkan jumlah energi yang lebih kecil dibandingkan dengan proses PROMAX.

2.2 Tahapan Pembangunan Pabrik [7]

Dalam pembangunan suatu pabrik, ada beberapa proses atau tahapan yang harus dilalui sebelum pabrik tersebut dapat dikonstruksi dan beroperasi secara optimal. Tahapan-tahapan tersebut penting dilakukan untuk mengurangi tingkat resiko dan memperoleh akurasi yang lebih tinggi baik itu dari segi rancangan keseluruhan pabrik maupun biaya yang harus dikeluarkan. Alur tahapan pembangunan dari suatu pabrik dapat dilihat pada Gambar 2.4. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa secara umum tahapan pembangunan suatu pabrik terdiri dari tahap studi kelayakan (*feasibility study*), *front end engineering design*, detailed engineering, procurement, construction, serta testing and commissioning. Untuk pelaksanaan tahapan-tahapan ini umumnya melibatkan dua pihak yaitu pihak pemilik (*owner*) yang akan melakukan proses *feasibility study* dan pihak EPC yang akan melakukan proses engineering, procurement, construction, testing, dan commissioning. Perusahaan EPC adalah suatu perusahaan yang bertanggung jawab dalam hal desain dari sebuah pabrik untuk selanjutnya dilakukan proses pembangunan. Setelah proses pembangunan pabrik selesai, pihak EPC kemudian menyerahkan pabrik tersebut kepada *owner* untuk dioperasikan.



Gambar 2.4 Alur tahapan pembangunan suatu pabrik

2.2.1 *Feasibility study* [8]

Tujuan *feasibility study* adalah untuk menentukan apakah suatu proyek layak untuk dikerjakan baik ditinjau dari segi teknis proses maupun keekonomiannya. Dalam tahapan *feasibility study*, beberapa alternatif yang mungkin dilaksanakan akan dikaji lebih lanjut antara lain dengan proses simulasi sehingga diperoleh alternatif terbaik dari segi teknis. Studi teknis yang dilakukan umumnya berkaitan dengan kelayakan proses, kondisi operasi, dan spesifikasi produk yang diinginkan. Setelah melalui kelayakan teknis, maka selanjutnya akan dianalisa pula kelayakan dari segi ekonomi sehingga memberikan informasi keuntungan proyek tersebut, lamanya pengembalian modal, analisa sensitivitas, dan lain sebagainya. Alternatif yang paling memenuhi kriteria teknis dan ekonomi inilah yang akan dikembangkan lebih lanjut melalui proses pembangunan.

2.2.2 *Front end engineering design*

Tahapan desain tingkat lanjut (*front end engineering design*) merupakan tahapan yang sangat penting untuk keberhasilan proyek konstruksi suatu pabrik. Hasil rancangan pada tahap ini akan menjadi dasar bagi pelaksanaan tahap

selanjutnya. Pada tahapan ini, suatu proyek akan dirancang lebih lanjut sesuai kondisi proses operasi yang dibutuhkan. Untuk mencapai hal tersebut, peralatan-peralatan yang dibutuhkan untuk mendukung proses ini diatur lebih lanjut sehingga memenuhi aspek reliabilitas, efisiensi, dan keselamatan (*safety*) yang diinginkan. Hasil dari tahapan ini yaitu dokumentasi teknis berupa *piping and instrumentation diagram* (P&ID) dan rancangan tata letak peralatan pabrik (*plot plan*).

2.2.2.1 Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)

P&ID adalah suatu gambar detail dari sistem pabrik yang menunjukkan diagram aliran proses, perpipaan dan komponen pipa, serta instrumentasi. P&ID merupakan dokumen dasar teknis (*basic engineering document*) dan dibuat berdasarkan diagram alir proses (PFD). P&ID terkadang juga disebut *mechanical flow diagram* (MFD) atau juga *engineering flow diagram* (EFD).

2.2.2.2 Penggambaran Plot Plan

A. Definisi [9]

Penggambaran *plot plan* atau tata letak peralatan pabrik adalah suatu sistem penggambaran dari tampak atas. Persyaratan umum dalam menentukan *plot plan* ini yaitu memungkinkan pengoperasian, mudah untuk pengamanan kebakaran, mudah untuk perbaikan, mudah untuk pengontrolan, dan aman. Perencanaan dan penggambaran *plot plan* ini merupakan hal yang penting pada sistem perencanaan perpipaan karena jalur-jalur perencanaan perpipaan akan berpedoman dari gambar ini pada daerah proses.

B. Prinsip Pembuatan Plot Plan

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam proses pembuatan *plot plan*. Hal-hal tersebut antara lain :

1. Proses yang digunakan dalam pabrik
2. Jenis peralatan yang digunakan
3. Arah aliran proses
4. Luas area yang digunakan

5. Cara pemasangan peralatan dengan ruang gerak
6. Jarak di antara peralatan yang efektif
7. Pemasangan peralatan pembantu proses
8. Perencanaan secara umum jalur-jalur perpipaan beserta perlengkapannya
9. Perencanaan pembuangan limbah pabrik

C. Tipe-Tipe *Plot plan* [10]

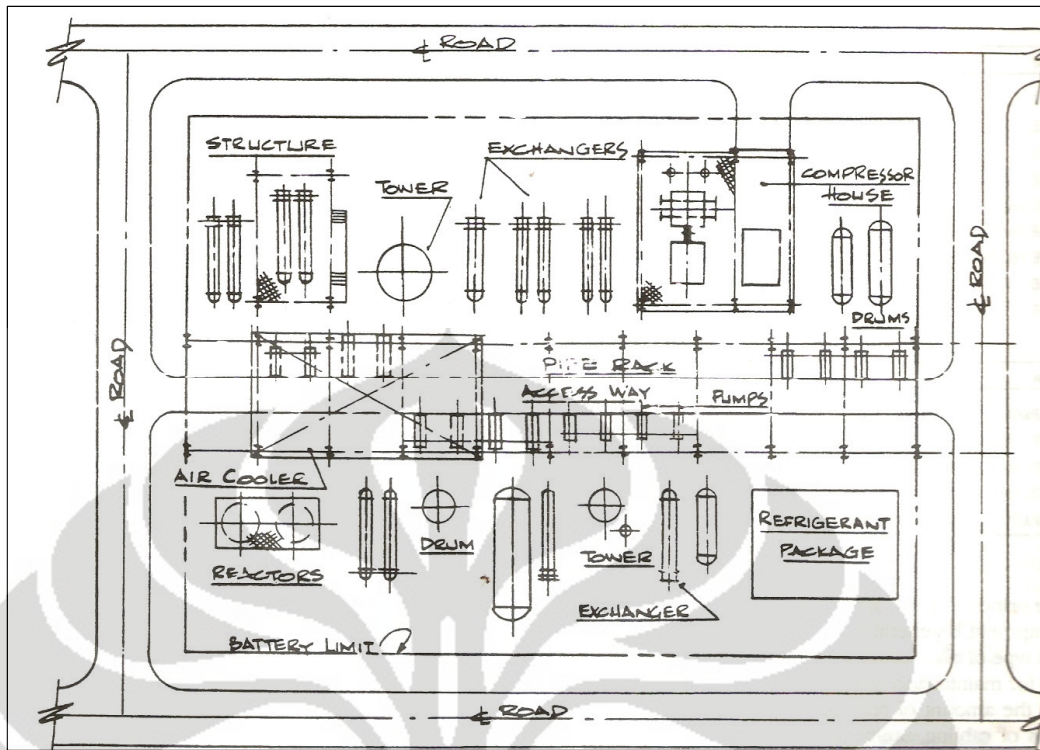
Dalam hal penataan peralatan, *plot plan* untuk unit proses dapat dibagi menjadi dua konfigurasi yaitu tipe *grade-mounted horizontal inline* dan tipe *structure mounted vertical*. Tipe *grade-mounted horizontal inline* kebanyakan dijumpai pada fasilitas di pengilangan sedangkan tipe *structure mounted vertical* banyak ditemukan di berbagai pabrik kimia.

a. Tipe *grade-mounted horizontal inline*

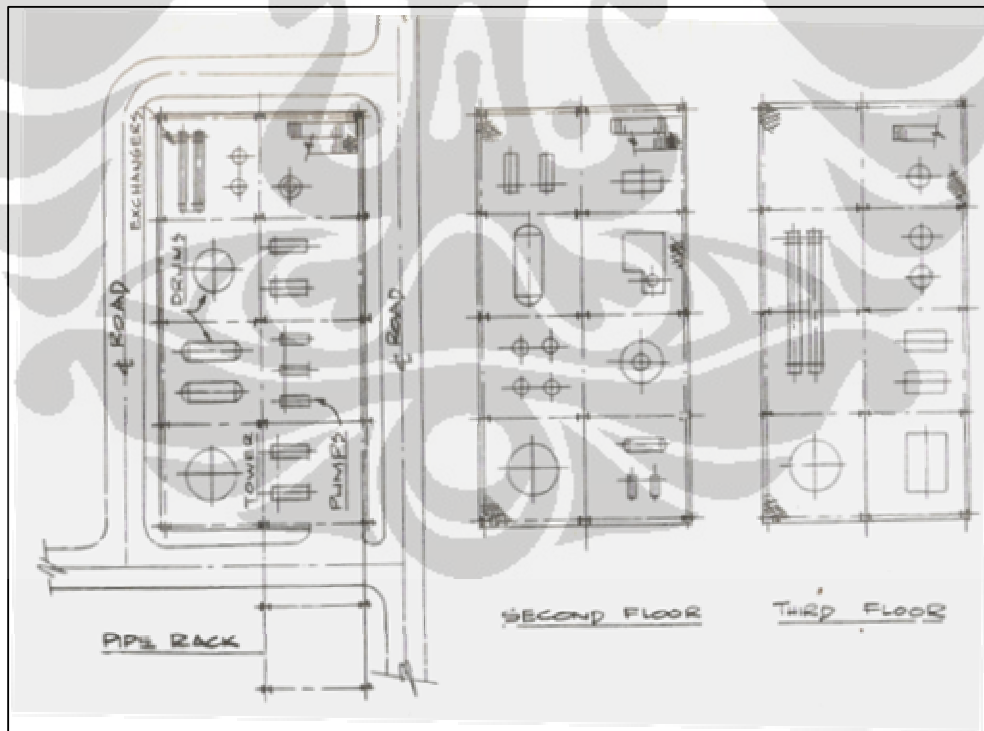
Tipe ini biasanya diaplikasikan pada area berbentuk segiempat dengan peralatan ditempatkan pada kedua sisi pipe rack yang terletak di bagian tengah area. Keuntungan dari penggunaan tipe ini yaitu peralatan-peralatan ditempatkan pada level yang sama sehingga lebih mudah untuk dikonstruksi dan lebih mudah diakses untuk kepentingan pemeliharaan dan pengoperasian. Sedangkan kelemahan dari tipe ini yaitu dibutuhkan area yang cukup luas dan mengakibatkan jalur yang panjang untuk kabel dan sistem perpipaan.

b. Tipe *structure mounted vertical*

Pada tipe ini, peralatan-peralatan ditempatkan pada struktur bertingkat. Kelebihan dari tipe penyusunan seperti ini yaitu dapat mengatasi ketersediaan area pabrik yang terbatas. Namun kelemahannya yaitu terletak pada akses untuk kepentingan operator dan pemeliharaan. Selain itu, pelaksanaan konstruksi akan menjadi lebih sulit.



Gambar 2.5 Penataan peralatan secara *grade-mounted horizontal inline*



Gambar 2.6 Penataan peralatan secara *structure mounted vertical*

D. Penempatan Peralatan

Lokasi peralatan ditentukan dengan mempertimbangkan sejumlah hal seperti :

1. Pertimbangan jarak.

Jarak yang harus dipertimbangkan antara lain jarak untuk tiap peralatan, jalan akses di sekitar peralatan, dan pengaturan ketinggian untuk akses operator dan *maintenance*

2. Economic Piping

Sistem perpipaan pada dasarnya bertujuan untuk menghubungkan antar peralatan. Untuk meminimalisasi biaya, maka peralatan harus ditempatkan sesuai rangkaian proses dan sedekat mungkin antar satu sama lain namun tetap dengan memperhatikan aspek keselamatan, jarak untuk jalan akses, dan fleksibilitas pipa.

3. Proses yang digunakan

Peralatan harus diletakkan pada posisi tertentu untuk mendukung operasi proses pabrik seperti pertimbangan penurunan tekanan dan pemanfaatan gaya gravitasi.

4. *Common operation*

Peralatan yang membutuhkan perhatian operator secara kontinyu atau memiliki utilitas dan fasilitas *maintenance* yang sama akan lebih efektif bila ditempatkan di area yang sama.

5. Ketersediaan area

Ketersediaan area untuk pembangunan pabrik harus diperhatikan terlebih untuk penyusunan secara horizontal (*grade-mounted horizontal inline*)

6. Ukuran Peralatan

7. *Underground facilities*

Yang termasuk *underground facilities* yaitu antara lain pondasi peralatan dan *underground piping*.

8. Kondisi Iklim

Kondisi iklim dapat mempengaruhi tata letak peralatan. Pada iklim dingin yang cukup ekstrem , peralatan harus terlindungi dalam suatu ruangan. Selain itu, pengaruh angin juga harus dipertimbangkan terutama untuk penempatan peralatan seperti *furnace*, kompresor, *cooling tower*, dan *stack*. *Furnace* ataupun

peralatan yang dapat memicu api harus ditempatkan sedemikian rupa terhadap tiupan angin sehingga tidak memicu uap yang mudah terbakar.

2.2.2.3 Pemilihan Material Peralatan [11]

Pemilihan material peralatan yang tepat sangatlah penting karena dapat mengurangi resiko gagalnya operasi, timbulnya kecelakaan, dan kerugian perusahaan. Dalam industri refinery, ada beberapa material yang paling umum digunakan untuk peralatan proses tertentu . Material dan peralatan proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Daftar material untuk beberapa peralatan proses pada industri refinery

Peralatan	Material
Fractionation tower	Carbon steel Low alloy steel
Separator drum	Carbon steel Low alloy steel
Storage tank	Carbon steel Low alloy steel
Heat exchanger	Carbon steel Low alloy steel Austenitic steel, type 304 Ferritic steel, type 405
Bolt-low temperature	Nickel Steel (3,5-8 Ni)
Condenser	Austenitic steel, type 316-317 Aluminium alloy Nickel Alloy
Fan-blade	Austenitic steel, type 316-317 Martensitic steel , type 410 Ferritic steel, type 405
Instrument part-low coefficient expansion	Nickel iron (36-50 Ni)
Mercaptan storage	Aluminium alloy
Propane chiller	Aluminium alloy
Flare stack	Inconel Austenitic steel, type 307
Pump	Cast iron

Pada proses *LPG recovery* dengan teknologi *low temperature separation*, temperatur merupakan kondisi operasi yang sangat perlu diperhatikan. Untuk itu dalam pemilihan material peralatan, faktor temperatur juga harus menjadi pertimbangan utama.

2.2.3 Detailed Engineering [8]

Hasil rancangan pada tahap *front end engineering* desain akan dikonversikan menjadi gambar dan dokumen *detailed engineering* dengan memasukkan aspek teknik sipil, struktural, mekanikal, elektrikal, dan instrumentasi.

Rancangan pada tahap *front end engineering design* memiliki status disetujui untuk didesain atau *AFD (Approved For Design)* yang berarti hasil rancangan tersebut telah memenuhi semua aspek kecuali yang akan diputuskan pada tahap *detailed design* seperti *vent/drain* dan *data vendor*. Rancangan yang dihasilkan pada tahap *detailed design* ini akan memiliki status disetujui untuk konstruksi atau *AFC (Approved For Construction)*.

Pada tahapan *detailed engineering* juga akan dimulai persiapan tahapan *procurement* karena pada tahapan ini juga dihasilkan *bill of material*. *Bill of material* merupakan suatu dokumen yang berisi daftar dan deskripsi dari material-material, peralatan, dan komponen-komponen lainnya yang dibutuhkan untuk proses konstruksi pabrik.

2.2.4 Tahap Procurement [12]

Pada tahap *procurement*, hal penting yang harus diperhatikan yaitu apakah *supplier* atau *subcontractor* dapat memenuhi kebutuhan akan peralatan sesuai spesifikasi yang diinginkan secara tepat waktu dan menawarkan biaya yang proporsional sesuai kemampuan *owner*. Untuk itu maka sebelum dilakukan pembelian peralatan, hal yang harus dilakukan yaitu menseleksi vendor yang dapat memenuhi kriteria yang disyaratkan.

Dalam pemilihan vendor, ada beberapa proses yang dilakukan yaitu:

1. Membuat daftar vendor (*bidder's list*)

Daftar supplier dan subkontraktor akan dipersiapkan untuk mengidentifikasi kemampuan khusus mereka, batasan volum yang mampu dipenuhi, dan area geografis kerja mereka. Faktor-faktor yang akan dipertimbangkan dalam mengembangkan daftar vendor yaitu :

- Pengalaman kerja dengan vendor tersebut
- Referensi yang diterima mengenai vendor tersebut
- Data financial mengenai perusahaan supplier atau subkontraktor
- Hasil dari survey teknis, kualitas, dan komersial yang dilakukan

2. Meminta proposal dari *supplier* dan subkontraktor

Proposal ini berisikan spesifikasi teknis peralatan, biaya, dan jadwal yang dibutuhkan oleh supplier atau subkontraktor untuk pengiriman peralatan dan pemasangan. Proposal ini selanjutnya akan menjadi bahan pertimbangan perusahaan untuk ditinjau lebih lanjut dalam tahap evaluasi sebelum pemilihan vendor.

3. Evaluasi, negosiasi, dan pemilihan

Evaluasi serta negosiasi teknis dan komersial akan dilakukan sebelum akhirnya pemilihan akhir vendor atau subkontraktor. Dari proposal yang diterima sebelumnya, akan dilakukan peninjauan secara lengkap dari aspek teknis, manajemen, harga atau biaya, dan komersial. Sebagai hasil dari peninjauan ini, maka akan dilakukan negosiasi sesuai kebutuhan. Setelah negosiasi selesai, maka akan diputuskan vendor atau subkontaktor mana yang memiliki penawaran terbaik sesuai kriteria perusahaan.

Setelah pemilihan vendor, maka perusahaan EPC menandatangani kontrak tertulis dengan vendor . Selain itu perusahaan EPC juga melakukan pengontrolan kualitas dari peralatan yang disupply dari vendor. Perusahaan EPC juga dapat meminta literatur dan informasi teknis peralatan dari vendor

2.2.5 Tahap Konstruksi

Sebelum pelaksanaan konstruksi, pihak EPC melakukan persiapan melalui proses prakonstruksi. Hal-hal yang dilakukan pada proses prakonstruksi antara lain yaitu :

1. Melakukan persiapan area dan membangun fasilitas-fasilitas yang dibutuhkan untuk kepentingan konstruksi.
2. Melakukan analisa dan peninjauan ulang untuk mengevaluasi metode urutan konstruksi sehingga dapat menghemat waktu instalasi.
3. Memeriksa kembali gambar dan spesifikasi untuk memastikan konstruksi yang harus dilakukan.
4. Menyiapkan susunan rinci pekerjaan atau WBS (*work breakdown structure*).
5. Membuat dan menetapkan peraturan kerja untuk pelaksanaan konstruksi.
6. Membuat pedoman mengenai prosedur yang berkaitan dengan keselamatan kerja.

Setelah proses persiapan di atas, proses selanjutnya yaitu pelaksanaan konstruksi. Proses konstruksi ini antara lain meliputi pembuatan pondasi peralatan, instalasi peralatan, instalasi sistem perpipaan, pemasangan insulasi, dan lain sebagainya. Pelaksanaan konstruksi ini dilakukan berdasarkan rancangan gambar yang telah dibuat pada tahap engineering.

2.2.6 Tahap *Testing* dan *Commissioning*

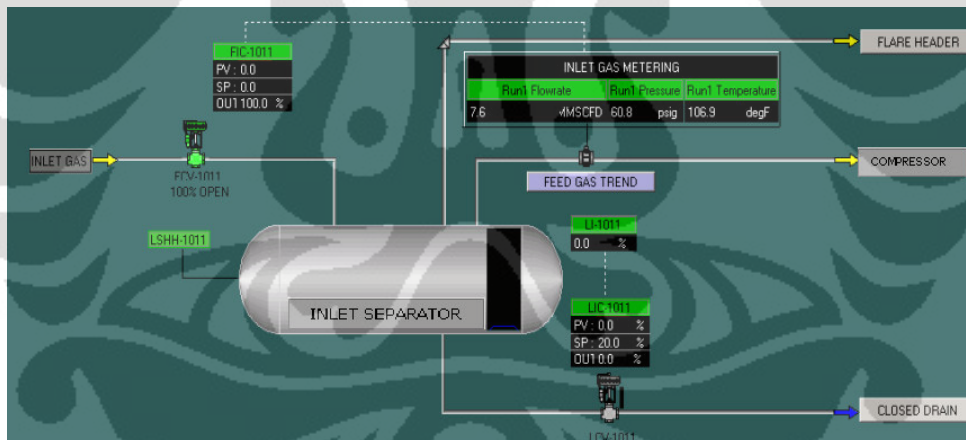
Selain tahapan-tahapan di atas, perusahaan EPC pada umumnya juga bertanggung jawab melakukan *commissioning* sebelum menyerahkan pabrik ke *owner*. Pada tahap *testing* dan *commissioning*, pihak EPC melakukan pemeriksaan akhir terhadap semua fasilitas dan sistem untuk memastikan bahwa semua persyaratan kontrak telah terpenuhi. Selanjutnya, pihak EPC juga bertanggung jawab untuk melakukan *commissioning* yaitu membuat peralatan dan sistem bekerja pada suatu level operasi selama periode tertentu sebelum akhirnya diserahkan ke *owner*. Pada saat penyerahan pabrik, pihak EPC juga menyerahkan semua arsip proyek, manual, dokumentasi gambar, dokumen perizinan, garansi, dan dokumen lain yang diminta pihak *owner*

2.3 Sistem Perpipaan [13]

Dalam suatu sistem perpipaan di sekitar peralatan proses, terdapat indikator dan sistem kontrol utama yang harus dimiliki terkait dengan proses yang dilakukan oleh peralatan tersebut. Pentingnya instrumen ini yaitu terkait dengan kontinuitas proses dan faktor keselamatan. Pada sub bab ini akan dibahas mengenai sistem perpipaan di sekitar unit-unit utama yang terdapat pada suatu LPG plant.

2.3.1 Sistem Perpipaan di sekitar Inlet Separator

Inlet separator digunakan untuk memisahkan feed gas yang masih basah dengan fraksi liquidnya berupa air dan kondensat. Pada sistem perpipaan di sekitar inlet separator harus ada indikator dan controller utama yang berkaitan dengan laju alir feed yang masuk dan tekanan dalam separator sehingga bila tekanannya terlalu tinggi maka controller akan membuka valve untuk membuang gas ke flare.



Gambar 2.7 Sistem perpipaan di sekitar inlet separator

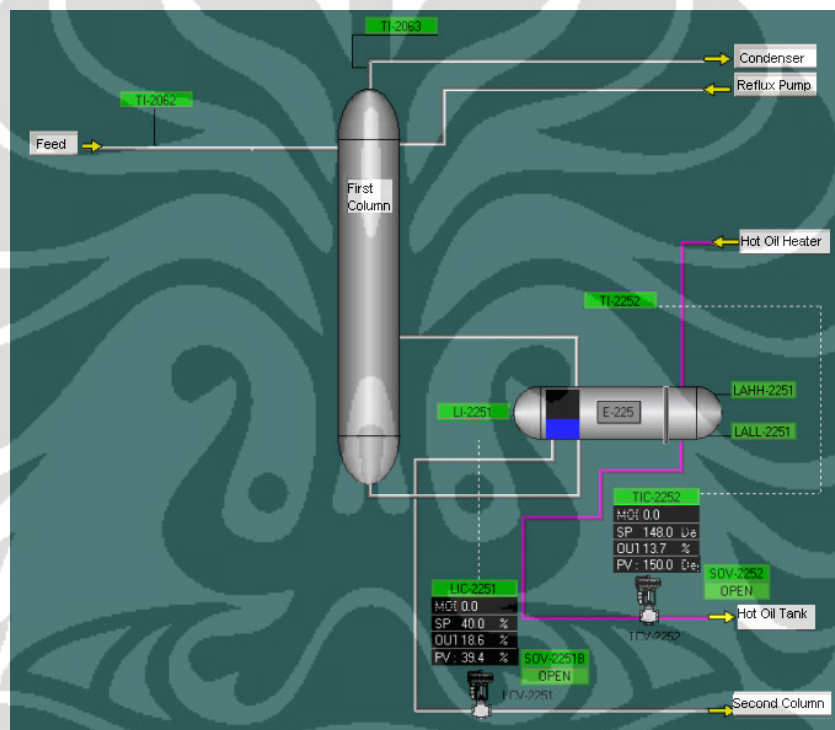
2.3.2 Sistem Perpipaan di Sekitar Unit Distilasi

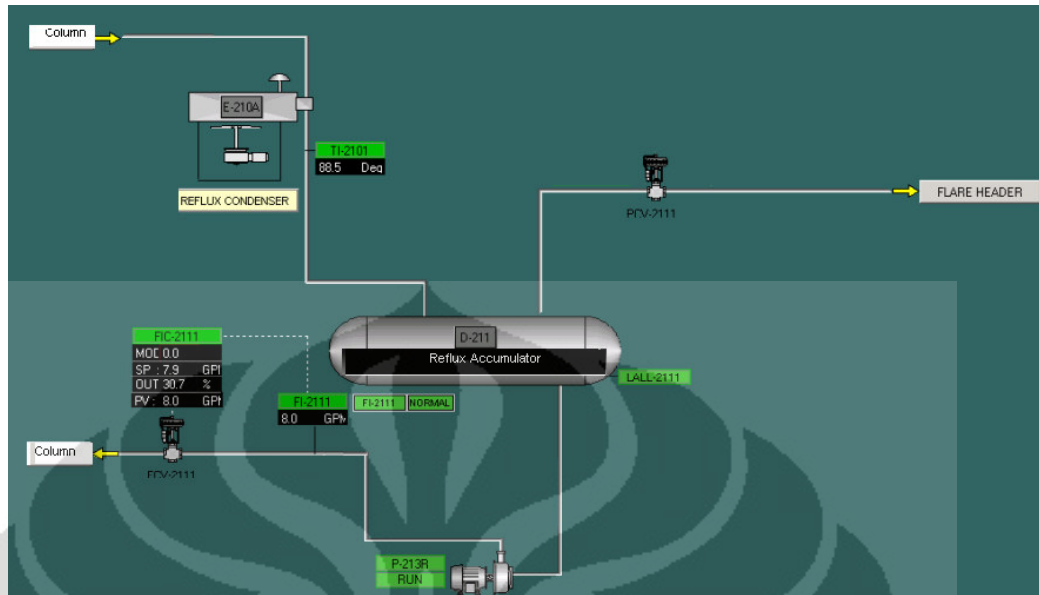
Pada sistem perpipaan di sekitar kolom distilasi terdapat beberapa indikator dan sistem kontrol utama yang harus dimiliki. Indikator dan sistem kontrol utama yang terdapat pada sistem perpipaan di sekitar kolom distilasi berkaitan dengan:

- temperatur masukkan kolom

- temperatur produk atas
- temperatur kondenser
- laju alir reflux
- tekanan reflux accumulator
- temperatur reboiler
- level produk bawah

Gambar sistem perpipaan di sekitar kolom distilasi secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 2.8.

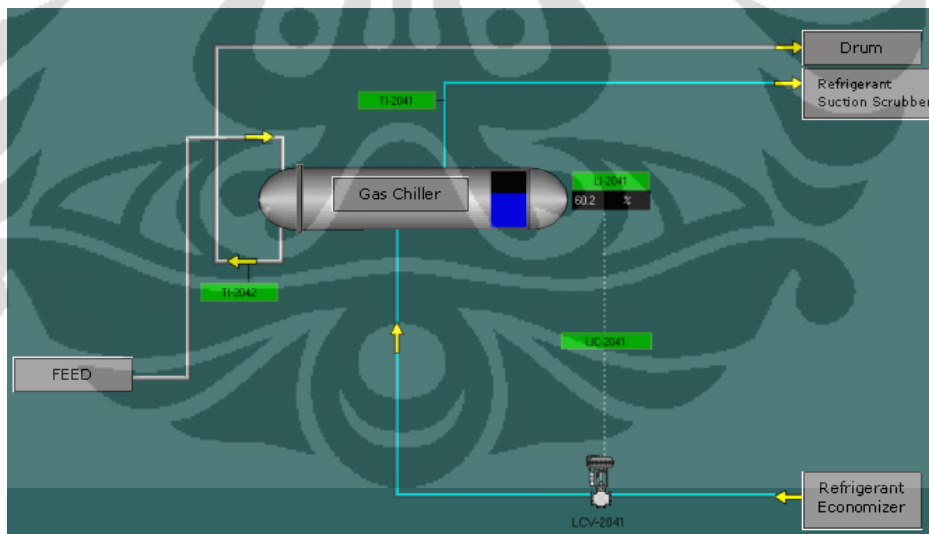




Gambar 2.8 Sistem perpipaan di sekitar unit distilasi

2.3.3 Sistem Perpipaan di Sekitar Gas Chiller

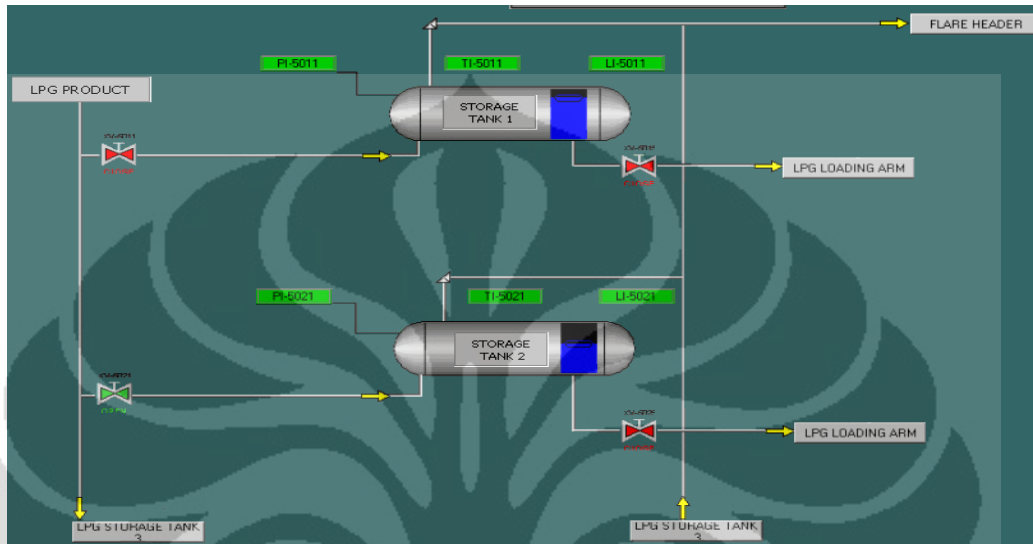
Untuk sistem perpipaan di sekitar gas chiller, indikator dan sistem kontrol minimal yang harus ada yaitu berkaitan dengan temperatur chiller (*refrigerant*), level refrigerant, dan temperatur hasil pendinginan chiller.



Gambar 2.9 Sistem perpipaan di sekitar gas chiller

2.3.4 Sistem Perpipaan di sekitar LPG storage tank

Untuk sistem perpipaan di sekitar tangki penyimpanan LPG maka indikator dan sistem kontrol yang harus ada berkaitan dengan level, temperatur, dan tekanan dalam tangki sebagaimana yang terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Sistem perpipaan di sekitar unit penyimpanan LPG

2.4 Model Tiga Dimensi

Pembuatan model pabrik tiga dimensi umumnya dilakukan setelah penggambaran pabrik secara dua dimensi baik melalui gambar P&ID maupun plot *plan*. Rancangan dua dimensi ini lalu divisualisasikan menyerupai bentuk sesungguhnya dengan model tiga dimensi.

Penggambaran model pabrik secara tiga dimensi dilakukan oleh perusahaan EPC untuk berbagai kepentingan baik itu untuk kepentingan internal dalam pengerjaan suatu proyek maupun untuk kepentingan presentasi kepada klien. Penggambaran secara tiga dimensi memiliki beberapa keuntungan sehingga menjadi pilihan bagi perusahaan EPC untuk memvisualisasikan rancangan pabrik secara lengkap sebelum tahapan konstruksi. Dalam pembangunan suatu pabrik yang melibatkan begitu banyak anggota tim yang multidisiplin, penggambaran secara dua dimensi kerap kali menimbulkan perbedaan persepsi. Adanya perbedaan persepsi ini menyebabkan perlunya tambahan waktu untuk menyamakan persepsi para anggota tim yang terlibat. Dengan penggunaan model tiga dimensi, penggunaan waktu dapat lebih efektif dan resiko kerugian akibat

kesalahan konstruksi dapat diminimalisasi. Penggambaran tiga dimensi juga memberi keuntungan terhadap klien karena klien dapat melihat rancangan pabrik dari berbagai sudut dan bagian serta dapat menilai rancangan tersebut secara cepat.



BAB III

METODE PERANCANGAN

Untuk dapat menghasilkan rancangan model tiga dimensi LPG *Plant* Pangkalan Susu maka perlu dilakukan beberapa tahapan proses yang disusun dalam suatu metode perancangan. Tahapan tersebut antara lain pengumpulan data teknis, penentuan tipe plot plan, penentuan tata letak peralatan peralatan, pengaturan jalan akses di sekitar peralatan, dan perancangan sistem perpipaannya. Semua data dan hasil rancangan per bagian ini akan digunakan dalam tahap pembuatan model tiga dimensi LPG *plant* secara keseluruhan. Diagram yang memperlihatkan hubungan antar tahapan perancangan dapat dilihat pada Gambar 3.1. Uraian tahapan-tahapan metode perancangan tersebut dijelaskan pada sub bab di bawah ini

3.1 Pengumpulan Data Teknis

Dalam perancangan ini dibutuhkan data input proyek berupa data teknis yang diperoleh dari hasil feasibility study yang telah dilakukan sebelumnya. Data teknis yang dimaksud berupa :

1. Diagram aliran proses (*Process Flow Diagram*) yang dilakukan di LPG *Plant* Pangkalan Susu.
2. Daftar peralatan yang digunakan
3. Lokasi dan luas area yang akan digunakan untuk pembangunan LPG *Plant* Pangkalan Susu
4. Kondisi geografis lokasi LPG *plant*. Data tersebut kondisi geografis ini diantaranya data kondisi cuaca seperti temperatur rata-rata, curah hujan, dan kondisi angin. Data-data ini kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan tinggi peralatan dan menjadi referensi dalam menentukan tata letak peralatan.
5. Ukuran peralatan yang digunakan dalam proses. Data ini berguna untuk mengetahui seberapa luas lahan yang diperlukan oleh setiap peralatan sehingga tata letaknya dapat disesuaikan menurut lahan pabrik yang tersedia.

3.2 Pemilihan Tipe Plot Plan

Dalam hal penataan peralatan, plot plan untuk unit proses dapat dibagi menjadi dua konfigurasi yaitu tipe *grade-mounted horizontal inline* dan tipe *structure mounted vertical*. Tipe *grade-mounted horizontal inline* kebanyakan dijumpai pada fasilitas di pengilangan sedangkan tipe *structure mounted vertical* banyak ditemukan di berbagai pabrik kimia.

3.3 Penentuan Lokasi Peralatan

Tata letak peralatan dilakukan dengan pertimbangan jarak, proses yang digunakan, common operation, ketersediaan area, ukuran peralatan, kondisi iklim, *underground facilities*, dan kondisi iklim.

3.4 Penggambaran Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)

Penggambaran P&ID dilakukan berdasarkan diagram aliran proses yang telah dilakukan pada tahap *feasibility study*. Pada penggambaran P&ID ini akan digunakan standar sistem perpipaan dan instrumentasi yang umum digunakan pada proses-proses pengolahan minyak dan gas bumi.

3.5 Perancangan Sistem Perpipaan

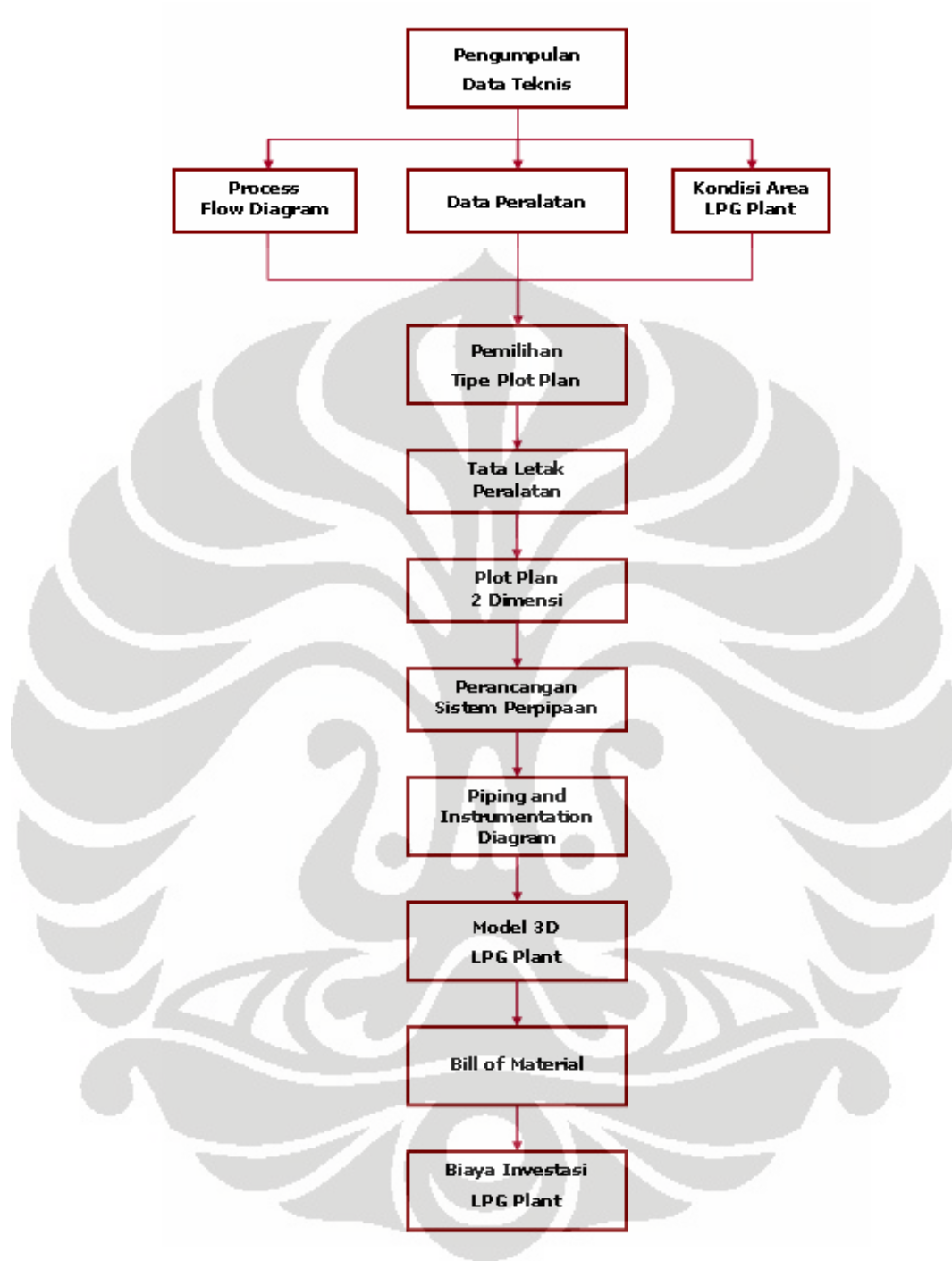
Dalam perancangan sistem perpipaan ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Hal-hal tersebut antara lain material pipa, kegunaan jalur pipa tersebut, ukuran pipa, analisa *piping stress*, dan tipe penyangga.

3.6 Pembuatan Model Pabrik Tiga Dimensi

Pembuatan model 3D akan dilakukan dengan *software* penggambaran pabrik tiga dimensi. Model ini melingkupi gambar peralatan beserta sistem perpipaan di sekitar peralatan sehingga akan menyerupai kondisi nyata pabrik.

3.7 Bill of Material

Bill of material yang berisi daftar dan deskripsi dari peralatan dan komponen-komponen lainnya yang dibutuhkan untuk proses konstruksi pabrik.



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

BAB IV PERANCANGAN

4.1 Pengumpulan Data Teknis

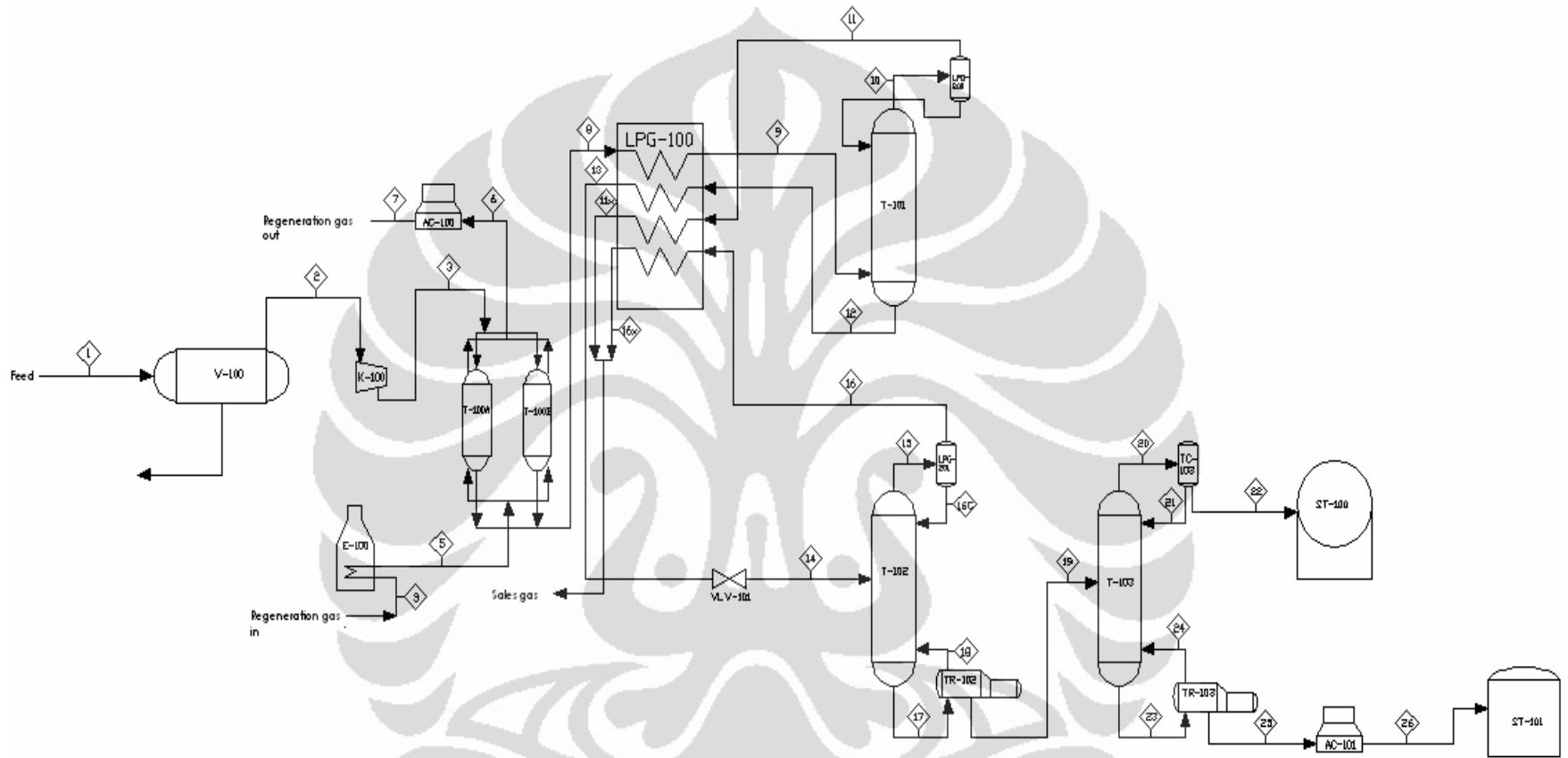
4.1.1 Process Flow Diagram

Process flow diagram (PFD) diperlukan untuk membuat tata letak peralatan yang tepat berdasarkan urutan proses. PFD ini diperoleh dari tahapan *feasibility study* yang telah dilakukan sebelum tahap FEED [2]. Dari PFD ini, maka proses *recovery* LPG ini dapat diurutkan menjadi 4 golongan besar seperti yang digambarkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Skema Proses Recovery LPG

Selain 4 proses ini, juga terdapat unit utilitas pabrik berupa *hot oil system dan power generation*. Pembagian urutan proses menjadi bagian-bagian besar ini akan memudahkan pembuatan sketsa awal pembagian area unit proses pada perancangan plot plan. Sedangkan PFD yang lebih detail akan digunakan sebagai bahan pertimbangan utama saat membuat tata letak peralatan pada perancangan plot plan. PFD unit utama proses dapat dilihat pada Gambar 4.2. Sedangkan PFD yang lebih detail lagi untuk unit-unit lainnya dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 4.2 Process Flow Diagram Unit Utama LPG Plant Pangkalan Susu

4.1.2 Pendataan Jumlah Peralatan

Pendataan jumlah peralatan untuk tiap-tiap unit proses dilakukan dengan tujuan mempermudah memperkirakan luasnya area yang diperlukan untuk unit proses tersebut pada saat dilakukan perancangan tata letak peralatan proses. Dengan demikian, untuk beberapa unit yang memiliki jumlah peralatan yang tergolong sedikit bila memungkinkan dapat digabungkan menjadi satu area besar. Tabel 4.1 menyajikan daftar peralatan untuk tiap unit proses. Aplikasi penggunaan data jumlah peralatan setiap unit untuk sketsa awal ini akan dibahas pada sub bab 4.3

Tabel 4.1 Daftar Jumlah Peralatan Untuk Setiap Unit Proses LPG Plant Pangkalan Susu

UNIT	EQUIPMENT	CODE	QTY
Compression	Feed compressor	K100	1
	Scrubber	V-100	1
Dehydration	Adsorber column	T-100A	1
		T-100B	1
	Gas heater	E-100	1
	Air Cooler	AC-100	1
Cooling Unit	Gas chiller	LPG-100	1
Fractionation	Demethanizer	T-101	1
	Demethanizer gas chiller	LPG-200	1
	Deethanizer	T-102	1
	Deethanizer gas chiller	LPG-201	1
	Deethanizer reflux drum	V-102	1
	Deethanizer reboiler	TR-102	1
	Debutanizer	T-103	1
	Debutanizer condenser	TC-103	1
	Debutanizer reflux drum	V-103	1
	Condenser cooling tower	CT-103	1
	Pump	P-103	1
	Debutanizer reboiler	TR-103	1
Refrigeration	Mixed refrigerant compressor	K-200	1
		K-201	1
	Propane refrigerant compressor	K-202	1
	Two phase separator	T-200	1

Tabel 4.1 Daftar Jumlah Peralatan Untuk Setiap Unit Proses LPG Plant Pangkalan Susu

UNIT	EQUIPMENT	CODE	QTY	
Refrigeration	Heat exchanger	E-200	1	
		E-201	1	
		E-202	1	
	Cooling tower		AC-200	1
			AC-201	1
			AC-202	1
	Pump		P-201	1
		P-200	1	
Condensate Stabilization	Air cooler	AC-101	1	
Storage	LPG storage	ST-100	3	
	Condensate storage	ST-101	2	
	Refrigerant Storage		D-101	1
			D-102	1
UTILITY				
Hot oil system	Furnace	E-400	1	
	Pump	P-400	1	
	Cooling tower	AC-400	1	
Power Generation	Air compressor	K-501	1	
	Gas Turbine	GT-500	1	
	Generator	G-500	1	

4.1.3 Pengumpulan Data Dimensi Peralatan

Pengumpulan data dimensi peralatan bertujuan untuk mengetahui lebih detail seberapa besar luas lahan yang diperlukan untuk penempatan peralatan-peralatan proses tersebut. Dalam mengumpulkan data dimensi peralatan, informasi penting yang harus dimiliki yaitu spesifikasi peralatan proses dan kapasitas aliran fluida khusus untuk peralatan berupa tangki penyimpanan. Informasi-informasi ini diperoleh dari perhitungan melalui proses simulasi yang dilakukan pada tahap *feasibility study*. Dari informasi-informasi ini maka selanjutnya dapat diperoleh data dimensi atau ukuran fisik dari peralatan tersebut. Data dimensi peralatan pada perancangan ini diperoleh dari tiga sumber yaitu hasil *sizing* melalui software, dari literatur berupa *rule of thumb* untuk dimensi tipikal peralatan tertentu [15], dan dari akses ke vendor peralatan-peralatan proses [16].

Tabel 4.2 Dimensi peralatan pada LPG Plant Pangkalan Susu

Kode alat	Dimensi	Size (mm)
K100	panjang	2743.2
	lebar	2133.6
	tinggi	1999.53
V-100	diameter	1219.2
	panjang	2438.40
	tinggi	1524.00
T-100A	diameter	609.6
	tinggi	4013.2
T-100B	diameter	609.6
	tinggi	4013.2
E-100	diameter	355.6
	diameter	1219.2
	tinggi	763.50
AC-100	panjang	3048
	lebar	5486.4
	tinggi	3962.4
LPG-100	panjang	990.6
	lebar	990.6
	tinggi	990.6
T-101	diameter	914.4
	tinggi	3657.6
LPG-200	panjang	1905
	lebar	1270
	tinggi	1524
T-102	diameter	3048
	tinggi	8534.4
V-102	diameter	1524
	panjang	2438
LPG-201	panjang	1905
	lebar	1270
	tinggi	1524
TR-102	diameter	533.4
	panjang	1570.05
	tinggi	540
T-103	diameter	1524
	tinggi	8534.4
TC-103	diameter	1727.2
	panjang	5181.6
	tinggi	1500

Tabel 4.2 Dimensi peralatan pada LPG Plant Pangkalan Susu

Kode alat	Dimensi	Size (mm)
V-103	diameter	2133
	panjang	3200
TR-103	diameter	609.6
	panjang	76.2
	tinggi	900
K-200	panjang	2743.2
	lebar	2438.4
	tinggi	2692.40
K-201	panjang	2743.2
	lebar	2438.4
	tinggi	2692.40
K-202	panjang	2743.2
	lebar	2438.4
	tinggi	2692.40
T-200	diameter	1219.2
	tinggi	2895.6
E-200	diameter	660.4
	panjang	3276.6
	tinggi	900
E-201	diameter	660.4
	panjang	3276.6
	tinggi	900
E-202	diameter	584.2
	panjang	3708.4
	tinggi	1216.10
AC-200	panjang	3048
	lebar	5486.4
	tinggi	3962.4
AC-201	panjang	3048
	lebar	5486.4
	tinggi	3962.4
AC-202	panjang	3048
	lebar	5486.4
	tinggi	3962.4
AC-101	panjang	3048
	lebar	5486.4
	tinggi	3962.4
ST-100	diameter	3276.6
ST-101	diameter	2743.2
	tinggi	6553.2
P-200	panjang	482.6
	lebar	863.6
	tinggi	431.80

Tabel 4.2 Dimensi peralatan pada LPG Plant Pangkalan Susu

Kode alat	Dimensi	Size (mm)
P-201	panjang	482.6
	lebar	863.6
	tinggi	431.80
P-103	panjang	482.6
	lebar	890
	tinggi	484.80
E-400	panjang	3657.6
	lebar	11430
	tinggi	5733.60
P-400	panjang	1219.2
	lebar	914.2
	tinggi	726.43
AC-400	panjang	3048
	lebar	5486.4
	tinggi	3962.4
K-501	panjang	2743.2
	lebar	2133.6
	tinggi	2400.30
GT-500	panjang	10000
	lebar	4500
	tinggi	2157.40

4.2 Pemilihan Tipe Plot Plan

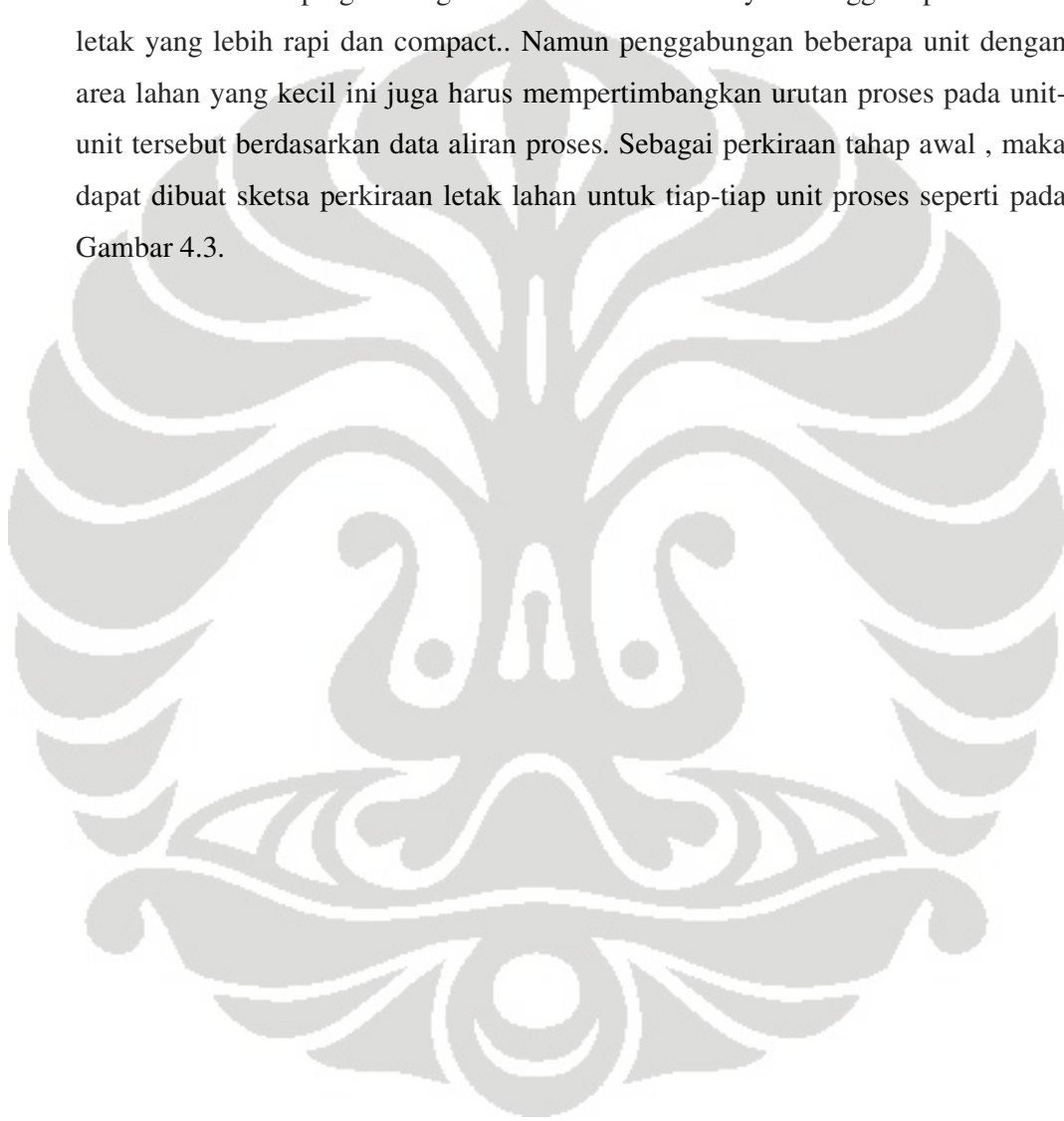
Pada perancangan ini, dengan mempertimbangkan area pabrik yang cukup luas maka akan digunakan tipe *grade-mounted horizontal inline* yaitu peralatan-peralatan ditempatkan pada level yang sama .

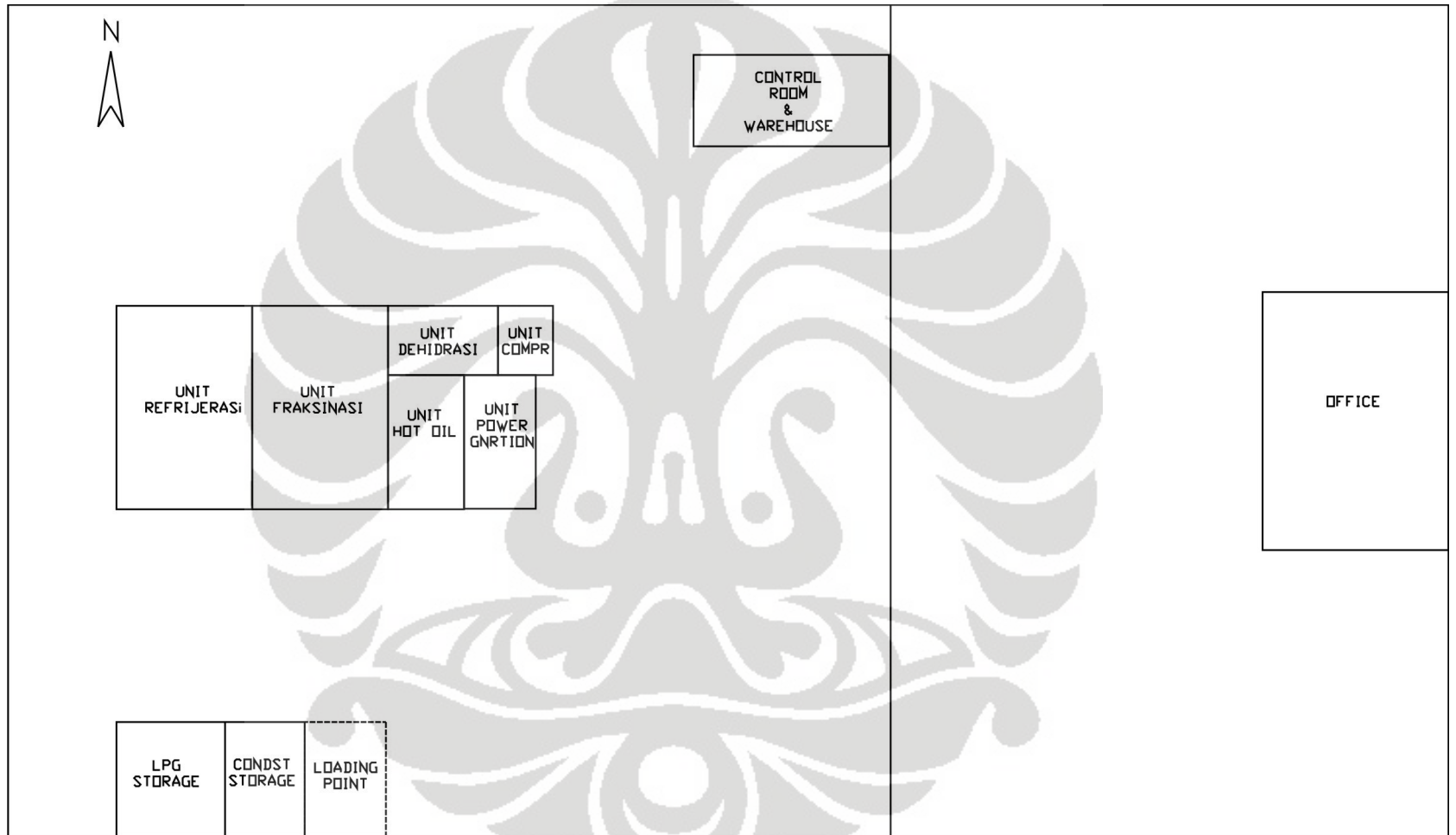
4.3 Penggambaran Plot Plan

4.3.1 Pembuatan Sketsa Awal Pembagian Area Pabrik

Untuk pembuatan sketsa awal berupa pembagian area pabrik, maka ada dua data penting yang dibutuhkan yaitu data aliran proses dan data jumlah peralatan dari tiap-tiap unit. Dari data aliran proses, proses dapat digolongkan dan diurutkan menjadi unit atau bagian-bagian besar. Setelah memperoleh data ini, tahapan selanjutnya yaitu membuat perkiraan awal lahan yang dibutuhkan untuk masing-masing unit dengan menggunakan data jumlah peralatan seperti yang disajikan pada Tabel 4.1

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa unit refrijerasi dan fraksinasi memiliki jumlah peralatan paling banyak. Dengan demikian, sebagai perkiraan awal maka untuk kedua unit ini harus disediakan area yang lebih luas dibandingkan unit-unit lainnya. Sedangkan untuk unit-unit lainnya yang lebih kecil maka bila memungkinkan dapat digabung menjadi suatu area besar dan diletakkan berdampingan dengan area-area besar lainnya sehingga diperoleh tata letak yang lebih rapi dan compact.. Namun penggabungan beberapa unit dengan area lahan yang kecil ini juga harus mempertimbangkan urutan proses pada unit-unit tersebut berdasarkan data aliran proses. Sebagai perkiraan tahap awal , maka dapat dibuat sketsa perkiraan letak lahan untuk tiap-tiap unit proses seperti pada Gambar 4.3.





Gambar 4.3 Sketsa Awal Letak Area Tiap Unit Proses

4.3.2 Pengaturan Tata Letak Peralatan

Setelah memperoleh sketsa awal letak area tiap unit proses maka tahap selanjutnya adalah mengisi area-area tersebut dengan peralatan proses. Pada saat peletakan peralatan ini data yang diperlukan adalah data dimensi peralatan sehingga dapat diperoleh data lebih detail mengenai luas lahan yang diperlukan untuk tiap unit proses. Tata letak peralatan dilakukan dengan mempertimbangkan urutan proses, ukuran peralatan, faktor safety, akses maintenance, luas lahan yang tersedia, faktor kerapian, dan pertimbangan jarak agar sistem perpipaannya lebih ekonomis. Pada saat membuat tata letak peralatan ini terkadang ada beberapa peralatan yang harus diletakkan terpisah dari area unit proses karena harus memenuhi faktor jarak minimum antar peralatan. Selain itu, peletakan yang terpisah ini juga terkadang dilakukan dengan alasan faktor kerapian. Tabel 4.3, 4.4, dan 4.5 berisi jarak minimum antar peralatan yang harus dipenuhi untuk unit proses di LPG plant [10]. Setelah meletakkan peralatan dengan mempertimbangkan dimensi peralatan dan jarak minimal ini maka terdapat beberapa perubahan dari sketsa awal letak area tiap unit. Sketsa perbaikan letak area tiap unit setelah mempertimbangkan faktor dimensi alat dan jarak minimum ini disajikan pada Gambar 4.4. Untuk hasil plot plan pada perancangan ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Tabel 4.3 Jarak minimum antar peralatan proses

Jenis Peralatan		Jarak Minimum
A	B	(ft)
Kompresor hidrokarbon	Reaktor	30
	Heat exchanger	M
	Pompa dengan fluida hidrokarbon	25
	tower dan drum	M
	cooling tower	15
	Heater	50
	Peralatan dengan fluida tidak mudah terbakar	M

Tabel 4.3 Jarak minimum antar peralatan proses

Jenis Peralatan		Jarak Minimum (ft)
A	B	
Reaktor	Heat exchanger	M
	Pompa dengan fluida hidrokarbon	15
	tower dan drum	15
	cooling tower	15
	Heater	25
	Peralatan dengan fluida tidak mudah terbakar	M
Heat Exchanger	Pompa dengan fluida hidrokarbon	M
	tower dan drum	M
	cooling tower	10
	Heater	50
	Peralatan dengan fluida tidak mudah terbakar	M
Pompa dengan fluida hidrokarbon	tower dan drum	M
	cooling tower	15
	Heater	50
	Peralatan dengan fluida tidak mudah terbakar	M
Tower dan Drum	cooling tower	10
	Heater	50
	Peralatan dengan fluida tidak mudah terbakar	M
Cooling Tower	Heater	50
	Peralatan dengan fluida tidak mudah terbakar	M

Keterangan : M = minimum dengan mempertimbangkan aspek maintenance

Untuk tata letak tangki penyimpanan LPG pressurized dan tangki kondensat maka akan digunakan standar jarak minimum dari Institute of Petroleum [17]

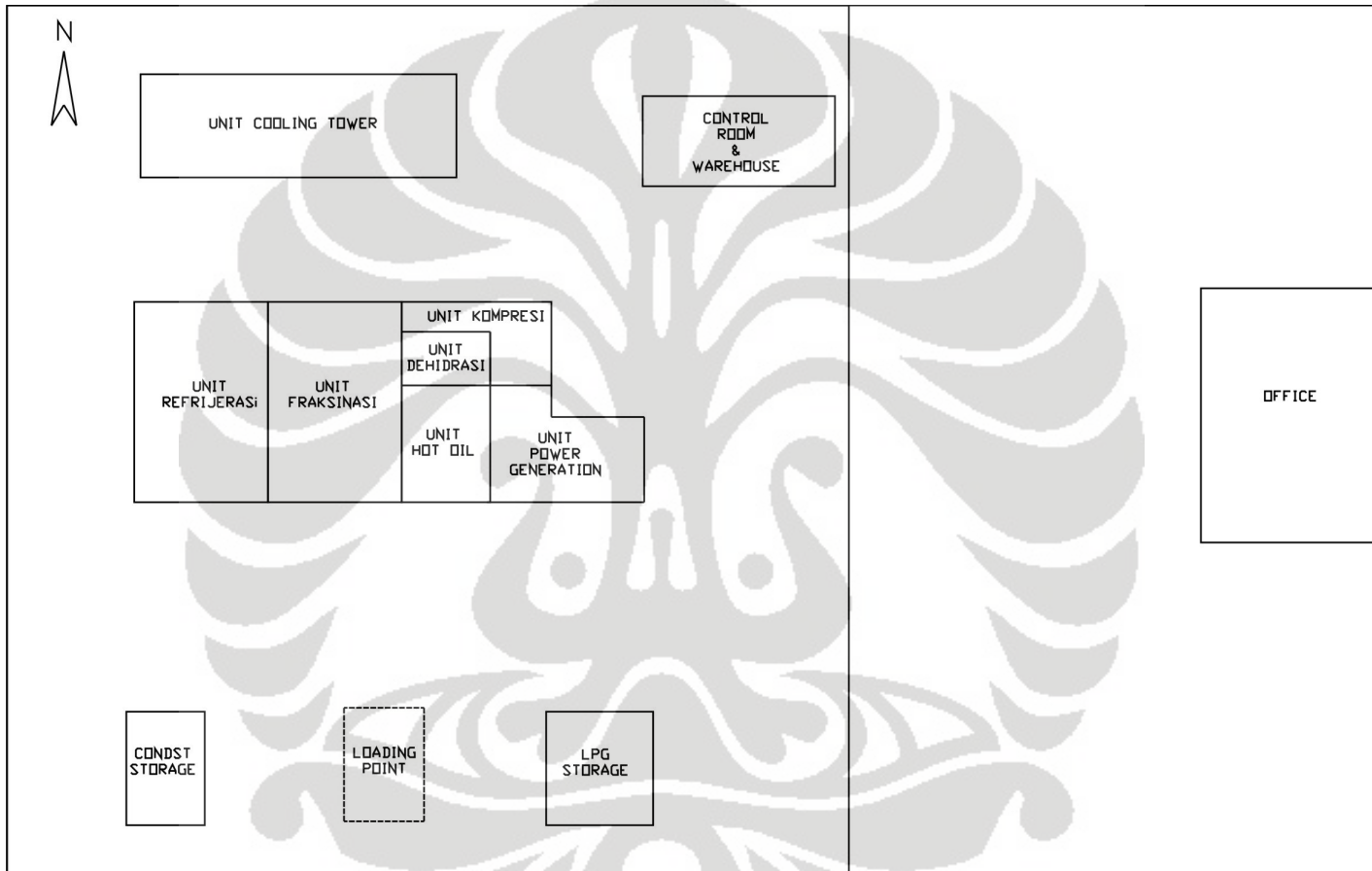
Tabel 4.4 Jarak minimal penempatan tangki LPG bertekanan

Faktor	Jarak minimal yang direkomendasikan
1. Antara tangki LPG bertekanan	Seperempat dari jumlah diameter dua tangki yang berdekatan.
2. Terhadap tangki produk lainnya	15 meter
3. Terhadap area yang mengandung material mudah terbakar	15 meter

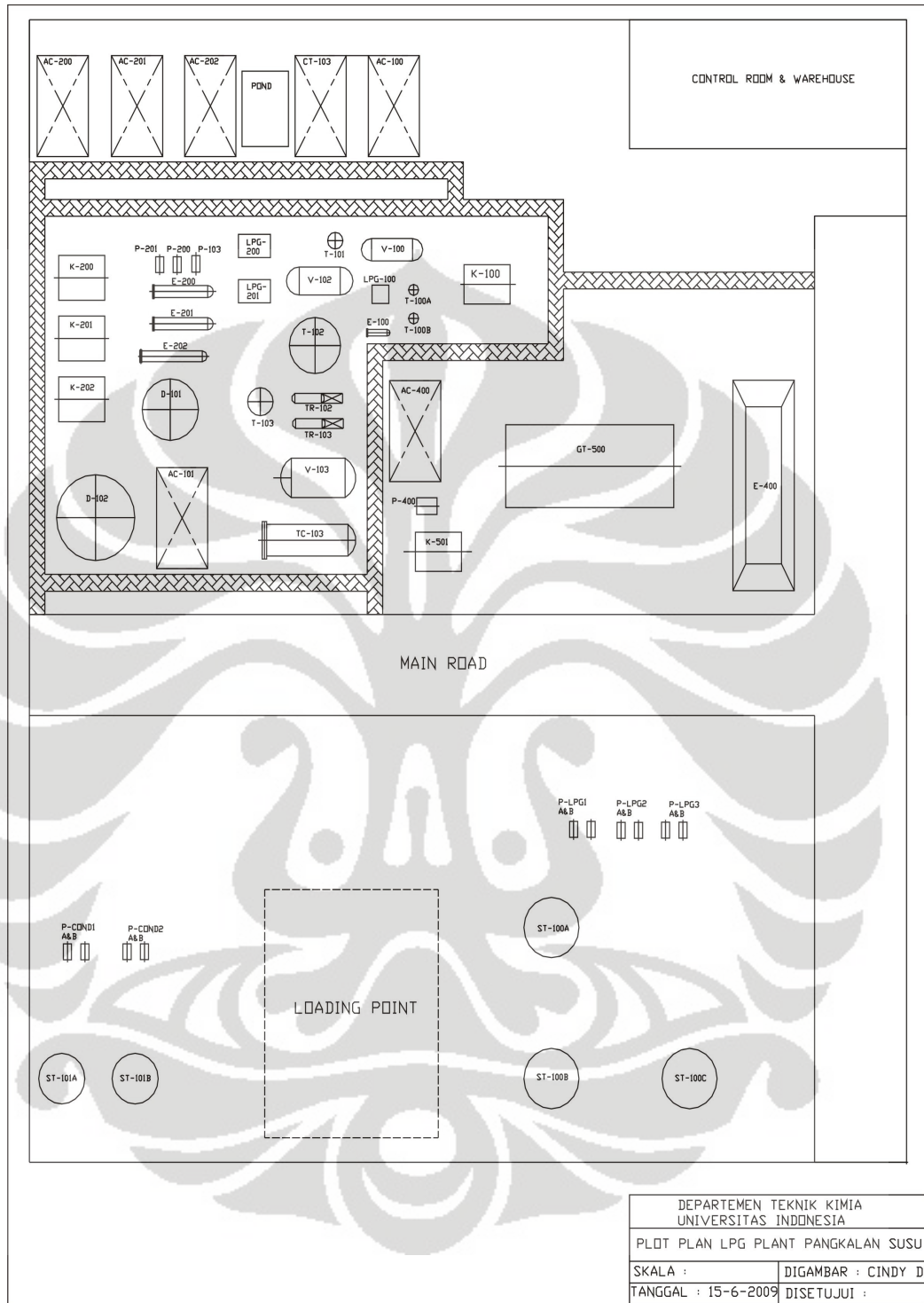
Sedangkan untuk tangki penyimpanan kondensat akan digunakan standar jarak untuk tangki kecil yaitu tangki penyimpanan produk dengan diameter kurang dari 10m.

Tabel 4.5 Jarak minimal penempatan tangki penyimpanan produk berukuran kecil

Faktor	Jarak minimal yang direkomendasikan
1. Antara dua tangki kecil	Minimal untuk keperluan maintenance
2. Terhadap area yang mengandung material mudah terbakar	15 meter



Gambar 4.4 Sketsa letak area tiap unit sesuai dimensi alat dan jarak minimum



Gambar 4.5 Plot Plan LPG Plant Pangkalan Susu

4.4 Perancangan Sistem Perpipaan

4.4.1 Diameter Pipa Optimum

Perancangan sistem perpipaan di sini antara lain melingkupi perhitungan diameter pipa dan pemilihan material pipa. Perhitungan diameter pipa pada perancangan ini yaitu berupa penghitungan diameter pipa optimum. Pada diameter pipa optimum, faktor biaya seperti biaya pompa, maintenance, instalasi, dan lain-lain turut diperhitungkan [18]. Persamaan untuk menghitung diameter pipa optimum yaitu :

$$D_{i,opt} = 0,363q_f^{0,45} \rho^{0,13} \mu_c^{0,025}$$

Dimana : $D_{i,opt}$ = diameter dalam pipa optimum, m

q_f = laju alir fluida, m³/s

ρ = densitas fluida, kg/m³

μ_c = viskositas fluida, Pa.s

Data-data untuk sifat fisis fluida yang diperlukan untuk perhitungan diameter pipa optimum di atas diperoleh dari hasil simulasi yang telah dilakukan pada tahap feasibility study [2]. Hasil perhitungan diameter optimum pipa untuk unit *pretreatment process* dan fraksinasi disajikan pada Tabel 4.6 . Untuk hasil perhitungan yang lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 3. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa diameter pipa maksimum yang digunakan yaitu 20 in pada unit pembangkit listrik dan diameter minimum adalah 2 in. Sedangkan untuk proses utama, diameter maksimum yang digunakan yaitu 10 in.

Khusus untuk material pipa pada perancangan ini menggunakan standar pipa yang umum digunakan untuk LPG Plant yaitu carbon steel schedule 40.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Diameter Optimum Pipa

Line Number	From	To	D (in)	D nom (in)
1	Well	V-100	7,9	8
2	V-100	K-100	7,9	8
3	K-100	T-100A	6,1	8
4	Reg gas in	E-100	2,5	2,5
5	E-100	T-100B	3,1	3,5
6	T-100B	AC-100	3,0	3
7	AC-100	Reg gas out	2,7	3
8	T-100A	LPG-100	6,1	8

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Diameter Optimum Pipa

Line Number	From	To	D (in)	D nom (in)
9	LPG-100	T-101	5,4	6
10	T-101	LPG-200	4,4	5
11	LPG-200	LPG-100	6,1	8
12	T-101bot	LPG-100	1,7	2
13	LPG-100	VLV-101	2,7	3
14	VLV-101	T-102	3	3
15	T-102vap	LPG-201	5,4	6
16a	LPG-201	V-101a	4,0	4
16b	V-101a	LPG-100	2,5	2,5
16c	V-101a	T-102	2,0	2
17	T-102bott	TR-102	2,7	3
18	TR-102	T-102	5,4	6
19	TR-102	T-103	1,5	2
20	T-103vap	TC-103	10,0	10
20a	TC-103	V-103	3,8	4
21	V-103	T-103	3,8	4
22	TC-103	ST-100	3,9	4
23	T-103 bott	TR-103	4,4	5
24	TR-103	T-103	10,0	10
25	TR-103	AC-101	3,8	4
26	AC-101	ST-101	4,0	4
27	VLV-103	E-202	10,0	10
28	E-202	K-202	9,8	10
29	K-202	CT-202	9,3	10
30	CT-202	VLV-103	9,7	10
31	P-201	E-201	1,1	2
32	E-201	CT-201	1,1	2
33	CT-201	P-201	1,0	2
34	P-200	E-200	1,0	2
35	E-200	CT-200	1,0	2
36	CT-200	P-200	1,0	2
37	LPG-200	K-200	7,0	8
38	K-200	E-200	5,1	6
39	E-200	K-201	4,6	5
40	K-201	E-201	3,5	3,5
41	E-201	E-202	3,1	3,5
42	E-202	T-200	2,5	2,5
43	T-200-top	LPG-200	1,3	2
44	LPG-200	LPG-201	0,7	2
45	T-200-bott	LPG-200	1,5	2
46	Mix-100-4	LPG-200	3,9	4
47	LPG-200	VLV-100-2	1,4	2
48	VLV-100-2	Mix-100-4	2,9	3

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Diameter Optimum Pipa

Line Number	From	To	D (in)	D nom (in)
49	LPG-201	Mix-100-4	2,5	2,5
50	LPG-201	VLV-101-2	0,7	2
51	VLV-101-2	LPG-201	2,4	2,5
52	Air	K-500	19,2	20
53	K-500	MIX	12,9	14
54	Gas	MIX	2,3	2,5
55	MIX	GT-500	10,0	10
56	regas	E-100	2,6	3
57	splitter	E-100	2,4	2,5
58	E-100	Mix-105	2,4	2,5
59	TR-102	Mix-105	2,4	2,5
60	Splitter	TR-102	2,5	2,5
61	Mix-105	CT-400	3,3	3,5
62	TR-103	Mix-105	3,2	3,5
63	Splitter	TR-103	3,3	3,5
64	CT-400	P-400	3,4	3,5
65	P-400	E-400	3,4	3,5
66	E-400	Splitter	3,4	3,5

4.4.2 Pemilihan Rating Untuk Komponen Perpipaan

Dalam penggunaan flange dan fitting pada sistem perpipaan, faktor pressure rating merupakan hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Pressure rating adalah tekanan operasi yang diperbolehkan untuk mengalirkan fluida melalui pipa tersebut. Dalam perancangan sistem perpipaan, terdapat beberapa pilihan rating untuk flange dan fitting seperti ANSI 150, 300, 600, dan sebagainya. Pada perancangan ini, tekanan proses berkisar antara 15 sampai 630 psi. Oleh karena itu, pada sistem perpipaannya akan digunakan dua jenis rating yaitu ANSI 150RF untuk tekanan sampai 450 psi dan ANSI 300RF untuk tekanan lebih dari 450 psi. Tabel rating untuk tiap nomor aliran pada perancangan ini disajikan pada Tabel 4.7 dan 4.8

Tabel 4.7. Daftar aliran pipa dengan rating ANSI 150RF

ANSI 150RF		ANSI 150RF	
Line Number	P (psi)	Line Number	P (psi)
1	192	31	30
2	192	32	27
4	187	33	30

Tabel 4.7. Daftar aliran pipa dengan rating ANSI 150RF

ANSI 150RF		ANSI 150RF	
Line Number	P (psi)	Line Number	P (psi)
5	184	34	30
6	174	35	30
7	174	36	30
10	380	37	42
11	380	38	150
12	385	39	200
13	382	46	42
14	282	48	42
15	180	49	42
16	180	52	14,7
17	190	53	181
18	190	55	171
19	190	56	192
20	150	57	30
21	150	58	30
22	180	59	30
23	160	60	30
24	160	61	27
25	160	62	30
26	160	63	30
27	18	64	15
28	15	65	30
29	30	66	30
30	190		

Tabel 4.8. Daftar aliran pipa dengan rating ANSI 300RF

ANSI 300RF	
Line Number	P (psi)
3	550
8	544
9	544
40	635
41	630
42	615
43	615
44	615
45	615
47	615
50	615
51	615
54	550

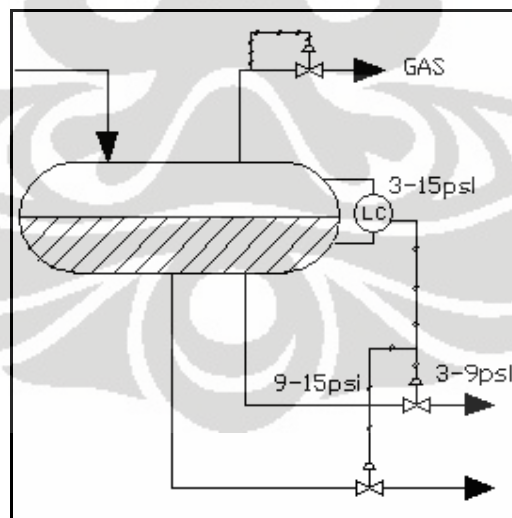
4.5 Pembuatan Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)

P&ID pada perancangan ini dapat dilihat pada lampiran 4. Berikut ini adalah penjelasan beberapa sistem perpipaan di sekitar peralatan proses yang terdapat pada P&ID perancangan ini.

4.5.1 Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Separator [19]

Sebagai aturan umum desain separator, tekanan separator harus diusahakan agar tetap konstan tidak tergantung pada operasi peralatan di sekitarnya. Untuk mencapai hal tersebut maka pada umumnya pada bagian gas *outlet* separator dilengkapi dengan back pressure valve.

Level cairan di dalam separator juga merupakan hal yang perlu dikontrol. Pada Gambar 4.6 menunjukkan bagaimana pendekatan *split-range* sering digunakan. Dari gambar tersebut, selama input liquid tetap konstan maka valve A yang akan beroperasi. Apabila liquid memenuhi separator melebihi desain normal, tekanan mula-mula akan naik mendekati 9 psi dan valve A akan terbuka penuh. Pada saat tekanan telah mencapai 9 psi, valve B akan terbuka untuk mengurangi tekanan separator agar kembali normal. Ketika kondisi telah normal kembali, valve B akan tertutup dan akan kembali terbuka pada saat tekanan meningkat.

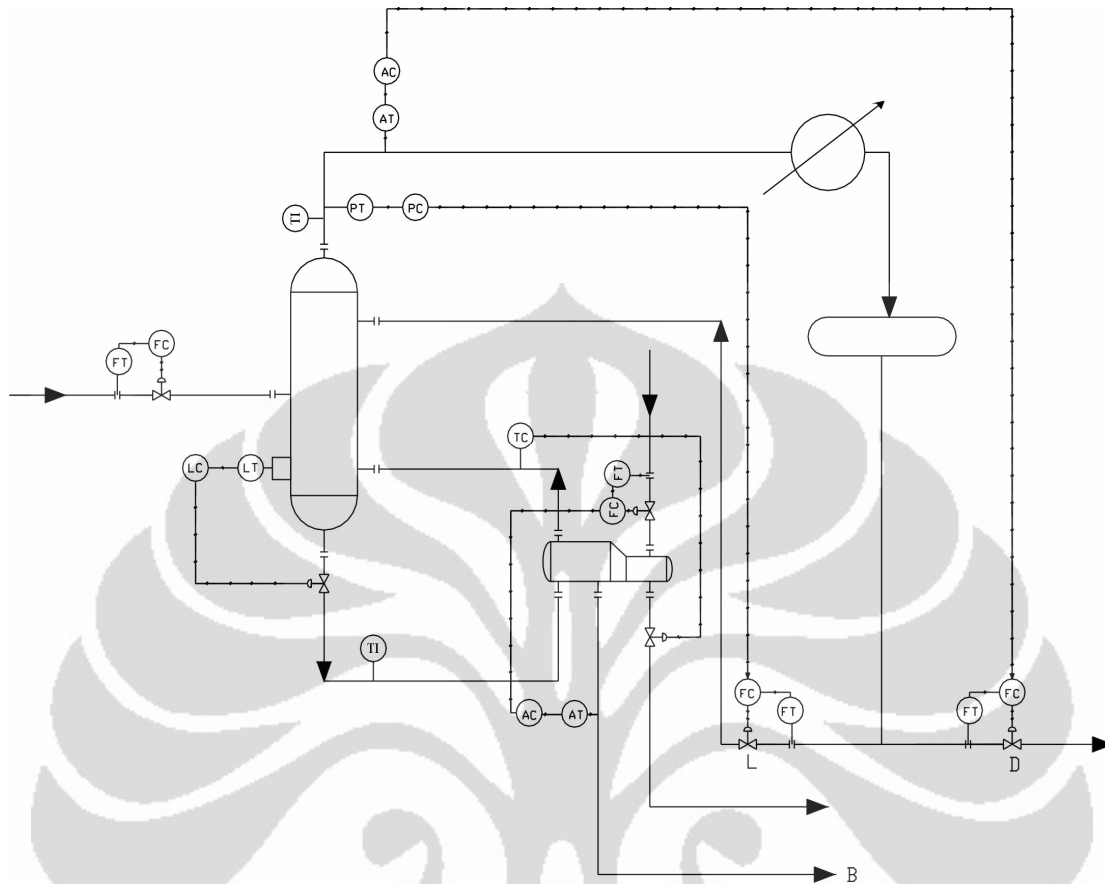


Gambar 4.6 Split-range level control pada separator

4.5.2 Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Kolom Distilasi [19]

Pada dasarnya kolom distilasi digunakan untuk tujuan pemisahan komponen. Hal ini berarti pada kolom distilasi, komposisi hasil pemisahan menjadi suatu hal yang penting. Komposisi distilat dikontrol dengan memanipulasi laju alir distilat. Sistem kontrol di sekitar kolom distilasi ini dapat dilihat pada Gambar 4.7. Jika produk distilat mengandung terlalu banyak komponen berat maka hal ini mengindikasikan bahwa laju alir distilat terlalu tinggi sehingga perlu diturunkan. Penurunan laju alir ini mengakibatkan kenaikan level cairan pada kondenser. Hal ini akan berpengaruh pada tekanan kolom yang semakin meningkat. Pengontrol tekanan lalu akan memberikan respon dengan menaikkan laju alir reflux.

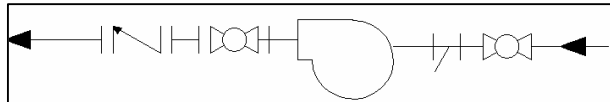
Selain memanipulasi komposisi produk atas, komposisi produk bawah juga dapat dikontrol dengan memanipulasi laju alir produk bawah. Dari Gambar 4.7 dapat dilihat bahwa panas masuk reboiler digunakan untuk mengontrol komposisi produk bawah dengan mengatur level cairan di dalam kolom. Bila komposisi produk bawah masih banyak mengandung produk ringan maka pengontrol laju alir akan mengatur laju alir fluida panas masuk reboiler agar semakin meningkat. Peningkatan laju alir fluida pemanas ini akan menjadikan proses pemanasan dalam tower lebih meningkat. Sebagai hasilnya, level cairan akan makin berkurang dan laju alir produk bawah juga berkurang.



Gambar 4.7 Sistem kontrol di sekitar kolom distilasi

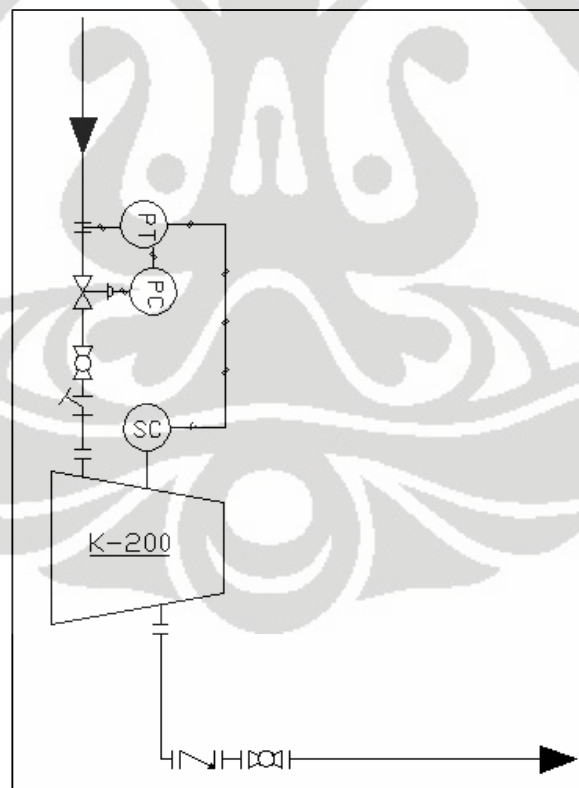
4.5.3 Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Pompa dan Kompresor [20]

Pada umumnya sistem perpipaan dan instrumentasi di sekitar pompa memiliki strainer di bagian menuju *suction* pompa dan *check valve* pada bagian *discharge* pompa. *Strainer* berfungsi sebagai penyaring cairan yang akan masuk pompa dari partikel-partikel padat pengotor. Partikel-partikel ini apabila masuk ke dalam pompa dapat menyebabkan kerusakan pada pompa. Pada bagian *discharge* pompa, *check valve* diperlukan untuk mencegah aliran balik khususnya apabila pompa dimatikan. Sistem perpipaan dan instrumentasi di sekitar pompa dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Sistem perpipaan di sekitar pompa

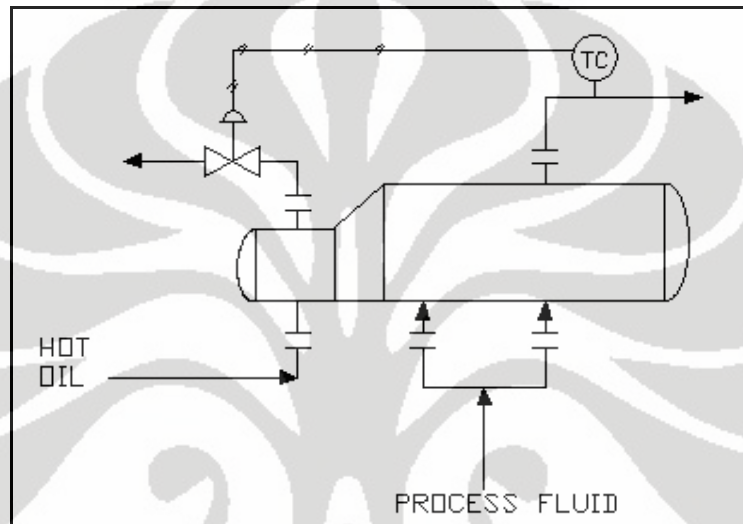
Untuk sistem perpipaan dan instrumentasi di sekitar kompresor pada dasarnya sama dengan pompa namun pada kompresor dilengkapi dengan *pressure control*. Aliran dan tekanan gas dari sumur pada kenyataannya tidak selalu stabil karena faktor alam. Untuk mengantisipasi hal ini, pada bagian sekitar suction terdapat transmitter tekanan dan terhubung dengan pengontrol kecepatan pada penggerak/driver kompresor. Dengan demikian kecepatan kompresor mengontrol tekanan suction. Pada kasus dimana kecepatan telah mencapai 100% dan tekanan suction masih meningkat maka *pressure control valve* di sekitar suction akan melepaskan gas ke sistem flare. Sistem perpipaan dan instrumentasi untuk kompresor dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Sistem perpipaan di sekitar kompresor

4.5.4 Sistem Perpipaan dan Instrumentasi di Sekitar Hot Oil System

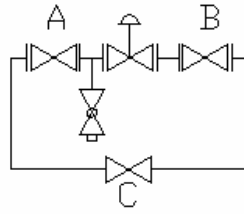
Sistem kontrol pada sistem hot oil disajikan pada Gambar 4.10. Pengontrol temperatur pada fluida proses akan memanipulasi laju alir *hot oil* untuk mengontrol temperatur. Pada saat temperatur keluaran fluida proses kurang dari standar yang diinginkan. Control valve akan membuka sehingga *hot oil* akan mengalir keluar menuju sistem pemanasan ulang untuk kemudian masuk kembali dengan temperatur yang lebih tinggi.



Gambar 4.10 Sistem kontrol aliran hot oil

4.5.5 Sistem Perpipaan di Sekitar Control Valve

Untuk sistem perpipaan di sekitar control valve dapat dilihat pada Gambar 4.11 . Dari gambar tersebut, di sekitar control valve pada umumnya memiliki bypass. Hal ini dilakukan karena control valve biasanya rentan terhadap resiko kerusakan sehingga perlu ada valve C sebagai pengganti sementara. Pada saat perbaikan control valve, valve A dan B diperlukan untuk menutup segala aliran ke control valve sehingga aliran akan melewati by pass yaitu melalui valve C. Adanya drain diperlukan untuk membuang sisa cairan dan untuk pressure release saat perbaikan. Apabila tekanan tinggi dan tidak direlease maka akan beresiko control valve dan baut-baut di sekitar valve dapat terlempar.



Gambar 4.11 Penempatan valve di sekitar control valve

4.6 Penggambaran model pabrik 3 dimensi

4.6.1 Penentuan Koordinat Peralatan

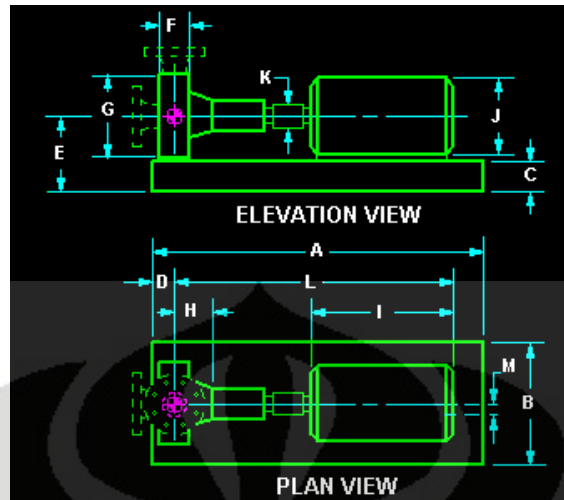
Setelah dihasilkan rancangan plot plan, maka tahapan selanjutnya adalah mengukur koordinat masing-masing peralatan dari titik acuan (0,0). Hal ini penting dilakukan agar peralatan berada dalam posisi yang tepat pada saat dilakukan permodelan tiga dimensi. Koordinat masing-masing peralatan dapat dilihat pada lampiran.5

4.6.2 Penggambaran Peralatan

Penggambaran peralatan dilakukan dengan memasukkan ukuran setiap bagian penyusun peralatan tersebut dengan referensi data dimensi peralatan yang telah diperoleh sebelumnya. Pada perancangan ini, data ketinggian tidak selalu sama dengan referensi data dimensi karena harus disesuaikan dengan ukuran pipa yang akan digunakan untuk mengalirkan fluida dari dan ke peralatan tersebut khususnya apabila orientasi nozzle pada bagian dasar peralatan. Berikut ini adalah bagian-bagian penyusun peralatan untuk menghasilkan suatu dimensi yang utuh.

a. Dimensi Desain Pompa

Untuk pompa, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.12. Bagian penyusun dimensi pompa ini akan sama untuk peralatan berupa kompresor.



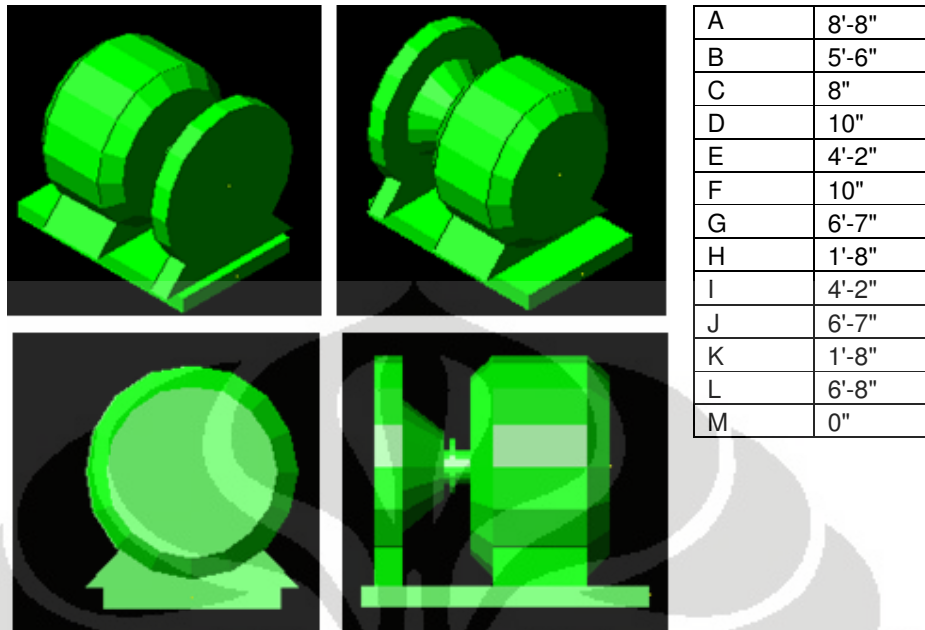
Gambar 4.12 Bagian-bagian penyusun dimensi pompa

Keterangan gambar ini dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Keterangan kode bagian penyusun dimensi pompa

Kode	Keterangan
A	panjang pondasi pompa
B	lebar pondasi pompa
C	ketebalan pondasi
D	jarak pusat discharge pompa dengan ujung pondasi
E	jarak pusat pompa dengan bagian dasar pondasi
F	panjang pump housing
G	diameter pump housing
H	jarak pusat discharge pompa dengan ujung pump housing
I	panjang driver pompa
J	diameter driver
K	diameter coupling
L	jarak pusat discharge pompa dengan ujung pump driver
M	offset pusat pompa dengan pusat dasarnya

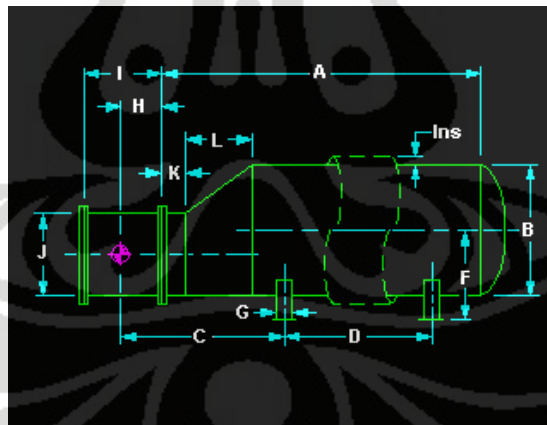
Contoh dari bentuk tiga dimensi pompa berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Model Tiga Dimensi Pompa

b. Dimensi Desain Reboiler

Untuk reboiler, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.14.



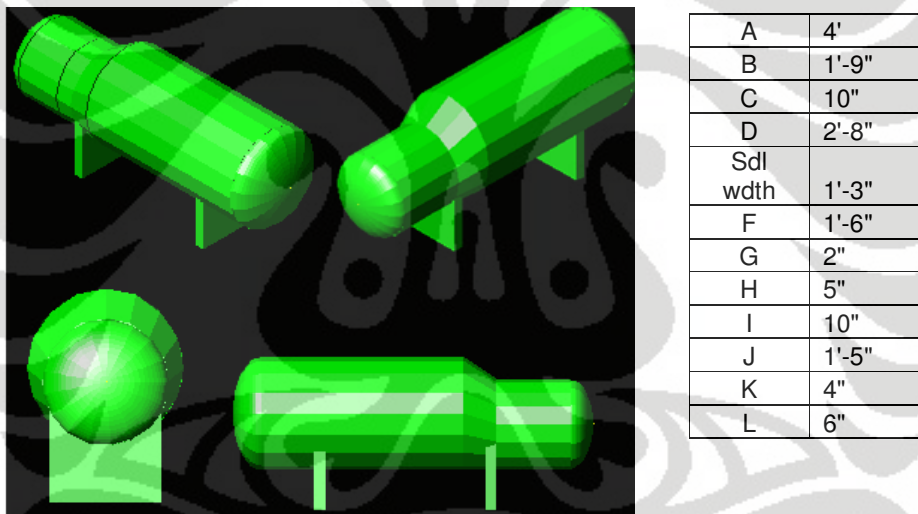
Gambar 4.14 Bagian-bagian penyusun dimensi reboiler

Keterangan gambar reboiler ini dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Keterangan kode bagian penyusun dimensi reboiler

Kode	Keterangan
A	panjang reboiler
B	diameter shell reboiler
C	jarak ke support pertama
D	jarak antar support
E	lebar support
F	jarak pusat reboiler dengan dasar support
G	ketebalan support
H	jarak titik referensi dengan bagian transisi
I	panjang channel
J	diameter bagian channel
K	jarak dari muka komponen transisi ke titik awal bagian transisi
L	panjang bagian transisi

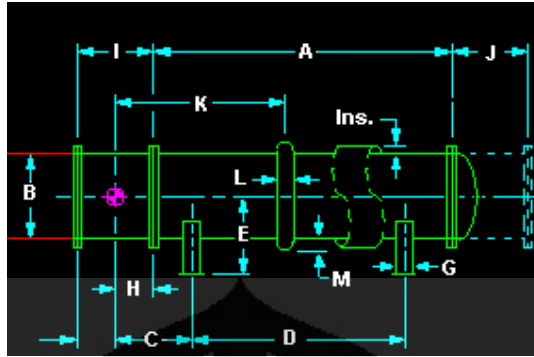
Contoh dari bentuk tiga dimensi reboiler berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Model tiga dimensi reboiler

c. Dimensi Desain Heat Exchanger

Untuk heat exchanger, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.16.



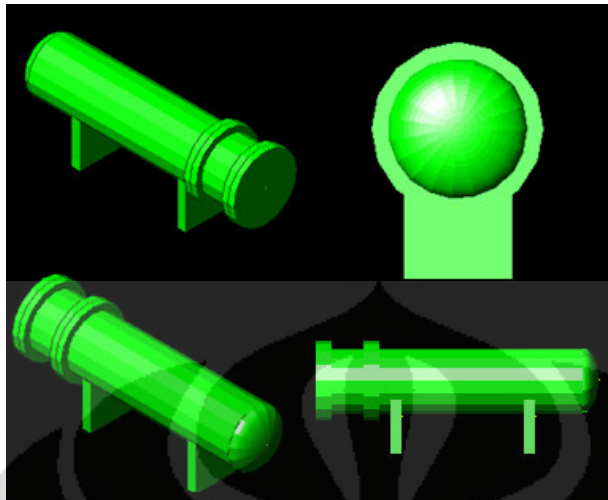
Gambar 4.16 Bagian-bagian penyusun dimensi heat exchanger

Keterangan gambar heat exchanger dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Keterangan kode bagian penyusun dimensi heat exchanger

Kode	Keterangan
A	panjang shell
B	diameter shell
C	jarak ke penyangga pertama
D	jarak antara dua penyangga
E	jarak pusat exchanger ke bagian dasar penyangga
Sdl wdth	lebar penyangga
G	ketebalan penyangga
H	jarak titik referensi ke shell
I	panjang bagian channel
J	panjang bagian channel kedua (pilihan)
K	jarak ke expansion joint
L	lebar expansion joint
M	tinggi pelebaran expansion joint ke bagan shell

Contoh dari bentuk tiga dimensi heat exchanger berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.17.

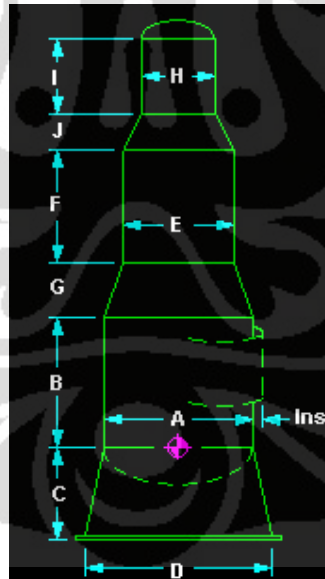


A	7"
B	2'-2"
C	10"
D	4'-5"
E	2'-5"
Sdl wdth	1'-8"
G	4"
H	0"
I	1'-7"
J	0"
K	10"
L	0"
M	0"

Gambar 4.17 Model Tiga Dimensi Heat Exchanger Shell and Tube

d. Dimensi Desain Kolom

Untuk kolom, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Bagian-bagian penyusun dimensi kolom

Keterangan gambar kolom di atas dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Keterangan kode bagian penyusun dimensi heat exchanger

Kode	Keterangan
A	diameter shell vessel
B	tinggi shell
C	tinggi skirt
D	diameter dasar skirt
E	diameter shell kedua
F	tinggi bagian shell kedua (0.0 jika tidak ada shell kedua)
G	tinggi bagian shell (0,0 bila tidak ada)
H	diameter shell ketiga
I	tinggi shell ketiga (0,0 bila tidak ada)
J	tinggi bagian transisi kedua (0,0 bila tidak ada)

Contoh dari bentuk tiga dimensi heat exchanger berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.19.

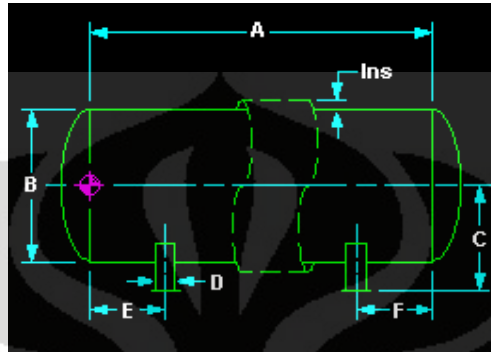


A	2'
B	13'-2"
C	2'-1"
D	2'-3"
E	0
F	0
G	0
H	0
I	0
J	0

Gambar 4.19 Model tiga dimensi kolom

e. Dimensi Desain Vessel Horizontal

Untuk vessel horizontal, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.20.



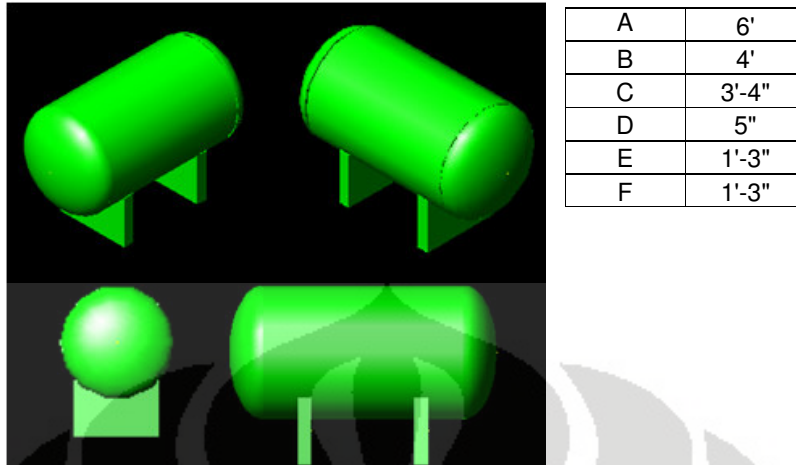
Gambar 4.20 Bagian-bagian penyusun dimensi vessel horizontal

Keterangan gambar vessel horizontal dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Keterangan kode bagian penyusun dimensi vessel horizontal

Kode	Keterangan
A	panjang vessel
B	diameter vessel
C	jarak pusat vessel ke dasar support
D	ketebalan support
E	jarak titik referensi ke support pertama
F	jarak support kedua ke ujung vessel

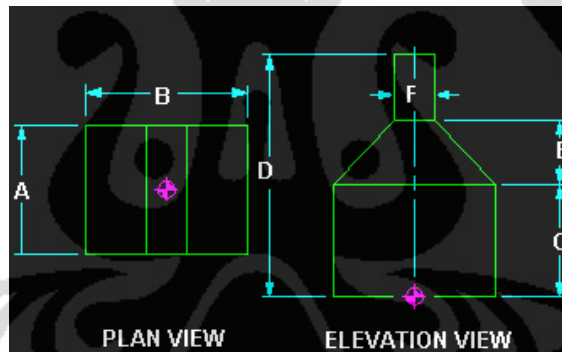
Contoh dari bentuk tiga dimensi vessel horizontal berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Model tiga dimensi vessel horizontal

f. Dimensi Desain Box Furnace

Untuk box furnace, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.22.



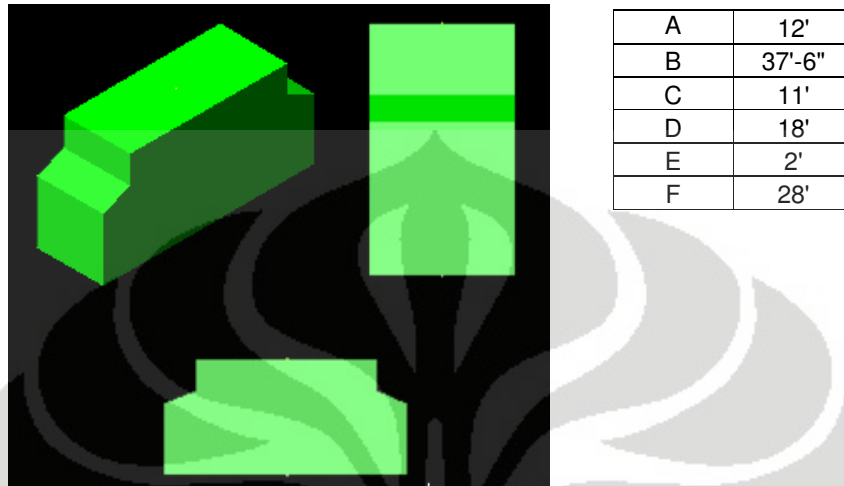
Gambar 4.22 Bagian-bagian penyusun dimensi box furnace

Keterangan gambar vessel horizontal dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Keterangan kode bagian penyusun dimensi vessel horizontal

Kode	Keterangan
A	panjang bagian bawah pemanas
B	lebar bagian bawah pemanas
C	tinggi bagian bawah pemanas
D	tinggi total heater
E	tinggi bagian transisi pemanas
F	lebar bagian atas pemanas

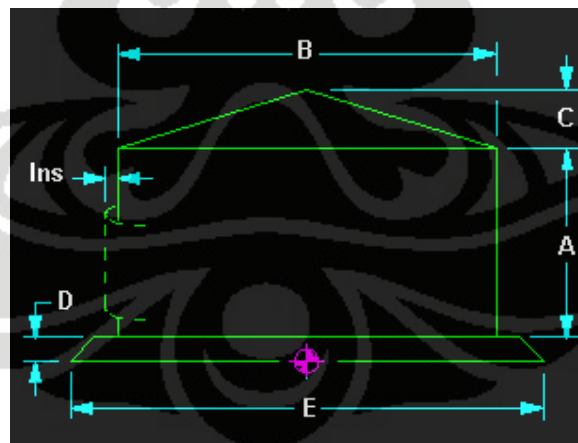
Contoh dari bentuk tiga dimensi vessel horizontal berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Model tiga dimensi vessel horizontal

g. Dimensi Desain Tangki Penyimpanan dengan Pondasi Sloped

Untuk tangki penyimpanan dengan pondasi sloped, bagian-bagian penyusunnya dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Bagian-bagian penyusun dimensi tangki penyimpanan

Keterangan gambar vessel horizontal dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Keterangan kode bagian penyusun dimensi tangki penyimpanan (pondasi sloped)

Kode	Keterangan
A	tinggi dinding luar
B	diameter tangki
C	tinggi atap
D	tebal pondasi
E	diameter pondasi

Contoh dari bentuk tiga dimensi tangki penyimpanan dengan pondasi sloped berdasarkan bagian-bagian di atas dapat dilihat pada Gambar 4.25.



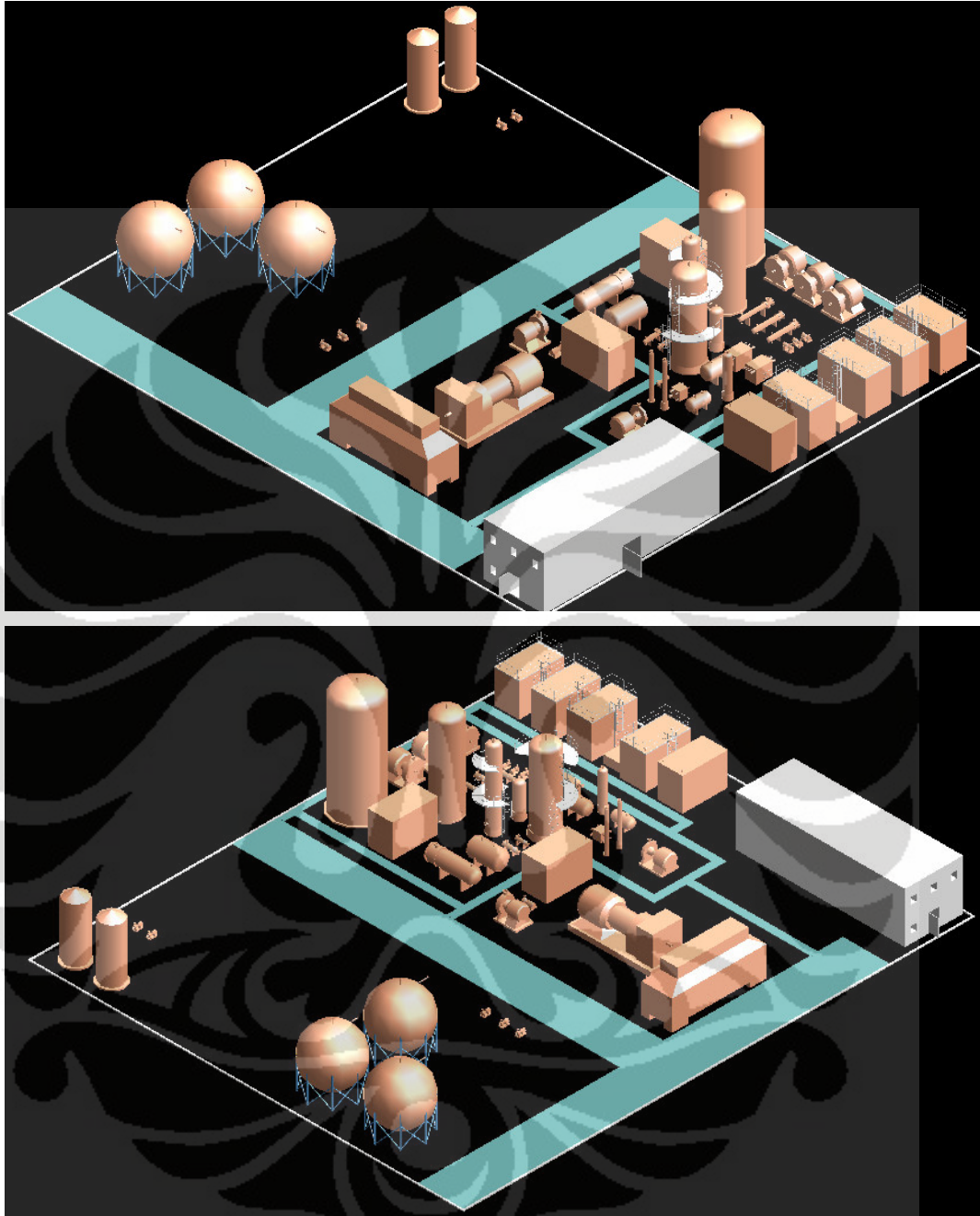
Gambar 4.25 Model tiga dimensi vessel horisontal

4.6.3 Peletakkan Peralatan Sesuai Koordinat

Setelah melakukan penggambaran peralatan, maka tahap selanjutnya adalah meletakkan peralatan tersebut sesuai koordinatnya. Hasil peletakkan peralatan-peralatan proses pada LPG plant ini dapat dilihat pada Gambar 4.26.

4.6.4 Penggambaran Sistem Perpipaan

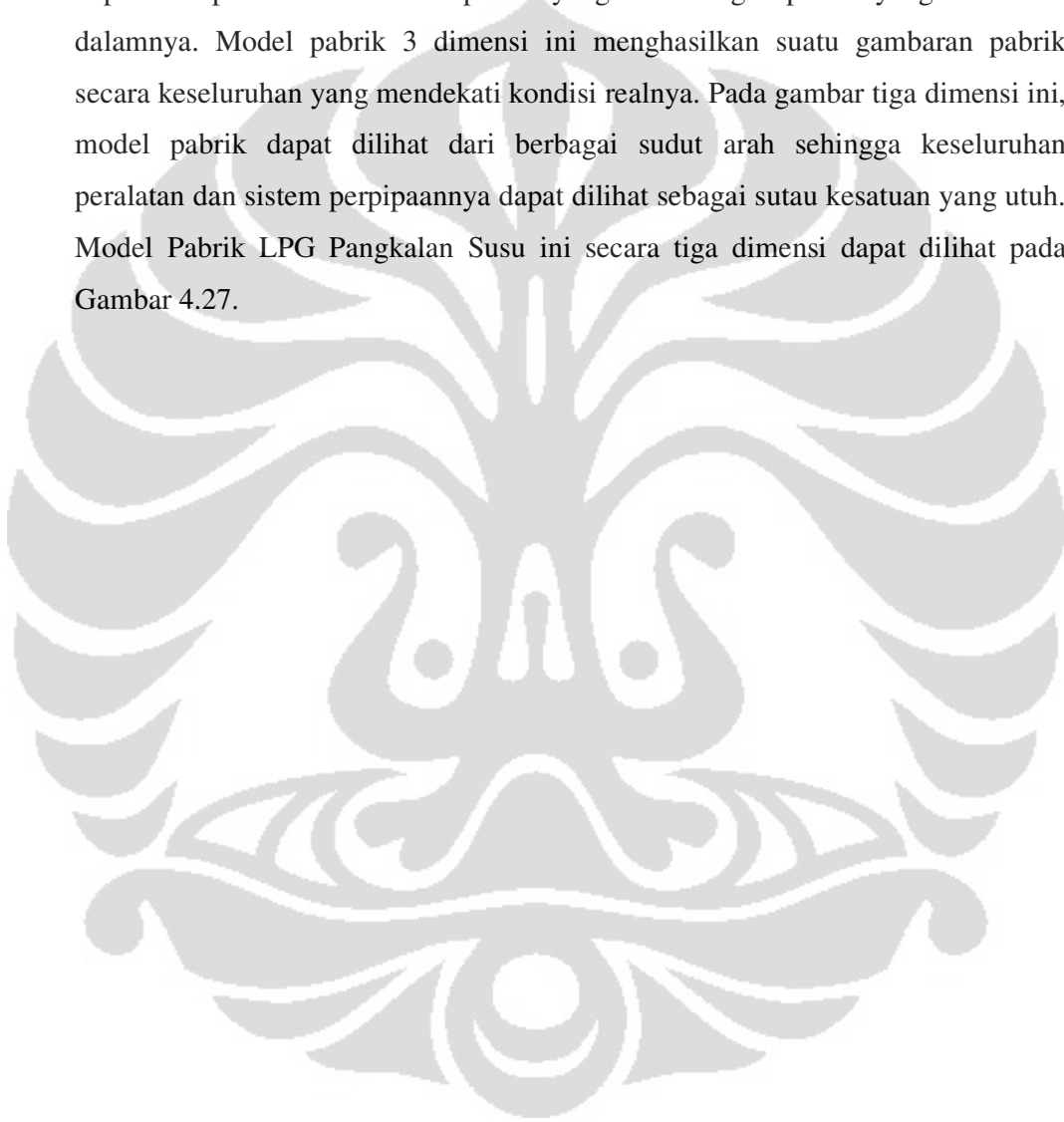
Penggambaran sistem perpipaan pada perancangan ini pertama-tama menggunakan plot plan untuk membuat sketsa awal rute pipa. Pada saat pembuatan sketsa ini, pembuatan rute pipa juga sudah harus mempertimbangkan akses *maintenance* dan faktor kerapian. Sketsa awal ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai jalur yang akan dilalui oleh pipa walaupun hasil routing ini tidak selalu mutlak sama pada aplikasi 3D nya. Hal ini dikarenakan pada sketsa awal, faktor elevasi belum terlihat sehingga masih ada kemungkinan pipa yang berbeda akan saling menumpuk. Setelah mensimulasikan rute yang tepat dalam model 3D maka selanjutnya yaitu melengkapi sistem perpipaan dengan instrumentasi dan valve.

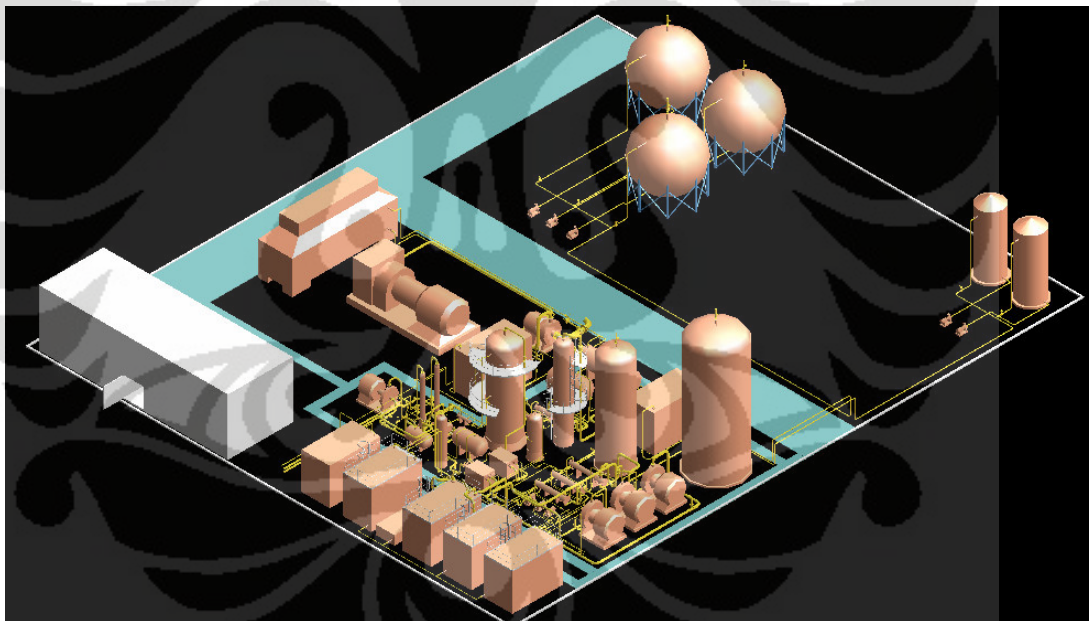
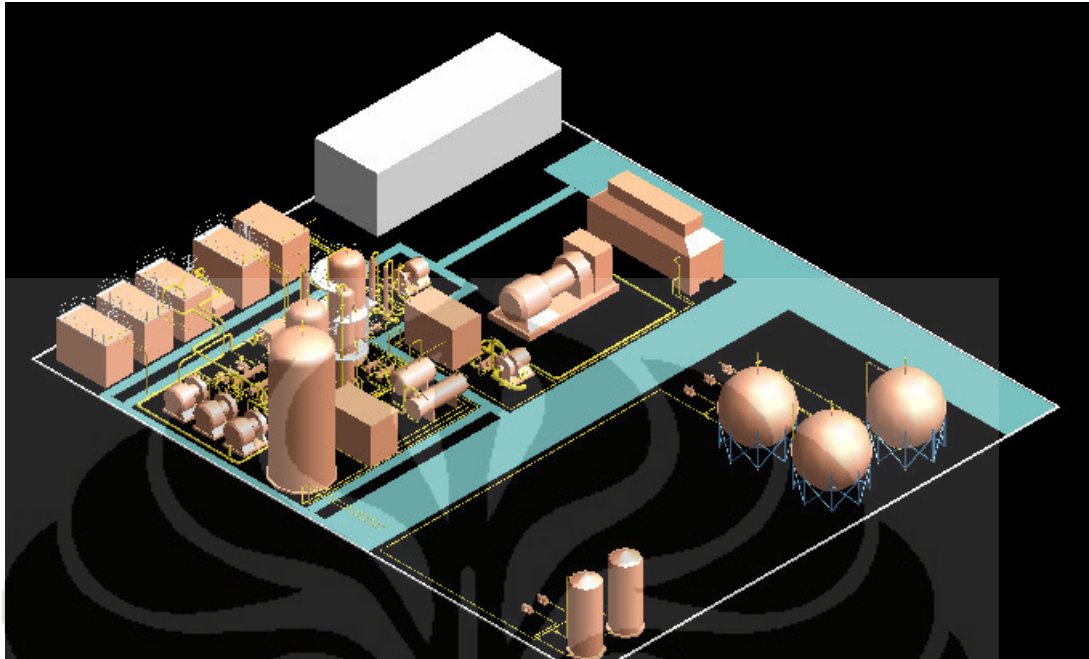


Gambar 4.26 Tata letak peralatan LPG plant dalam model tiga dimensi

4.6.5 Hasil Model Pabrik Tiga Dimensi

Model pabrik tiga dimensi yang utuh akan dihasilkan setelah menggabungkan desain tiga dimensi peralatan dan desain tiga dimensi sistem perpipaannya. Penggambaran model pabrik 3 dimensi pada perancangan ini dilakukan dengan menggunakan software 3 dimensi. Model pabrik 3 dimensi ini dapat mempresentasikan suatu pabrik yang utuh dengan proses yang terlibat di dalamnya. Model pabrik 3 dimensi ini menghasilkan suatu gambaran pabrik secara keseluruhan yang mendekati kondisi realnya. Pada gambar tiga dimensi ini, model pabrik dapat dilihat dari berbagai sudut arah sehingga keseluruhan peralatan dan sistem perpipaannya dapat dilihat sebagai suatu kesatuan yang utuh. Model Pabrik LPG Pangkalan Susu ini secara tiga dimensi dapat dilihat pada Gambar 4.27.





Gambar 4.27 Model tiga dimensi LPG Plant Pangkalan Susu

4.7 *Bill of Material*

Bill of material untuk sistem perpipaan pada perancangan ini diperoleh dari dua sumber yaitu P&ID dan model tiga dimensi. Dari P&ID akan diperoleh data jumlah dan jenis valve serta instrumentasi. Dari model tiga dimensi akan diperoleh panjang pipa dan fitting yang sesungguhnya dibutuhkan. *Bill of material* sistem perpipaan LPG Plant Pangkalan Susu ini dapat dilihat pada lampiran 6.

4.8 Perhitungan Biaya Investasi

Biaya investasi yang akan dihitung pada bagian ini yaitu total capital investment. Total capital investment ini meliputi komponen-komponen seperti :

a. Total Biaya Peralatan (C_{TBM})

Biaya-biaya peralatan yang dihitung merupakan biaya *free on board*. Artinya biaya-biaya pembelian peralatan itu tidak termasuk ke dalam biaya pengiriman, biaya pemasangan, biaya konstruksi dan lain sebagainya.

Selain biaya untuk pembelian peralatan, terdapat juga komponen biaya tambahan lain untuk peralatan yang meliputi biaya instalasi, pemasangan pipa, instrumentasi, konstruksi, listrik serta biaya pengiriman. Untuk biaya ini akan digunakan fraksi seperti yang tercantum pada Tabel 4.16. Untuk biaya sistem perpipaan akan dihitung berdasarkan *bill of material* yang telah dibuat sebelumnya. Perhitungan biaya peralatan dan sistem perpipaan terdapat di lampiran.

Tabel 4. 16 Biaya Tambahan Peralatan

Biaya Tambahan Peralatan	Fraksi
Instalasi Peralatan	0,1
Instalasi Listrik	0,03
Konstruksi	0,05
Biaya Pengiriman	0,05

b. Total of depreciable capital (C_{TDC}) yang terdiri dari:

- o Direct permanent investment (C_{DPI})

Direct permanent investment adalah biaya tetap yang harus dikeluarkan pada saat membangun suatu pabrik.

- Biaya preparasi lokasi (C_{site}) yang diasumsikan sebesar 4 % dari C_{TBM} . Biaya ini meliputi biaya survei lahan, drainase, pembuatan jalan, dan biaya preprasi lahan lainnya.
- Biaya fasilitas service (C_{serv}) yang diasumsikan sebesar 8,4% dari C_{TBM} . Biaya ini meliputi biaya pembangunan bangunan kantor, gudang, garasi, peralatan safety, tempat makan dan fasilitas pekerja yang lainnya.
- Biaya tidak terduga dan kontraktor (C_{cont}) yang umumnya diasumsikan sebesar 15% dari C_{DPI}

c. **Total permanent investment (C_{TPI})** yang meliputi:

- Biaya tanah (C_{land}) untuk tanah sebesar 5 % dari C_{TDC}
- Biaya royalti yang besarnya 2% dari C_{TDC}
- Biaya *startup plant* yang besarnya 10% C_{TDC}

Hasil perhitungan *total capital investment* LPG plant ini disajikan pada Tabel 4.17.

Dari perhitungan total capital investment ini terdapat perbedaan sebesar 16% terhadap perhitungan pada tahap *feasibility study* yang menghasilkan \$15.935.917. Perbedaan ini terjadi karena pada tahap *front end engineering design*, biaya sistem perpipaan dan instrumentasi diambil berdasarkan P&ID dan hasil routing yang dihasilkan pada perancangan ini. Pada tahap *feasibility study*, biaya sistem perpipaan dan instrumentasi dihitung berdasarkan metode fraksi belum berdasarkan routing atau rancangan sebenarnya dari sistem itu sendiri sehingga biaya yang dihasilkan kurang akurat.

Tabel 4.17 Perhitungan total capital investment

Ctbn	
Biaya Peralatan	9.602.770
Biaya Piping & Instrumentasi	462.245
Biaya Tambahan Peralatan :	
Instalasi Peralatan	480.139
Instalasi listrik	288.083
Konstruksi	480.139
Biaya Pengiriman	192.055
Total Ctbn	11.505.430
Ctdc	
Site Preparation	460.217
Cservice	920.434
Calloc	4.696,70
	1.385.348
Kontraktor	207.802
Total Depreciable Capital	1.593.151
Ctpi	
Tanah	63.726
Royalti	31.863
Start Up	159.315
Total Ctpi	254.904
Total Capital Investment	13.353.485

BAB V

KESIMPULAN

Pada perancangan tahap lanjut pembangunan LPG Plant Pangkalan Susu ini terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil yaitu :

1. Dari hasil perancangan ini baik melalui plot plan maupun permodelan pabrik tiga dimensi diperoleh bahwa lahan yang dibutuhkan untuk seluruh unit proses LPG ialah sebesar 3300m².
2. Hasil akhir dari perancangan ini adalah berupa gambar pabrik tiga dimensi sebagaimana terdapat pada gambar 4.27.
3. Penggunaan model pabrik tiga dimensi memberikan keuntungan pada pembuatan *bill of material* karena pengguna langsung mendapatkan informasi mengenai panjang pipa, jumlah fitting, dan jumlah komponen perpipaan lainnya dari routing yang telah ada sebagaimana yang terlampir pada *digital file*.
4. *Total capital investment* yang dibutuhkan untuk pembangunan LPG *plant* ini ialah \$ 13.353.485.
5. Perbedaan perhitungan biaya investasi pada perancangan ini terhadap tahap *feasibility study* ialah sebesar 16%.

DAFTAR PUSTAKA

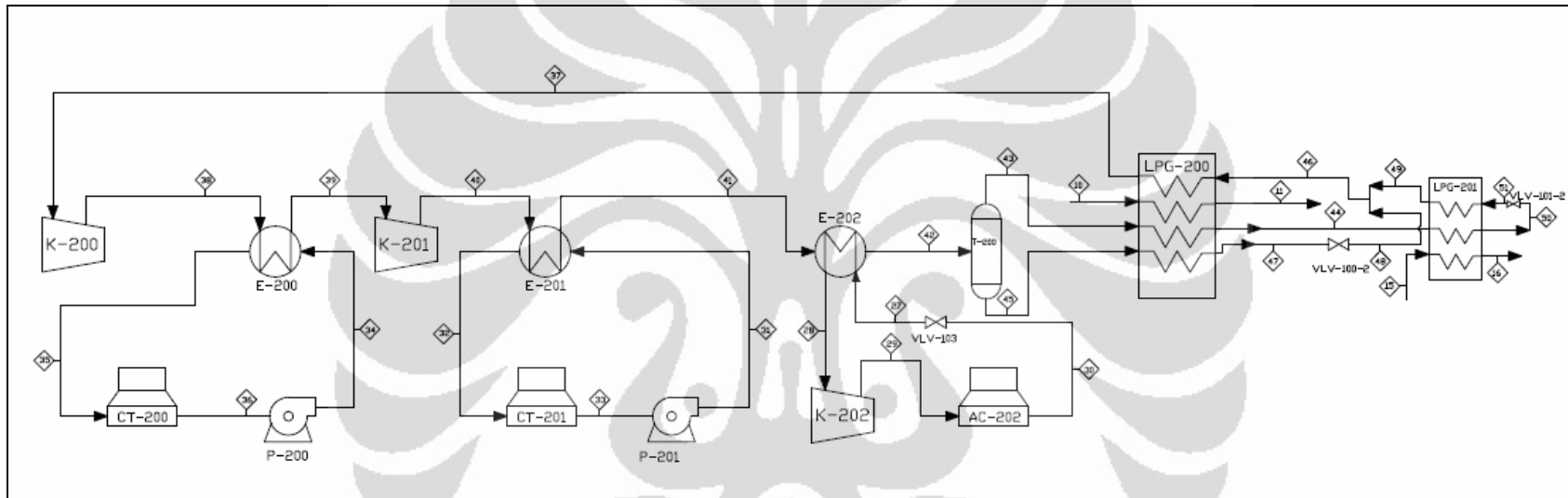
- [1] Karamoy, John S. *The Oil Man*. Jakarta: QCommunication, 2006.
- [2] Nurani, Ade. "Studi Kelayakan Pembangunan LPG Plant Lapangan Gas Pangkalan Susu Sumatera Utara." Skripsi sarjana, Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2008 .
- [3] BP Migas. "Pengembangan Literatur Bisnis Gas Bumi di Indonesia: Aspek Teknologi dan Pengolahan Gas." Jakarta, 2008.
- [4] Anonim. "Liquid Petroleum Gaseous". www.wikipedia.org (25 Januari 2009)
- [5] PT.Medco LPG Kaji. "Profil Medco LPG Kaji." Jakarta, 2008.
- [6] Anonim. "Hydrocarbon Processing's Gas Process Handbook" Gulf Publishing Co.Schaumbur, 2004.
- [7] Anonim. "About EPC." www.p3planningengineer.com (27 Januari 2009)
- [8] Cheryl, D." Where I can find the definion of FEED." <http://id.answers.yahoo.com> (22 Januari 2009)
- [9] Raswari. *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: UI Press, 1987.
- [10] Bausbacher and Roger Hunt. *Process Plant Layout and Piping Design*. New Jersey: PTR Prentice Hall, 1993
- [11] Anonim. "Material Process." www.red-bag.com (8 Maret 2009)
- [12] Burns and Roe. "EPCO-Desalination." <http://www.roe.com/pdfs/Epc-DesalinationPDF.pdf> (11 Februari 2009)
- [13] PT Medco LPG Kaji. "Proses Digital Control System." Kaji, 2005
- [14] Daratech Inc. "3D Plant Design Systems: Benefits and Paybacks."
- [15] Ludwig, Ernest E. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Vol 3. New York : McGraw Hill, 1965
- [16] Anonim. "Equipment Online Catalog." www.genemco.com. (8 Maret 2009)
- [17] Anonim."Plant Layout: Storage Tanks." www.red-bag.com (8 Maret 2009)
- [18] Timmerhaus, Max S Peters, and Ronald Ewest. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. 5th ed. New York : McGraw Hill, 2003

- [19] Campbell, John M. *Gas Conditioning and Processing*. Vol 2 : The Equipment Modules. Oklahoma: Campbell Petroleum Series, 1988.
- [20] Priyoasmoro, Cahyo. "The Beauty of Centrifugal Compressor".
http://groups.yahoo.com/group/Migas_Indonesia. (1 Juni 2009)

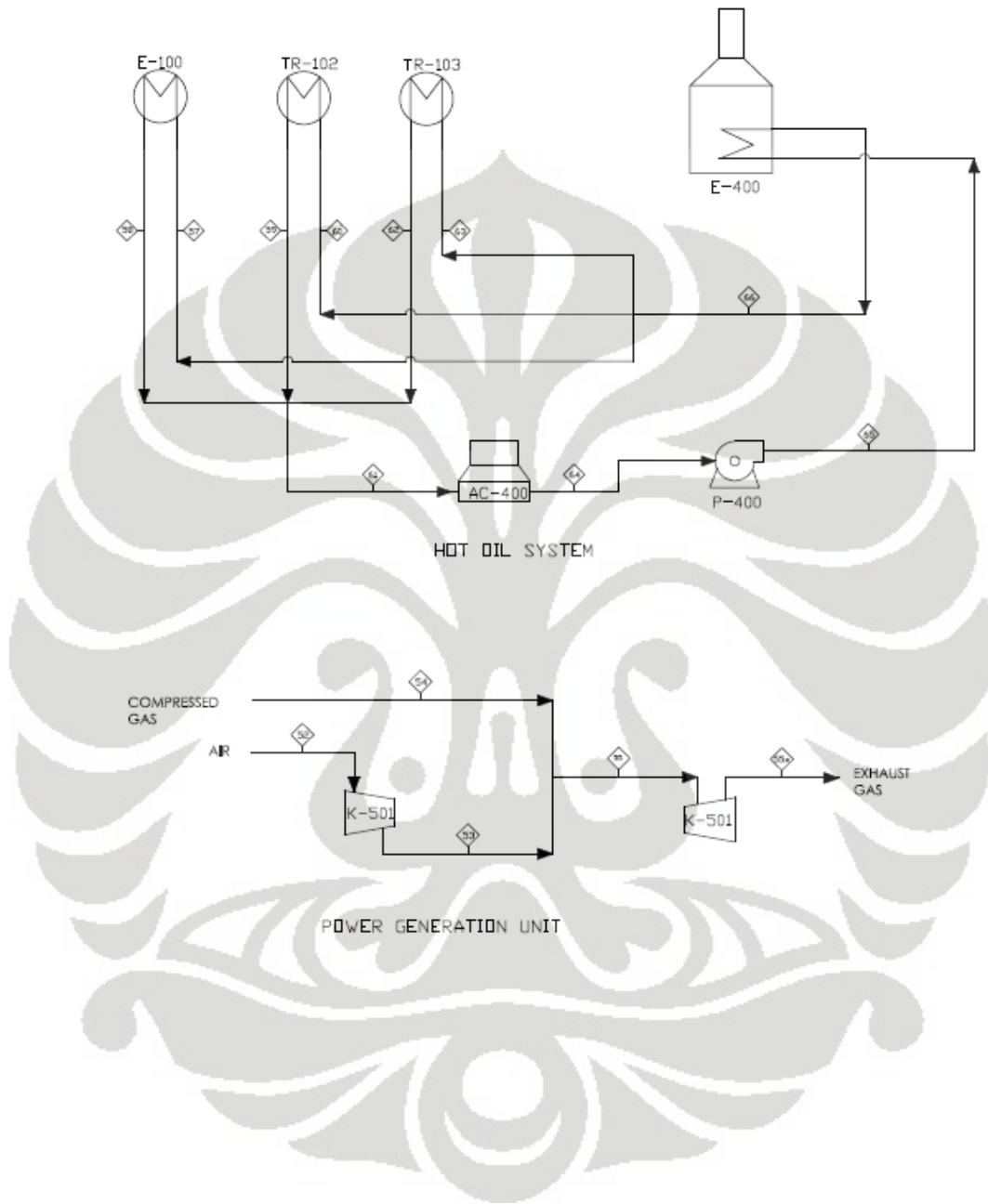


LAMPIRAN

Lampiran 1 PFD Unit Refrigerasi



Lampiran 2 PFD Unit Hot Oil system dan Power Generation



Lampiran 3 Hasil Perhitungan Diameter Pipa Optimum

Line No	From	To	$\rho(\text{kg/m}^3)$	$Q(\text{m}^3/\text{s})$	Pa.s	D(in)
1	Well	V-100	12,5	0,241	1,16E-05	7,9
2	V-100	K-100	12,5	0,241	1,16E-05	7,9
3	K-100	T-100A	28,3	0,106	1,49E-05	6,1
4	Reg gas in	E-100	10,0	0,021	1,14E-05	2,5
5	E-100	T-100B	5,3	0,039	1,81E-05	3,1
6	T-100B	AC-100	6,0	0,034	1,59E-05	3,0
7	AC-100	Reg gas out	8,7	0,024	1,18E-05	2,7
8	T-100A	LPG-100	28,2	0,106	1,49E-05	6,1
9	LPG-100	T-101	39,7	0,076	1,24E-05	5,4
10	T-101	LPG-200	37,0	0,048	9,42E-06	4,4
11	LPG-200	LPG-100	37,4	0,101	8,81E-06	6,1
12	T-101bot	LPG-100	512,7	0,002	1,18E-04	1,7
13	LPG-100	VLV-101	199,8	0,006	1,99E-04	2,7
14	VLV-101	T-102	124,6	0,010	1,99E-04	3,1
15	T-102vap	LPG-201	21,6	0,092	8,44E-06	5,4
16a	LPG-201	V-101a	19,5	0,016	1,99E-04	4,0
16b	V-101a	LPG-100	19,5	0,016	8,49E-06	2,5
16c	V-101a	T-102	470,3	0,004	9,06E-05	2,0
17	T-102bott	TR-102	484,7	0,007	9,61E-05	2,7
18	TR-102	T-102	28,9	0,083	9,60E-06	5,4
19	TR-102	T-103	492,1	0,002	9,99E-05	1,5
20	T-103vap	TC-103	23,1	0,347	9,14E-06	10,0
20a	TC-103	V-103	499,1	0,015	1,06E-04	3,8
21	V-103	T-103	212,0	0,015	1,06E-04	3,8
22	V-103	ST-100	204,0	0,015	1,06E-04	3,9
23	T-103 bott	TR-103	498,3	0,021	9,57E-05	4,4
24	TR-103	T-103	31,0	0,327	9,81E-06	10,0
25	TR-103	AC-101	498,3	0,015	9,58E-05	3,8
26	AC-101	ST-101	608,5	0,015	1,99E-04	4,0

Refrijerasi

27	VLV-103	E-202	4,2	0,4088	6,81E-04	10,0
28	E-202	K-202	1,8	0,9485	8,59E-06	9,8
29	K-202	CT-202	3,3	0,5227	9,51E-06	9,3
30	CT-202	VLV-103	78,8	0,0217	0,00E+00	9,7
31	P-201	E-201	997,7	0,0009	6,80E-04	1,2
32	E-201	CT-201	938,2	0,0010	6,80E-04	1,3
33	CT-201	P-201	997,7	0,0010	2,49E-04	1,3
34	P-200	E-200	1007,4	0,0010	8,90E-04	1,3
35	E-200	CT-200	997,8	0,0010	6,81E-04	1,3
36	CT-200	P-200	1007,4	0,0010	8,91E-04	1,3
37	LPG-200	K-200	3,9	0,2652	8,32E-06	7,0
38	K-200	E-200	10,6	0,0986	1,13E-05	5,1
39	E-200	K-201	14,9	0,0698	1,11E-05	4,6

40	K-201	E-201	37,4	0,0278	1,49E-05	3,5
41	E-201	E-202	53,0	0,0196	1,28E-05	3,1
42	E-202	T-200	206,6	0,0050	6,81E-04	2,5
43	T-200-top	LPG-200	61,2	0,0029	1,10E-05	1,3
44	LPG-200	LPG-201	466,8	0,0009	1,04E-04	1,1
45	T-200-bott	LPG-200	407,2	0,0021	6,47E-05	1,5
46	Mix-100-4	LPG-200	49,9	0,0209	6,81E-04	3,9
47	LPG-200	VLV-100-2	558,8	0,0015	2,20E-04	1,4
48	VLV-100-2	Mix-100-4	99,3	0,0087	6,81E-04	2,9
49	LPG-201	Mix-100-4	17,0	0,0105	6,81E-04	2,5
50	LPG-201	VLV-101-2	434,0	0,0009	7,84E-05	1,1
51	VLV-101-2	LPG-201	19,0	0,0094	6,81E-04	2,4

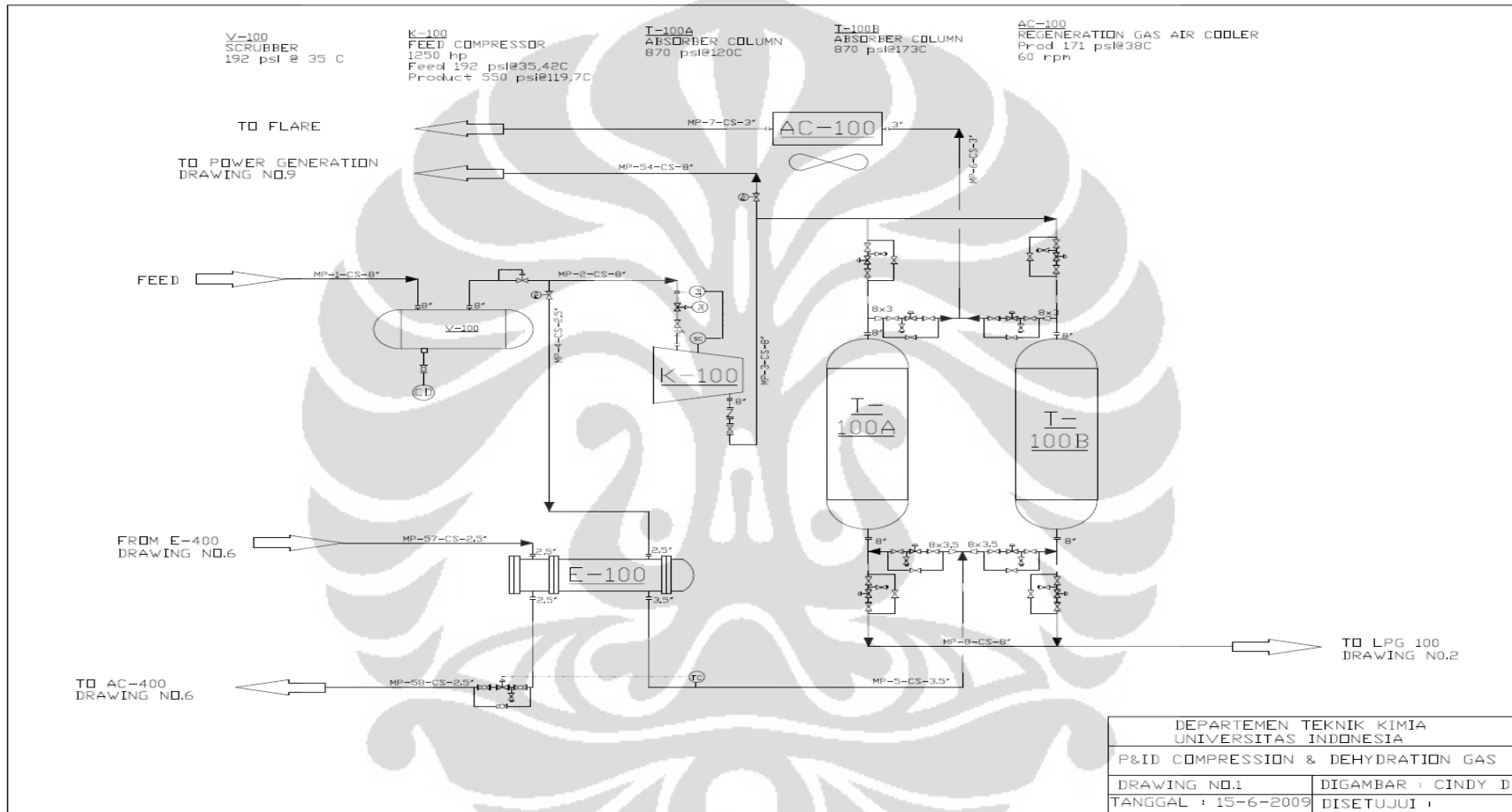
Power generation

52	Air	K-500	1,2	3,382	1,88E-05	20
53	K-500	mix	4,3	0,931	2,87E-05	14
54	Gas	mix	8,9	0,018	1,43E-05	2,5
55	Co-500	mix	1,1	0,307	7,43E-05	10

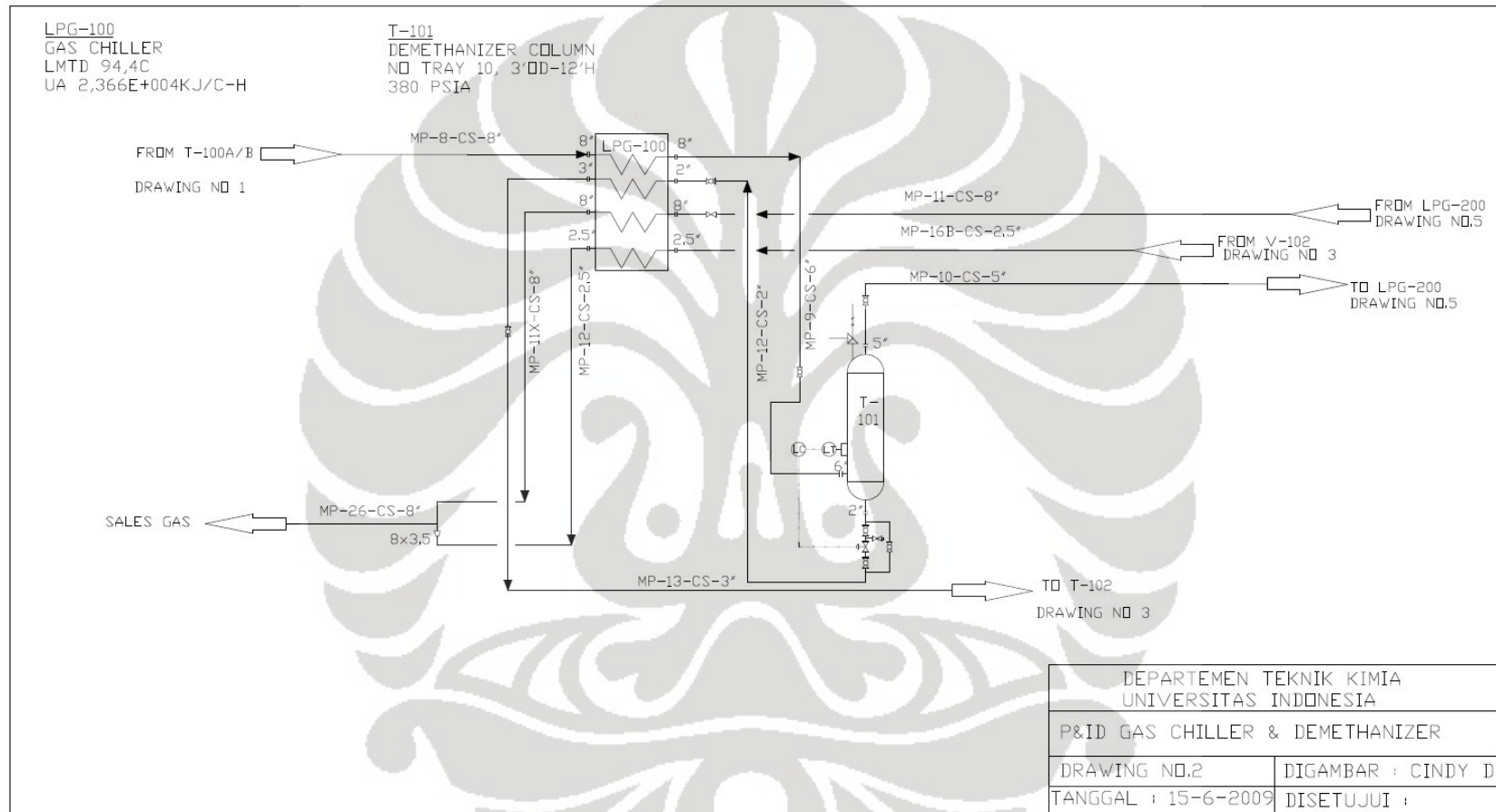
Hot Oil

56	regas	E-100	9,2	0,023	1,17E-05	3
57	splitter	E-100	569,5	0,005	2,57E-04	2,5
58	E-100	Mix-105	561,1	0,005	2,43E-04	2,5
59	TR-102	Mix-105	624,1	0,005	3,92E-04	2,5
60	Splitter	TR-102	569,5	0,005	2,57E-04	2,5
61	Mix-105	CT-400	730,9	0,008	1,46E-03	3,5
62	TR-103	Mix-105	700,8	0,008	9,09E-04	3,5
63	Splitter	TR-103	569,5	0,010	2,57E-04	3,5
64	CT-400	P-400	543,3	0,011	2,18E-04	3,5
65	P-400	E-400	543,5	0,011	2,18E-04	3,5
66	E-400	Splitter	569,5	0,010	2,57E-04	3,5

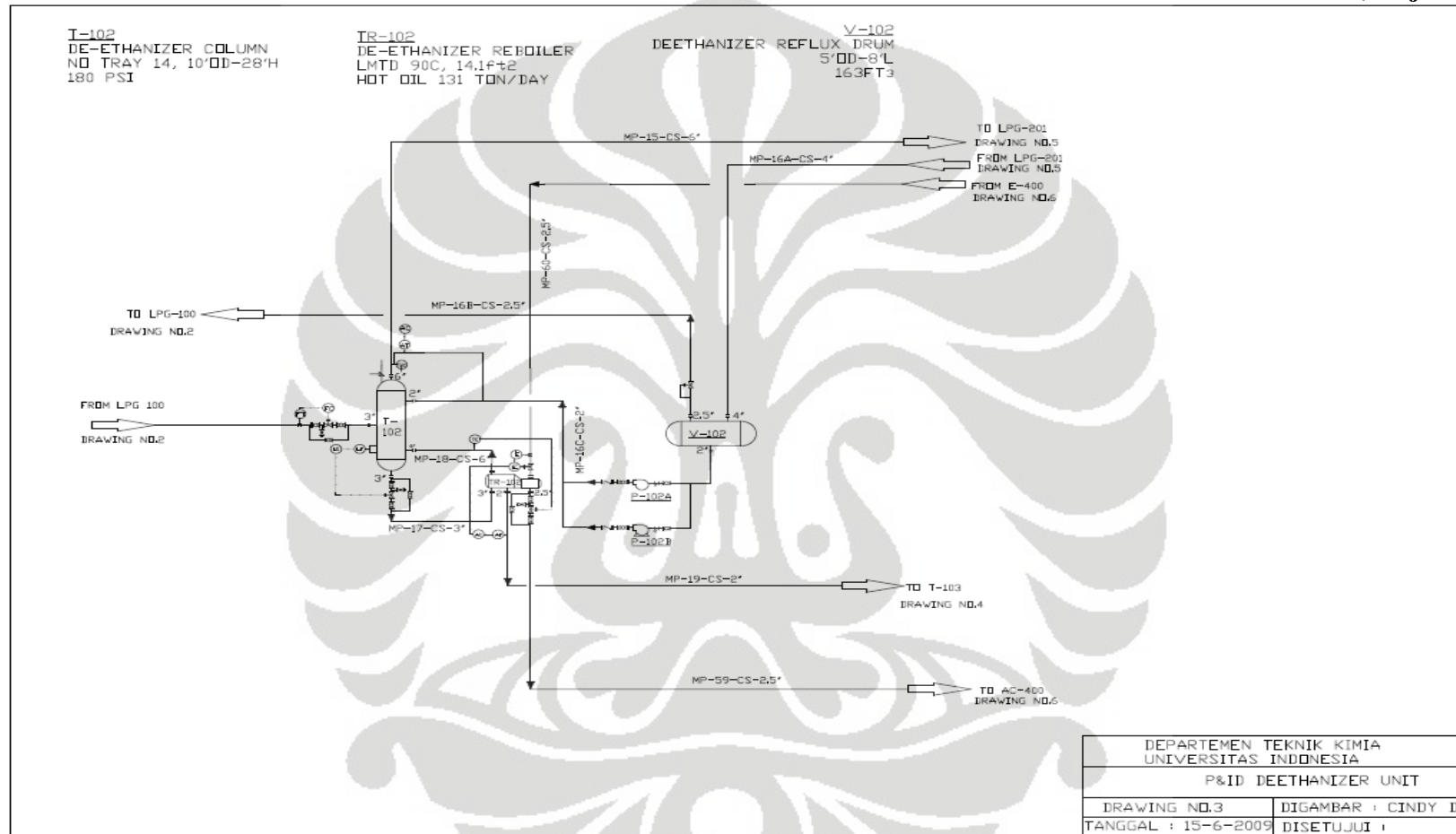
Lampiran 4 P&ID LPG Plant Pangkalan Susu



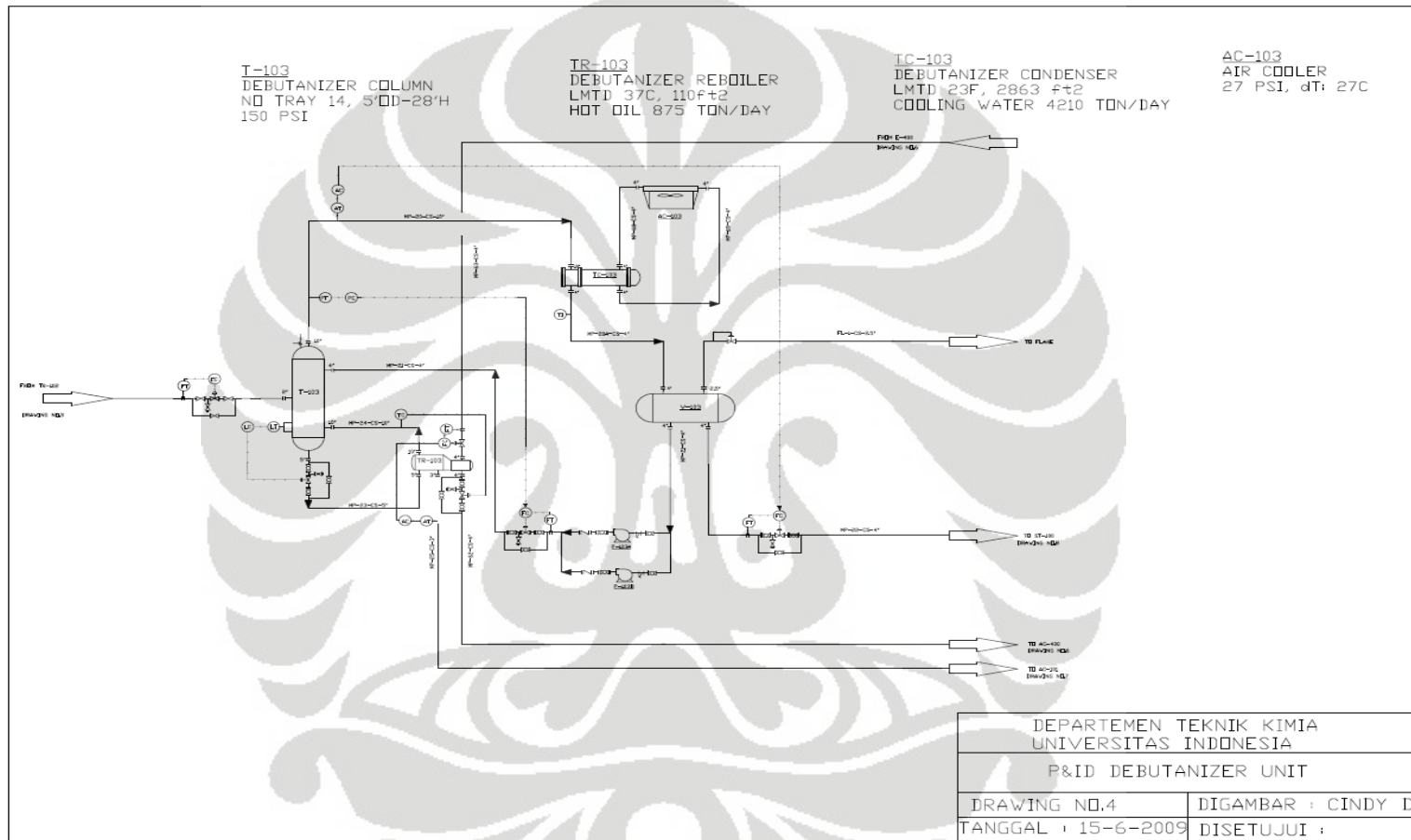
(Lanjutan)



(Lanjutan)



(Lanjutan)



Lampiran 5 Koordinat peralatan proses LPG Plant Pangkalan Susu

CODE	EAST (X)	NORTH(Y)
K100	27748.71	48107.60
V-100	21579.68	49987.20
T-100A	23317.20	47802.80
T-100B	23317.20	46253.40
E-100	21217.73	45478.70
AC-100	22140.80	57792.94
LPG-100	21345.53	47564.68
T-101	18653.92	50474.56
LPG-200	14721.68	50190.40
T-102	17449.80	44780.20
LPG-201	14658.18	47731.36
TR-102	17260.09	41910.00
T-103	14198.60	41732.20
TC-103	16859.57	34208.79
TR-103	17234.69	40540.78
K-200	3238.50	48463.20
K-201	3238.50	45161.20
K-202	3238.50	41859.20
T-200	14262.89	44767.50
E-200	9491.66	47716.28
E-201	9491.66	47716.28
E-202	9123.36	44196.00
AC-200	2438.40	57792.94
AC-201	6858.79	57792.94
AC-202	11216.48	57792.94
AC-101	9541.67	35407.60
ST-100	31521.40	13167.52
	31521.40	4963.32
	39739.89	4963.32
ST-101	2377.28	3109.12
	6746.08	3109.12
P-200	8207.40	49174.40
P-201	9244.00	49174.40
P-103	10361.30	49223.10
E-400	44145.20	37185.60
P-400	24100.62	36058.47
AC-400	23409.27	40132.00
K-501	24752.31	33578.80
GT-500	33892.60	38228.00

Lampiran 6 Bill of material sistem perpipaan LPG Plant Pangkalan Susu

NO STREAM	PIPE D (in)	PIPE LENGTH (M)	ST TEE		REDUCER		ELBOW		VALVE					GASKET	FLANGE	STRAINER	
			SPEC	QTY	SPEC	QTY	D	QTY	control	gate	ball	check	PSV			TYPE	QTY
P-1	8	15,4					8	4						1	1		
P-2	8	3,7	8X8	2			8	6	2	1				6	6	Y	1
P-3	8	11,9	8X8 8X9	3 2			8	10	2	7	2	1		25	25		
P-4	2,5	8,1			8X4 4X2,5	1 1	2,5	8	1					3	3		
P-5	3,5	1,4	8X8 3,5X3,5	1	8X3,5	2	8 3,5	3 3	2	6	2			19	19		
P-6	3	0,5			8X4 4X3	1	3	1	2	6	2			19	19		
P-7	3 2,5	42	3x3	1	3x2,5	1	3 2,5	7 6									
P-8	8	3,6	8X8	1	8X4	1	4 8	2 6	2	6	2			20	20		
P-9	6	2,1					6	4			1			4	4		
P-10	5	10,3					5	5			1			4	4		
P-11	8	4,7					8	6		1				4	4		
P-12	2	3,8					2	5	1		5			13	13		
P-13 dan P-14	3	8,6					3	8	1		5			13	13		
P-15	6	15,5					6	8						1	1		
P-16A	4	3,9					4	6	1		4	2		2	2	Y	2
P-16B	2,5	5,9					2,5	8						4	4		

(Lanjutan)

NO STREAM	PIPE D (in)	PIPE LENGTH (M)	ST TEE		REDUCER		ELBOW		VALVE					GASKET	FLANGE	STRAINER	
			SPEC	QTY	SPEC	QTY	D	QTY	control	gate	ball	check	PSV			TYPE	QTY
P-16C	2	9,4					2	6						14	14		
P-17	3	2,5					3	3	1		4			11	11		
P-18	6	0,9					6	1						2	2		
P-19	2	10,9					2	8	1		4			11	11		
P-20	10	16,2					10	9						2	2		
P-20A	4	7,1					4	6						2	2		
P-21	4	11,6					4	4	1		8	2		23	23		
P-22	4	82			4X4	1	4	11	4		2			19	19		
P-23	5	4,2					5	9	1		4			11	11		
P-24	10	3,3					10	7						2	2		
P-25	2	16,5					2	9						2	2		
P-26	4	66,5	4X4	1			4	15	2					7	7		
P-27	10	17,1	10X10	1			10	13		1				3	3		
P-28	10	6,4	10X10	1			10	8	2		1			6	6	Y	1
P-29	10	33,6					10	13		1		1		6	6		
P-31	2	8,6					2	8			1	1		5	5	Y	1
P-32	2	16,6					2	9	1		4			11	11		
P-33	2	10,4	2X2	1			2	10			1	1		5	5	Y	2
P-34	2	4,1					2	7			1	1		5	5	Y	2
P-35	2	18,7					2	11	1		4			11	11		
P-36	2	15,4	2X2	1			2	13			1	1		5	5	Y	2

(Lanjutan)

NO STREAM	PIPE D (in)	PIPE LENGTH (M)	ST TEE		REDUCER		ELBOW		VALVE					GASKET	FLANGE	STRAINER	
			SPEC	QTY	SPEC	QTY	D	QTY	control	gate	ball	check	PSV			TYPE	QTY
P-37	8	10,7	8X8	1			8	9	2		1			6	6	Y	1
P-38	6	9					6	15			2	1		7	7	Y	2
P-39	5	5,7	5X5	1			5	11	2		1			6	6	Y	1
P-40	3,5	11,9					3,5	12			2	1		7	7	Y	2
P-41	3,5	3,9					3,5	7			1			4	4		
P-42	2,5	6,2					2,5	7	1		4			11	11		
P-43	2	9,7					2	7	1					4	4		
P-44	2	7,2					2	6						2	2		
P-45	2	6,2					2	5	2					7	7		
P-46	4	3,2			4X3	1	4	4						1	1		
P-47	4	4,6	3X3	2	4X3	1	4	4			1			2	2		
P-48	3	8,2					3	4						1	1		
P-49	3	2					3	2						1	1		
P-50dan P-51	2,5	2,2					2,5	4			1			4	4		
P-52			20X20	1			20	1	1	1				6	6	Y	1
P-53	14	4	14x14	1	14x12	2	14	4	1	1	2			7	7		
					14x6	1											
					6x3	1											
					4x3	1											
					8x4	1											

(Lanjutan)

NO STREAM	PIPE D (in)	PIPE LENGTH (M)	ST TEE		REDUCER		ELBOW		VALVE					GASKET	FLANGE	STRAINER	
			SPEC	QTY	SPEC	QTY	D	QTY	control	gate	ball	check	PSV			TYPE	QTY
P-54	3	9,3					3	9		1				2	2		
P-55	14	27,8			14X10		10	5						1	1		
P-56	2,5	8,1			8X4	1	2,5	8						1	1		
					4X2,5	1											
P-57	2,5	3,5			4X2,5	1	2,5	7	1					3	3		
P-58	2,5	3,6					2,5	4	1		4			10	10		
P-59	2,5	1,3					2,5	3	1		4			11	11		
P-60	2,5	2,4	4X2,5	1			2,5	3	2					5	5		
P-61	3,5	9,7			3,5X2,5	1	3,5	7						1	1		
P-62	3,5	1,6	3,5X2,5	1			3,5	4	1		4			11	11		
P-63	3,5	2,1					3,5	3	2					5	5		
64	3,5	12,3	3,5X3,5	1			3,5	8			2			5	5	Y	2
65	3,5	26,3					3,5	10			2	1		7	7	Y	2
66	3,5	40,4	3,5X3,5	2			3,5	9	1		4			10	10		
P-C3 MAKEUP	6	8,5	10X6	1			6	4									
P-COND LOAD 1	4	8,2					4	3	1		4	2		17	17	Y	2

(Lanjutan)

NO STREAM	PIPE D (in)	PIPE LENGTH (M)	ST TEE		REDUCER		ELBOW		VALVE					GASKET	FLANGE	STRAINER	
			SPEC	QTY	SPEC	QTY	D	QTY	control	gate	ball	check	PSV			TYPE	QTY
P-COND_LOAD2	4	6,6					4	1	1		4	2		17	17	Y	2
P-LPG-LOAD1	4	9					4	4	1		4	2		17	17	Y	2
P-LPG LOAD2	4	19,1					4	5	1		4	2		17	17	Y	2
P-LPG LOAD3	4	18,3					4	5	1		4	2		17	17	Y	2
P-PSV-ST 100A													1				
P-PSV-ST 100B													1				
P-PSV-ST 100C													1				
P-PSV-ST 101A													1				
P-PSV-ST 101B													1				
P-PSV-T101													1				
P-PSV-T102													1				
P-PSV-T103													1				
P-PSV-D101													1				
P-PSV-D102													1				

Lampiran 7 Biaya sistem perpipaan LPG Plant Pangkalan Susu

NO STREAM	BIAYA (\$)											
	PIPA	TEE	REDUCER	ELBOW	CON.VALV	GATE	BALL	CHECK	PSV	GASKET	FLANGE	STRAINER
P-1	3080	-	-	120	-	-	-	-	-	73	73	-
P-2	740	60	-	180	1000	500	-	-	-	438	438	250
P-3	2380	90	-	300	1000	3500	1000	500	-	1825	1825	-
P-4	506,25	-	60	240	200	-	-	-	-	219	219	-
P-5	122,5	30	60	180	400	3000	1000	-	-	1387	1387	-
P-6	37,5	-	30	30	400	3000	1000	-	-	1387	1387	-
P-7	3150	30	30	390	-	-	-	-	-	-	-	-
P-8	720	30	30	240	1000	3000	1000	-	-	1460	1460	-
P-9	315	-	-	120	-	-	500	-	-	292	292	-
P-10	1287,5	-	-	150	-	-	500	-	-	292	292	-
P-11	940	-	-	180	-	500	-	-	-	292	292	-
P-12	190	-	-	150	200	-	2500	-	-	949	949	-
P-13 dan P-14	645	-	-	240	200	-	2500	-	-	949	949	-
P-15	2325	-	-	240	-	-	-	-	-	73	73	-
P-16A	390	-	-	180	200	-	2000	1000	-	146	146	200
P-16B	368,75	-	-	240	-	-	-	-	-	292	292	-
P-16C	470	-	-	180	-	-	-	-	-	1022	1022	-
P-17	187,5	-	-	90	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-18	135	-	-	30	-	-	-	-	-	146	146	-
P-19	545	-	-	240	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-20	4050	-	-	270	-	-	-	-	-	146	146	-
P-20A	710	-	-	180	-	-	-	-	-	146	146	-
P-21	1160	-	-	120	200	-	4000	1000	-	1679	1679	-
P-22	8200	-	30	330	800	-	1000	-	-	1387	1387	-
P-23	525	-	-	270	200	-	2000	-	-	803	803	-

(Lanjutan)

NO STREAM	BIAYA (\$)											
	PIPA	TEE	REDUCER	ELBOW	CON.VALV	GATE	BALL	CHECK	PSV	GASKET	FLANGE	STRAINER
P-25	825	-	-	270	-	-	-	-	-	146	146	-
P-26	6650	30	-	450	400	-	-	-	-	511	511	-
P-27	4275	30	-	390	-	500	-	-	-	219	219	-
P-28	1600	30	-	240	1400	-	500	-	-	438	438	350
P-29	8400	-	-	390	-	500	-	500	-	438	438	-
P-31	430	-	-	240	-	-	500	500	-	365	365	100
P-32	830	-	-	270	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-33	520	30	-	300	-	-	500	500	-	365	365	200
P-34	205	-	-	210	-	-	500	500	-	365	365	200
P-35	935	-	-	330	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-36	770	30	-	390	-	-	500	500	-	365	365	200
P-37	2140	30	-	270	1000	-	500	-	-	438	438	250
P-38	1350	-	-	450	-	-	1000	500	-	511	511	500
P-39	712,5	30	-	330	400	-	500	-	-	438	438	100
P-40	1041,25	-	-	360	-	-	1000	500	-	511	511	200
P-41	341,25	-	-	210	-	-	500	-	-	292	292	-
P-42	387,5	-	-	210	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-43	485	-	-	210	200	-	-	-	-	292	292	-
P-44	360	-	-	180	-	-	-	-	-	146	146	-
P-45	310	-	-	150	400	-	-	-	-	511	511	-
P-46	320	-	30	120	-	-	-	-	-	73	73	-
P-47	460	60	30	120	-	-	500	-	-	146	146	-
P-48	615	-	-	120	-	-	-	-	-	73	73	-
P-49	150	-	-	60	-	-	-	-	-	73	73	-
P-50dan P-51	137,5	-	-	120	-	-	500	-	-	292	292	-

(Lanjutan)

NO STREAM	BIAYA (\$)											
	PIPA	TEE	REDUCER	ELBOW	CON.VALV	GATE	BALL	CHECK	PSV	GASKET	FLANGE	STRAINER
P-53	1400	30	180	120	830	500	1000	-	-	511	511	-
P-55	9730	-	-	150	-	-	-	-	-	73	73	-
P-56	506,25	-	30	240	-	-	-	-	-	73	73	-
P-57	218,75	-	30	210	200	-	-	-	-	219	219	-
P-58	225	-	-	120	200	-	2000	-	-	730	730	-
P-59	81,25	-	-	90	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-60	150	30	-	90	400	-	-	-	-	365	365	-
P-61	848,75	-	30	210	-	-	-	-	-	73	73	-
P-62	140	30	-	120	200	-	2000	-	-	803	803	-
P-63	183,75	-	-	90	400	-	-	-	-	365	365	-
64	1076,25	30	-	240	-	-	1000	-	-	365	365	200
65	2301,25	-	-	300	-	-	1000	500	-	511	511	200
66	3535	60	-	270	200	-	-	-	-	730	730	-
P-C3_MAKEUP	1275	30	-	120	-	-	-	-	-	-	-	-
P-COND_LOAD 1	820	-	-	90	200	-	2000	1000	-	1241	1241	200
P-COND_LOAD 2	660	-	-	30	200	-	2000	1000	-	1241	1241	200
LPG-LOAD1	900	-	-	120	200	-	2000	1000	-	1241	1241	200
P-LPG_LOAD2	1910	-	-	150	200	-	2000	1000	-	1241	1241	200
P-LPG_LOAD3	1830	-	-	150	150	-	2000	1000	-	1241	1241	150
P-PSV-ST 100A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P-PSV-ST 100B	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	-	-	-
P-PSV-ST 100C	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	-	-	-
P-PSV-ST 101A	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	-	-	-
P-PSV-ST 101B	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	-	-	-
P-PSV-T101	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	-	-	-

(Lanjutan)

NO STREAM	BIAYA (\$)											
	PIPA	TEE	REDUCER	ELBOW	CON.VALV	GATE	BALL	CHECK	PSV	GASKET	FLANGE	STRAINER
P-PSV-T103	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	600	600	-
P-PSV-D101	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	600	600	-
P-PSV-D102	-	-	-	-	-	-	-	-	663,55	600	600	-
Total Biaya Tiap Komponen	96743,75	810	600	14730	14180	16000	57000	11500	6635,5	44982	44982	3900
Total Biaya Piping & Kontrol			308163,3									
Biaya Instrumentasi (50% biaya piping&kontrol)			154081,6									
TOTAL BIAYA SISTEM PERPIPAAN			462244,9									

Lampiran 8 Daftar biaya peralatan LPG Plant Pangkalan Susu

No.	Unit Proses		Harga (US\$)	
	Dehidrasi gas Umpan		Harga Alat	Total
1	E-100	Fired Heater	32.927	
2	T-100A	Absorber Column	38.207	
3	T-100B	Absorber Column	38.207	
4	AC-100	Regas Air Cooler	15.346	
5	K-100	Feed Compressor	1.826.732	
6	V-100	Scrubber	17.200	
7		Molecular Sieve	4.932	
				1.973.551
	Main Process (Fractionation)			
8	T-101	Demethanizer	74.694	
9	T-102	Deethanizer	250.965	
10	TR-102	Vessel 2 Reboiler	17.023	
11	V-102	Vessel 2 reflux drum	8400	
12	T-103	Debutanizer	74.103	
13	TC-103	Vessel 3 Condenser	33.105	
14	TR-103	Vessel 3 Reboiler	14.909	
15	V-103	Vessel 3 reflux drum	8400	
16	LPG-100	Gas Chiller 1	92.743	
17	P-103 (A&B)	TC-103 pump	13434	
18	AC-101	Condensate Stabilizer	15.346	
19	ST-100	LPG Storage Tank (3)	143334	
20	ST-101	Condensate Storage Tank (2)	43124	
				789.580
	Refrigeration			
21	LPG-200	Gas Chiller 2	86.860	
22	LPG-201	Gas Chiller 3	16.676	
23	K-200	MCR Compressor	504.079	
24	K-201	MCR Compressor	659.783	
25	K-202	Propane Compressor	421.668	
26	E-300	MCR HE 1	11.999	
27	E-301	MCR HE 2	18.013	
28	AC-200	MCR Air Cooler 1	15.346	
29	E-302	MCR Heat Exchanger	14.759	
30	T-200	2 Phase Separator	55.460	

(Lanjutan)

31	D-101	Propane storage	21500	
32	D-102	MCR storage	21500	
33		Refrijeran MCR	43.819	
34		Refrijeran Propana	124.965	
				2016427
	Cooling Water Cycle			
35	P-201 (A&B)	E-201 pump	10874	
36	P-202 (A&B)	E-202 pump	10874	
37	AC-201	Air Cooler Air	15.346	
38	AC-202	Air Cooler Air	15.346	
				52.440
	Steam Generation Plant			
39	P-400 (A&B)	AC-400 pump	7.806	
40	AC-400	Hot Oil Air Cooler	15.346	
41	E-400	Furnace	334.657	
				357.809
	Power Generation Plant			
42	K-500	Gas Compressor	-	
43	K-501	Air Compressor	2.654.434	
44	GT-500	Gas Turbine	1.680.469	
				4.334.903
	Loading Unit			
45	P-COND (4)	Condensate pump	31224	
46	P-LPG (6)	LPG pump	46836	
				78.060
	TOTAL BIAYA PERALATAN			9.602.770