

**PRA RANCANGAN PABRIK LIQUIFIED METHANE GAS  
DARI LIMBAH TERNAK DENGAN  
KAPASITAS 1000.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia



**HAZAD MUSTOFA KHADAFFI**

**( 02 521 167 )**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**PRA RANCANGAN PABRIK LIQUIFIED METHANE GAS**  
**DARI LIMBAH TERNAK DENGAN**  
**KAPASITAS 1000.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**



Yogyakarta, Juni 2007

Pembimbing I

**DR. Dra. Hasnah Mu'in, SU**

Pembimbing II

**Ariany Zulkania, ST, M. Eng**

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**  
**PRA RANCANGAN PABRIK LIQUIFIED METHANE GAS**  
**DARI LIMBAH TERNAK DENGAN**  
**KAPASITAS 1000.000 TON/TAHUN**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

Nama : Hazad Mustofa Khadaffi

No.Mahasiswa : 02 521 167

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

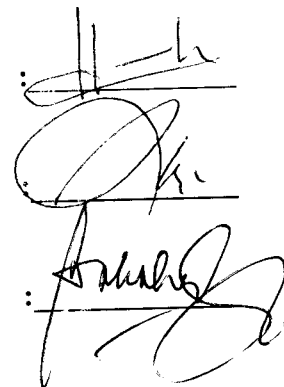
Yogyakarta, Juni 2007

Tim Penguji

**Dr. Dra. Hasnah Mu'in, SU.**  
Ketua

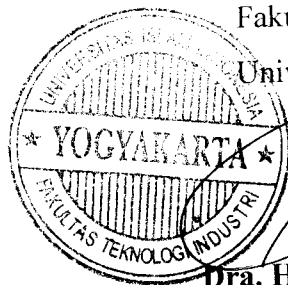
**Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.**  
Anggota I

**Ir. Djoko Hartojo, MM.**  
Anggota II



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



**Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hazad Mustofa Khadaffi  
No. Mahasiswa : 02 521 167

Menyatakan bahwa seluruh hasil penelitian ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.  
Demikian pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.





Duve Thx to :

- Allah SWT, atas segala Maha KaryaMu yg indah dan sempurna...
- My Lovely Mum, Hj Chuzaimah you're the best mum in the world for me.. thx for all, tetap sabar n semangat ya mum.. Allah memang telah memberiku malaikat bernama ibu yang hebat!!
- Babe gue, H.M Ismail W.P, terimakasih atas bantuan, doa dan dukungannya...
- My lovely Sisters, mba danni, SE n de' Intan, Sked kalian bidadari2 penyelamatku... thx untuk 23 tahun yang indah...
- My Brothers, maz Trian(+ si kecil Rocky-ricco), SE n de' dr. Latief I never hav a brother b4, but now i have 2 brother.. thx ntuk semuanya yo bro.. sukses buat kalian!!
- Geng Solo++, danang,berry,dodoy-ST,ipuk.andi,aref,fiqih,dede,azhar,ervin-ST,huda,dayat,yoyox untuk berjuta kenangan yg terukir..

*Pernah kita sama2 susah.. terperangkap didingin malam...  
terjerumus dalam lubang jalanan.. digilas kaki sang waktu yg sombong...  
terjerat mimpi yg indah.. lelah..  
Pernah kita sama2 rasakan panasnya mentari hanguskan hati..  
sampai saat kita nyaris ta percaya bahwa roda nasib memang berputar..  
sahabat masih ingatkah kau...*

kutunggu aksi2 selanjutnya...

- teman-teman tekim 02 kabeh, n sbagian tekim 98-06 sing kenal aku... makasii ntu hilangkan smua rasa raguku terhadap almamaterku dan terhadap Teknik Kimiaku! Saat2 indah bersama kalian tak akan terulang kembali... tapi aku bangga bisa berdiri diantara kalian....
- my patner, gusva makasi ntu smuanya, maaf klo2 ada salah, n met berjuang bro... maaf aku duluan....
- my special sohib, szabo-ST n dika makasiiiiiiii..... nice to know you..
- Kos UM, eyang umi, eyang Sudihardjo(Alm), mba mar, mba ipung, pak narto, dimas, pak de untuk tempat tinggal yg ramah, aman, strategis serta lingkungan yg nyaman..

- Anak2 kos UM, Dian(polin), pepen-ST, sulis-ST, wisnu, edi, anan, agus, gun2, rizal, deni, anto, aziz-ST, fery-ST, andi-ST, mas agung-ST, RRC crew n para leluhur UM makasi untuk persaudaraannya....
- Teman2 KKN angktn 33 unit 39, budi,oliph,uswa,rizal n mbanya,astri,lussy,esa n masnya, yudha,aidil,oky piye2??.. akhire aku bisa duluan hihi...
- Teman2 di LIJ jepang,arie,tiw2,nina,lina,linda,riri,dian,dzul,kus,trie,sensei(kadek) o genki desu ka??..Ganbatte kudasai!! Dan Sayonara...
- Teman2 Smaga  
  - ex 1-9 n 2-9, md,rima(mas naim n ai),erna,arum,jefri,nia,denny,lusi, krisna,diana,gatha,raes,tyas,aas,uwi,ririn,andit,fanny,cahyo,umbu,kokok, dana,donik,bagja,tesar,agus dll
  - we are the best class in smuga.. keep it guys n sukses bwt klan smua...*
  - dullah n ardi(ak duluan yoo..),nunil(makasi ntu smuanya, maaf dan selamat tinggl mba..),uul(makasi yoo)
- MAPALA Unisi, untuk semua pelajaran serta pengalaman berharga, untuk upgrading mentalku, untuk persaudaraan yg gila, untuk menanamkan rasa cintaku kepada alam dan menumbuhkan rasa benciku terhadap para perusak lingkungan, untuk mengenalkanku pd sebuah organisasi yg profesional makasih untuk sebuah semboyan :  
  - " Pantang Kembali Sebelum Tercapai Puncak Idaman "*
- Seseorang yang selalu memberi semangat kepadaku ntuk bertahan hidup meski aku belum menemukanmu...( dimana engkau?? Hehe..) selamat berjuang mba!!!  
  - suatu saat kita pasti bertemu..

*Terima kasih untuk smuanya..*

*Terima kasih untuk nama Daffi, Tikuz, Pitax, dan dabul*

*Terima kasih untuk mengukir 4 tahun10 bulanku yang tak terlupakan.....*

*i'll miss that day*

## MOTTO

*"Allah akan mengangkat derajat orang yang beriman dan berpengetahuan diantaranya beberapa tingkat lebih tinggi"*

*QS. Al Mujadillah: 11*

*"Pantang Kembali Sebelum Tercapai Puncak Idaman"*

*MAPALA Unisi*

*"Process is number one and result is number eleven"*

*"You'll Never Walk Alone"*

*Liverpool FC*



## KATA PENGANTAR



*Assalamualaikum Wr., Wb.*

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad SAW, sahabat serta para pengikutnya.

Penyusunan tugas akhir yang berjudul "***Pra Rancangan Pabrik Liquefied Methane Gas Dari Limbah Ternak Dengan Kapasitas 1000.000 Ton/Tahun***", merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Dengan terselesaikannya laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir.Fathul Wahid, MSc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia,
2. Ibu Dra. Hj. Kamariah Anwar MSi., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dr. Dra. Hasnah Mu'in, SU dan Ibu Ariany Zulkania, ST,M.Eng selaku Dosen Pembimbing, atas bimbingan serta waktu yang telah diberikan.
4. Kepada kedua orang tua dan keluarga besar, atas segala kasih sayang, kepercayaan dan doa yang tiada hentinya.

5. Kepada partnerku atas kerjasamanya.
6. Kepada teman-teman Teknik Kimia 2002 atas segala supportnya.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini, karena penyusun sadar masih banyak kekurangan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

*Wassalamualaikum Wr.,Wb.*



Jogjakarta, Juni 2007

Penyusun

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	-----	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	-----	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI</b>	-----	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	-----	iv
<b>MOTTO</b>	-----	v
<b>KATA PENGANTAR</b>	-----	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	-----	vii
<b>DAFTAR TABEL</b>	-----	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	-----	xii
<b>ABSTRAKSI</b>	-----	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>		
1.1 Latar Belakang	-----	1
1.2 Kapasitas Perancangan	-----	8
1.3 Tinjauan Pustaka	-----	10
<b>BAB II PERANCANGAN PRODUK</b>		
2.1 Spsifikasi Produk	-----	15
2.1.1 Karakteristik Produk	-----	15
2.1.2 Komposisi Produk	-----	16
2.2 Spesifikasi Bahan Baku	-----	16

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu-----	17
2.4 Pengendalian Kualitas -----	18
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku-----	18
2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk-----	18

### **BAB III PERANCANGAN PROSES**

3.1 Uraian Proses-----	20
3.2 Metode Penentuan Perancangan-----	26
3.2.1 Neraca Massa -----	26
3.2.2 Neraca Panas -----	30
3.2.3 Spesifikasi Alat-alat Proses -----	37
3.3 Perancangan Produksi -----	82
3.3.1 Kemampuan Pabrik-----	82
3.3.2 Kemampuan Pasar-----	83

### **BAB IV PERANCANGAN PABRIK**

4.1 Lokasi Pabrik -----	84
4.2 Tata Letak Pabrik-----	86
4.3 Tata Letak Proses-----	89
4.4 Maintenance-----	90
4.5 Utilitas-----	91
4.5.1 Unit Pengadaan air -----	93
4.5.2 Unit Pengadaan Steam -----	120

4.5.3 Unit Pengadaan Listrik-----	120
4.5.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar -----	122
4.5.5 Unit Pengolahan Limbah Atau Air Buangan -----	123
4.5.6 Unit Pengadaan Nitrogen -----	125
4.6 Organisasi Perusahaan -----	125
4.6.1 Bentuk perusahaan-----	125
4.6.2 Struktur Organisasi -----	127
4.6.3 Tugas Dan Wewenang -----	128
4.6.4. Pembagian jam Kerja Karyawan-----	136
4.6.5 Status Karyawan Dan Sistem Upah -----	138
4.6.6 Kesejahteraan Karyawan-----	140
4.6.7 Kesehatan dan Keselamatan Kerja -----	141
4.7 Evaluasi Ekonomi -----	143
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan-----	159
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> -----	161
<b>LAMPIRAN</b>	



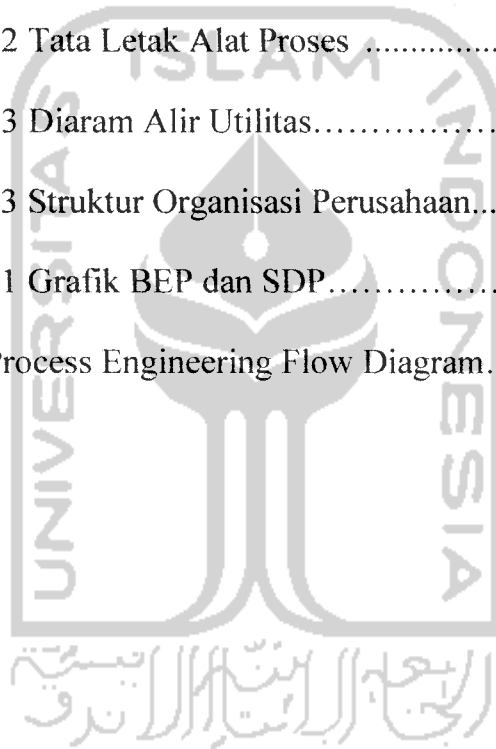
## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Populasi Ternak menurut Provinsi dan Jenis Ternak.....	3
Tabel 1.2 Ketersediaan Sumber Daya Energi .....	4
Tabel 1.3 Kontribusi gas-gas pada efek rumah kaca dan sumber emisi global.....	6
Tabel 1.4 Import Bahan Bakar Minyak tahun 2006.....	9
Tabel 2.1 Komposisi LMG .....	16
Tabel 3.1.1 Neraca Massa Pada Mixer.....	26
Tabel 3.1.2 Neraca Massa Pada Filter .....	26
Tabel 3.1.3 Neraca Massa Pada Reaktor .....	27
Tabel 3.1.4 Neraca Massa Pada Absorber-01 .....	27
Tabel 3.1.5 Neraca Massa Pada Stripper-01.....	28
Tabel 3.1.6 Neraca Massa Pada Dehidrator-01.....	28
Tabel 3.1.7 Neraca Massa Pada Absorber-02 .....	29
Tabel 3.1.8 Neraca Massa Pada Stripper-02 .....	29
Tabel 3.1.9 Neraca Massa Pada Dehidrator-02.....	30
Tabel 3.2.1 Neraca Panas Pada Absorber-01.....	31
Tabel 3.2.2 Neraca Panas Pada Dehidrator-01.....	31
Tabel 3.2.3 Neraca Panas Pada Stripper -01 .....	32
Tabel 3.2.4 Neraca Panas Pada Absorber-02.....	32
Tabel 3.2.5 Neraca Panas Pada Dehidrator-02.....	33
Tabel 3.2.6 Neraca Panas Pada Stripper -02.....	33
Tabel 3.2.7 Neraca Panas Pada Reboiler-01 .....	34

Tabel 3.2.8 Neraca Panas Pada Reboiler-02 .....	34
Tabel 3.2.9 Neraca Panas Pada cooler-01 .....	34
Tabel 3.2.10 Neraca Panas Pada cooler-02 .....	35
Tabel 3.2.11 Neraca Panas Pada cooler-03 .....	35
Tabel 3.2.12 Neraca Panas Pada cooler-04 .....	35
Tabel 3.2.13 Neraca Panas Pada cooler-05 .....	36
Tabel 3.2.14 Neraca Panas Pada cooler-06 .....	36
Tabel 3.2.15 Neraca Panas Pada cooler-071 .....	36
Tabel 3.2.16 Neraca Panas Pada Heater-01 .....	37
Tabel 3.2.17 Neraca Panas Pada Heater-02 .....	37
Tabel 3.2.18 Neraca Panas Pada Heater-03 .....	37
Tabel 3.2.19 Neraca Panas Pada Heater-04 .....	38
Tabel 3.2.20 Neraca Panas Pada Condenser-01 .....	38
Tabel 4.1 Kebutuhan Listrik Untuk Peralatan Proses.....	122
Tabel 4.2 Kebutuhan Listrik Untuk Pengolahan air.....	123
Tabel 4.3 Jadwal Kerja Masing-masing Regu .....	139
Tabel 4.4 Perincian Gaji Karyawan .....	140
Tabel 4.5 Perkembangan Indeks Harga .....	145
Tabel 4.6 Fixed Capital Investment.....	148
Tabel 4.7 Working Capital.....	149
Tabel 4.8 General Expence .....	149
Tabel 4.9 Manufacturing Cost.....	150

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tahap Pembentukan Biogas.....	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif .....	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif.....	40
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik .....	91
Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses .....	93
Gambar 4.3 Diaram Alir Utilitas.....	107
Gambar 4.3 Struktur Organisasi Perusahaan.....	135
Gambar 4.1 Grafik BEP dan SDP.....	158
Gambar Process Engineering Flow Diagram.....	



## ABSTRACTION

Pre design of Liquefied Methane Gas (LMG) with 1000.000 ton/year capacities is made to fullfill the energy alternative requirment besides the methane needed in Indonesia. This factory will reduce the dependence to foreign industries besides it can be exported to the other countries that will increase our foreign exchanger. It will be built in Cikarang, Bekasi.

Raw material, which is called manure, are from cattle waste which can be obtained from some cattles around the factory. The reaction of the manure to be biogas is a fermentation reaction process which the operation is run in the isothermal condition, 38 °C and 1 atm. The raw material needed is 163126.83 kg/hour and water (H<sub>2</sub>O) are 28084.96 kg/hour. The conversion of the reaction is 85% and the equipments are fermenter reactor, absorber, stripper, dan Knock Out Drum.

The process of production is supported by utilities unit that consists of water supply process 489996.2858 kg/hour, steam supply process 14932.1910 kg/hour, electricity suppy process 623.1790 kW and fuel supply process 1374.5494 kg/hour. Water used in water supply process is taken from river near the factory. This factory is planned to be built in the 150.000 m<sup>2</sup>of area. The man power for this factory consists of 216 employees.

The result of the economic analysis shows that the fixed capital investment (FCI) needed to build this LMG factory is Rp 1.650.940.922.931,95, the work cost (WC) is Rp 330.446.137.748,50, the benefit before tax per year is Rp 511.676.805.731,34 and the benefit after tax per year is Rp 255.838.402.865,67. While *percent return on investment* (ROI) before and after tax are 30.993 % and 15.4965 %, respectively. *Pay out time* (POT) before tax is 2.4394 years and after tax is 3.9221 years, *break event point* (BEP) is 41.2003 %, *shut down point* (SDP) is 16.5369 %, and Discounted Cash Flow (DCF) 30,34 %. Finally, based on The result of economic analisys it can be concluded that the factory of Liquefied Methane gas is very interesting to be built.



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berkembang dan tengah mengalami krisis perekonomian dituntut untuk meningkatkan pembangunan di segala bidang agar Indonesia dapat bangkit dan bersaing dengan negara-negara maju maupun yang sedang berkembang seperti di Eropa maupun Asia. Salah satu bidang tersebut adalah industri kimia terutama sektor energi yaitu minyak, gas dan batubara.

Sudah sejak lama pengamat energi memperkirakan sektor minyak bumi Indonesia akan mengalami stagnasi dalam memproduksi minyak mentah sebagai akibat meningkatnya kebutuhan energi dalam negeri. Itulah sebabnya masih dalam kaitan ini, diversifikasi merupakan tujuan dari kebijakan energi Indonesia dalam jangka panjang. Salah satu upaya diversifikasi tersebut adalah meningkatkan produksi dan pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan untuk dimanfaatkan di dalam negeri maupun untuk ekspor.

Dilihat dari prospek pasar, baik dari sisi permintaan maupun sisi pasok, maka masa depan industri energi alternatif, khususnya disini adalah Biogas yang disebut dengan *Liquefied Methane Gas (LMG)*, yaitu biogas dari proses fermentasi limbah ternak yang telah dicairkan di Indonesia, akan sangat cerah, bahkan di masa yang akan datang akan lebih cerah dari prospek industri minyak bumi itu sendiri. Karena disamping cadangan minyak yang semakin berkurang, pemanfaatan limbah ternak yang merupakan bahan baku pembuatan biogas yang tersedia cukup melimpah masih belum optimal, hingga saat ini sebagian besar

*Gusvadillah Syaifudin (02521152)  
Hazad Mustofa Khadaffi (02521167)*

limbah ini hanya dimanfaatkan untuk pupuk cair dan padat pada tanaman. Limbah peternakan ini dapat berupa feses cair dan padat, air yang digunakan untuk membersihkan ternak, dan pada pemotongan hewan dapat berupa darah dan kotoran lainnya. Pemanfaatan untuk pupuk kurang ekonomis jika ditinjau dari fungsinya karena limbah tersebut dapat diolah lagi menjadi gas methane yang memiliki nilai tambah serta limbah sisa proses dapat dijadikan pupuk tanaman.

Masalah yang terbesar jika pada penanganan limbah ternak ini jika kurang diperhatikan akan berdampak pada lingkungan sekeliling kawasan itu. Pencemaran udara akan menimbulkan masalah, apalagi pada waktu musim hujan dan musim kemarau tiba maka bau tak sedap menyebar disekitar kawasan peternakan yang terdapat pemukiman penduduk. Oleh karena itu perlu upaya penanggulangan dan pemanfaatan kembali limbah cair dan padat agar memiliki nilai ekonomis dan manfaat yang tinggi. Dari sisi permintaan, domestik maupun internasional, pemakaian gas akan terus meningkat karena tuntutan dunia akan efisiensi dan kondisi lingkungan hidup yang lebih bersih dan sehat.

LMG merupakan energi alternatif yang dapat diperbaharui dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan bahkan limbah dari prosesnya saja cukup baik untuk tanaman. Berikut ini merupakan tabel populasi ternak menurut provinsi dan jenis ternak selama tahun

**Tabel 1.1 Populasi Ternak menurut Provinsi dan Jenis Ternak (ribu ekor), 2003-2004-2005**

Provinsi	Sapi Perah			Sapi Potong			Kerbau			Kambing			Domba			Babi		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Jawa Barat	95.5	99.7	103.89	223.8	227.5	231.2	146.8	170.2	193.6	930.1	1304.4	1678.7	3288.9	3673.8	4058.7	11.2	13.2	15.2
Jawa Tengah	127.7	129.7	131.7	1345.2	1347.0	1348.8	144.4	144.5	144.6	2984.8	2985.8	2986.8	1972.9	1973.4	1973.9	113.7	119.5	125.3
DI	6.6	7.0	7.4	224.2	226.5	228.8	5.6	5.7	5.8	241.0	243.4	245.8	79.2	80.0	80.8	10.1	10.2	10.3
Yogyakarta	131.8	132.8	133.8	2516.8	2517.2	2517.6	112.2	113.4	114.6	2334.6	2357.9	2381.2	1362.2	1375.9	1389.6	37.3	38.6	38.8
Jawa Timur	0.0	0.0	0.0	9.9	10.4	10.9	163.6	163.8	164.3	522.4	548.5	564.6	476.8	481.5	486.2	10.1	10.1	10.1
Banten	0.0	0.0	0.0	539.8	544.5	549.2	7.2	7.3	7.4	62.0	62.0	62.0	0.0	0.0	0.0	795.2	800.9	805.7
Bali	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	5.4	5.2	5.0	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
DKI Jakarta	3.6	3.5	3.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Sumber : Balai Pusat Statistik, 2006

Dengan produksi yang sedemikian besar pada populasi ternak di beberapa daerah di Indonesia maka dapat disimpulkan bahwa begitu besar limbah yang dihasilkan dan kurang dimanfaatkan dengan baik karena para petani hanya menggunakannya untuk pertanian. Meskipun di beberapa daerah sudah menggunakan limbah ternak untuk membuat *biogas* namun dengan skala kecil dan tanpa pemurnian.

*Biogas* merupakan limbah organik (*biomassa*) dalam bentuk gas yang menjadi sumber energi terbarukan yang selalu tersedia terus-menerus, yang berasal makhluk hidup. Sumber energi baru dan terbarukan ini merupakan solusi untuk menanggulangi krisis energi dan dapat mengurangi impor bahan bakar minyak terutama bahan bakar minyak tanah/kerosin. Berikut ini adalah tabel. Sumber daya energi yang tersedia di alam.

Tabel 1.2. *Ketersediaan Sumber Daya Energi*

Sumber daya	Cadangan	Kapasitas produksi pertahun
Minyak bumi	9,8 Milyar BOE	0,5 Milyar BOE
Gas alam	165,89 TSCF	3,19 TSCF
Batubara	38,01 Milyar TCE	0,05 Milyar TCE
Tenaga	75.000 MW	3200 MW
Geothermal	20.000 Mwe	230 Mwe

*Gusvadillah Syaifudin (02521152)  
Hazad Mustofa Khadaffi (02521167)*





Biomassa	1,085 juta Km <sup>2</sup>	
Energi gelombang	Teridentifikasi	
Energi angin	Prospektif	
Peat (biomassa)	200 Milyar Ton	

Sumber: Kantor Menteri Sumber Daya Energi (SDE), 2000

Hampir dipastikan bahwa energi sangat diperlukan manusia dalam berbagai aktivitas kehidupannya sehari-hari. Bentuk energi yang dimanfaatkan langsung dapat berupa cahaya penerangan dari listrik, minyak tanah untuk memasak, bensin untuk kendaraan dan lain-lain. Oleh karena itu penyediaan energi harus terus berlangsung sehingga manusia di manapun di dunia ini dapat terus melakukan kegiatannya.

Dengan didirikannya pabrik ini di Indonesia diharapkan dapat menanggulangi krisis energi serta masalah lingkungan terutama masalah sampah, khususnya limbah organik. Selain *Biogas* pabrik ini juga menghasilkan pupuk organik yang dapat digunakan sebagai pupuk alternatif pengganti pupuk-pupuk kimia.

Beberapa faktor yang akan mendorong peningkatan *Biogas* LMG ini baik pada sisi penawaran dan permintaannya adalah sebagai berikut :

- ❖ Terus bertambahnya konsumsi gas dunia

IEA memprediksikan bahwa konsumsi gas akan akan tumbuh pada tingkat 2,7% per tahun pada periode hingga 2025, dibandingkan dengan 1,8% untuk minyak, dan 1,5% untuk batubara. Porsi penggunaan gas akan berada pada angka 28% dari penggunaan energi global pada 2025.

❖ Permintaan impor yang cukup tinggi

Sebagian besar negara konsumen gas memiliki produksi gas yang sangat sedikit (Jepang, Korea Selatan) atau telah mengembangkan cadangan gasnya hingga pada suatu titik di mana mereka telah melewati produksi puncaknya sehingga akhirnya bergantung pada gas impor (Amerika Serikat, Inggris).

❖ Masalah Lingkungan dan Global Warming

Masalah lingkungan yang sebelumnya dikesampingkan mulai banyak diperhatikan. Global warming (pemanasan global) yang diakibatkan adanya lapisan CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> di atmosfer bumi di sehingga membuat bumi semakin panas. CO<sub>2</sub> yang sebagian besar merupakan hasil pembakaran minyak bumi yang sebelumnya tersimpan di dalam tanah, sedangkan CH<sub>4</sub> merupakan senyawa organik yang sebagian besar merupakan hasil sampah-sampah atau limbah organik tanpa penanganan yang teruraikan menjadi gas methane oleh mikroba-mikroba.

Tabel 1.3. Kontribusi Gas-gas pada Efek Rumah Kaca dan Sumber Emisi Global

GAS	Kontribusi pada efek rumah kaca	Sumber emisi global	%
CO <sub>2</sub>	45-50%	Batu bara	29
		Minyak bumi	29
		Gas alam	11
		Penggundulan hutan	20
		Lain-lain	10
CH <sub>4</sub>	10-20%		

Sumber: Kantor Menteri Negara KLH, 1990

❖ Kemajuan teknologi

Kemajuan teknologi pencairan telah menyebabkan penurunan pada tingkat belanja kapital (*capital expenditure*) yang cukup besar, di samping karena ukuran

*train* yang lebih besar. Biaya pembawa (*carrier*) LMG juga berkurang cukup signifikan. Pengurangan biaya pengembangan LMG ini membuka peluang untuk meningkatkan penggunaan teknologi LMG ini di mana mungkin sebelumnya teknologi ini sulit mencapai keekonomiannya.

Pemanfaatan dan pengembangan energi alternatif di Indonesia harus terus ditingkatkan lagi melalui upaya perluasan pangsa pasar yang ada dan pembukaan usaha baru.

Beberapa peristiwa yang telah mendorong penggunaan energi alternatif secara luas adalah sebagai berikut:

- ❖ Krisis minyak tahun 1973 yang mengakhiri era tersedia minyak secara murah dan mantap.
- ❖ Cadangan energi dunia terutama minyak mentah yang terus berkurang
- ❖ Munculnya kepedulian lingkungan hidup yang mendorong untuk menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan.
- ❖ Perkembangan teknologi yang mendukung kegiatan proses produksi gas alam hingga pencairan biogas menjadi LMG, dan perkembangan teknologi pengangkutannya.

Pendirian pabrik *Liquefied Methane gas* (LMG) dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku maupun bahan bakar pabrik-pabrik dalam maupun luar negeri. Di samping itu dengan mendirikan pabrik LMG didalam negeri akan memberikan beberapa manfaat, diantaranya :

- a. Memenuhi permintaan akan gas alam oleh negara lain yang diproyeksikan persentasenya akan terus meningkat.

- b. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya pabrik-pabrik yang menggunakan gas alam sebagai bahan bakar maupun bahan baku.
- c. Membantu memperlancar roda perekonomian pemerintah, dengan menambah devisa negara.
- d. Menciptakan lapangan pekerjaan.
- e. Membantu proses diversifikasi energi alternatif
- f. Menciptakan energi baru yang lebih ramah lingkungan

Produk LMG ini merupakan produk yang banyak digunakan pada industri kimia antara lain sebagai bahan baku dalam industri petrokimia seperti pembuatan *ammonia*, *methanol*, serta bahan bakar pembangkit listrik dan bahan bakar pabrik-pabrik seperti pabrik baja, pabrik semen, pabrik gelas/kaca atau bahan bakar pengganti bensin.

### **1.2. Kapasitas Perancangan.**

Untuk saat ini di Indonesia belum ada pabrik yang mengolah secara khusus biogas menjadi *LMG (Liquefied Methane Gas)*. Namun untuk skala kecil untuk kebutuhan rumah tangga (memasak) dan ada beberapa skala besar contohnya di PT. Gunung Madu (GPM) di Lampung dan BPPT project di Jakarta yang memanfaatkan limbahnya untuk dijadikan biogas diproses selanjutnya untuk menghasilkan tenaga listrik. Berikut ini merupakan kebutuhan impor BBM Indonesia.

Table.1.4 Impor Bahan Bakar Minyak Tahun 2006 (dalam barel)

Bulan	Solar	M. Tanah	M. Bakar	Premium	Avtur
Januari	7.806.265,49	1.228.857,00	728.083,00	3.684.069,38	589.976,00
Februari	4.902.628,31	608.186,00	931.257,00	2.814.136,80	342.130,00
Maret	7.217.451,60	1.237.440,00	959.897,00	3.037.081,00	347.401,88
April	6.206.860,71	589.942,00	570.947,00	4.032.701,29	0,00
Mei	5.649.328,29	1.414.302,00	190.000,00	1.813.015,93	237.376,00
Juni	6.371.881,75	892.398,00	737.895,00	1.778.846,00	239.202,00
Juli	11.043.730,68	903.853,00	369.311,00	3.416.216,16	228.381,00
Agustus	10.366.739,34	2.384.641,00	793.696,58	4.486.252,82	597.296,00
September	8.397.180,03	2.464.758,00	1.830.404,57	4.181.795,84	481.540,00
Oktober	7.350.534,34	2.169.670,00	1.238.359,04	4.208.910,77	342.198,00
November	7.503.411,63	915.029,00	630.964,68	2.339.608,21	465.468,00
Desember	8.238.915,65	1.569.296,00	839.921,34	3.158.610,90	241.673,00
<b>Total</b>	<b>90.854.907,82</b>	<b>16.378.352,00</b>	<b>9.820.636,19</b>	<b>38.951.283,80</b>	<b>4.112.631,88</b>

Sumber: Balai Pusat Statistik, 2006

Dari tabel diatas impor BBM terbesar Indonesia ialah solar dengan total impor 90.854.907,82 barell, peringkat kedua ialah premium total impor 38.951.283,80 barell, dan peringkat ketiga ialah minyak tanah/kerosin dengan total impor 16.378.352,00 barell. Dengan berdirinya pabrik LMG ini maka diharapkan kebutuhan impor BBM terutama minyak tanah dapat dikurangi dan ini akan menghemat APBN sehingga dana yang seharusnya untuk membeli minyak tanah dapat dialokasikan untuk prasarana lain.

Berdasarkan pertimbangan faktor diatas maka ditentukan perancangan pabrik *Liquefied methane gas* (LMG) dari gas alam sebesar 1 juta ton/tahun perlu direalisasikan.

### 1.3. Tinjauan Pustaka

*Biogas* adalah gas yang mudah terbakar (*flammable gas*) yang diperoleh dari menguraikan senyawa-senyawa organik dalam *biomassa* sebagai akibat aktivitas mikro organisme (*Fermentasi*) pada kondisi tanpa udara (*Anaerobic*). Kandungan utama *Biogas* adalah gas *Metana* ( $CH_4$ ) dan *Karbondioksida* ( $CO_2$ ). Sebagian kecil adalah gas *Hidrogen Sulfida* ( $H_2S$ ), *Nitrogen* ( $N_2$ ), *Hidrogen* ( $H_2$ ), dan *Karbon monoksida* ( $CO$ ). Kehadiran gas *Metana* yang besar ini membuat *Biogas* mudah terbakar dan dapat dipakai sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan, bahkan pada skala besar dapat menghasilkan energi listrik. Agar dapat menghasilkan nilai kalori yang besar maka perlu dimurnikan untuk menghilangkan gas  $H_2S$  dan  $CO_2$ .

Bahan baku pembuatan *biogas* adalah senyawa-senyawa organik yang banyak terdapat pada :

1. Limbah peternakan, seperti kotoran sapi (perah atau pedaging), ayam, kambing, kerbau, babi, kuda.
2. Sampah-sampah organik perkotaan, seperti sampah pasar dan sampah rumah tangga.
3. Limbah-limbah pertanian, seperti jerami, sekam Padi, batang dan daun-daunan sisa panen, tandan kosong Sawit, bonggol Jagung.
4. Limbah organik industri, seperti ampas pabrik Tahu, limbah pabrik Gula.
5. *Feses*/kotoran manusia.

Masing-masing bahan baku memiliki perbedaan karakter sehingga akan menghasilkan kuantitas dan kualitas *biogas* yang berbeda pula.

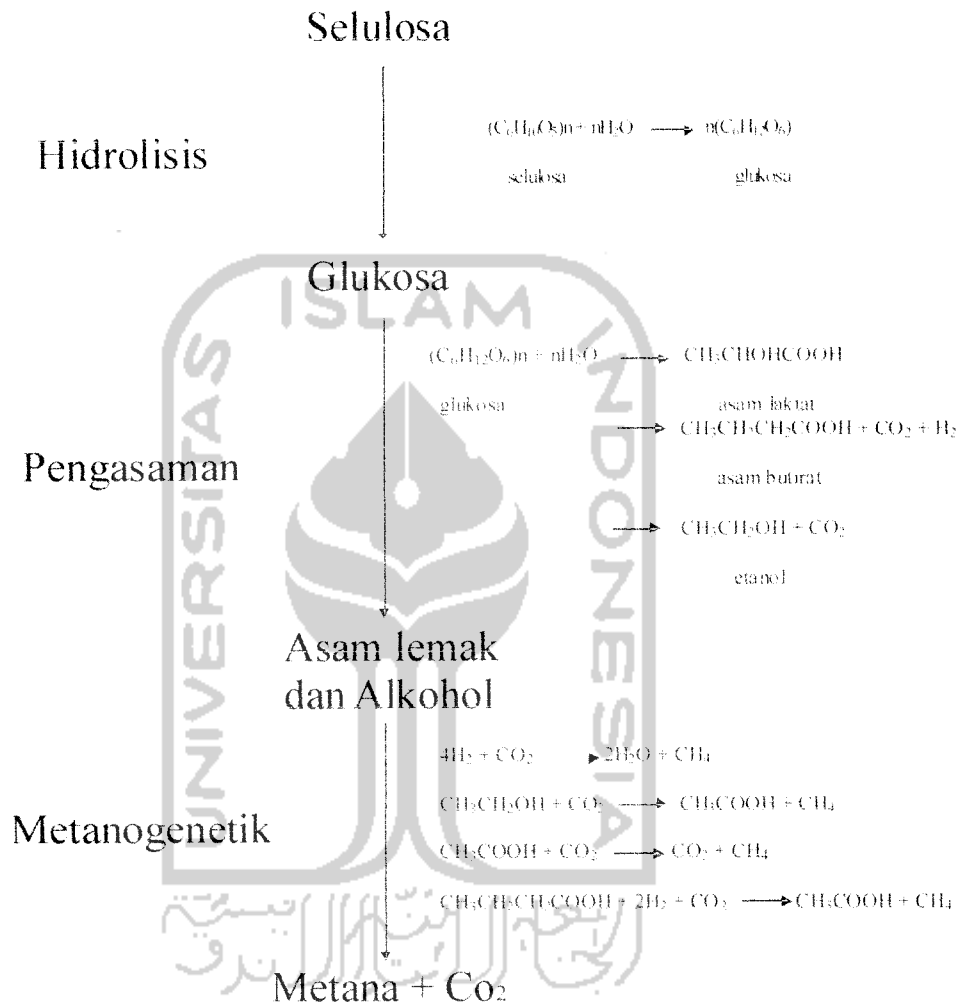
Pembentukan *biogas* dilakukan oleh mikroba pada situasi *anaerob* (*fermentasi*) meliputi tiga tahap, yaitu tahap *hidrolisis*, tahap pengasaman, dan tahap *metanogenik*. ( BPPT, 2006 )

1. Pada tahap *Hidrolisis* terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk *monomer*.
2. Pada tahap pengasaman komponen *monomer* (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap *Hidrolisis* akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan asam *Asetat*, *Propionat*, *Format*, *Laktat*, alkohol, dan sedikit *butirat*, gas *Karbon-dioksida*, *Hidrogen* dan *Amoniak*.
3. Sedangkan pada tahap *Metanogenik* adalah proses pembentukan gas *Metane*.

Sedangkan bakteri-bakteri *anaerob* yang berperan dalam ketiga fase di atas terdiri dari:

1. Bakteri pembentuk asam (*Acidogenic bacteria*) yang merombak senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu berupa asam organik,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ .
2. Bakteri pembentuk asetat (*Acetogenic bacteria*) yang merubah asam organik, dan senyawa netral yang lebih besar dari metanol menjadi asetat dan hidrogen.
3. Bakteri penghasil metan (*metanogens*), yang berperan dalam merubah asam-asam lemak dan alkohol menjadi *Metan* dan *Karbon-dioksida*. Bakteri

pembentuk *Metan* antara lain *Methanococcus*, *Methanobacterium*, dan *Methanosarcina*.



Gambar 1.1 Tahap pembentukan *Biogas* (FAO, 1998)

*LMG* berasal dari biogas yang telah dimurnikan *Biogas* dapat dipakai sebagai sumber energi selayaknya Bahan Bakar Minyak (BBM) atau Bahan Bakar Gas (BBG). Nilai kalor (*heating value*) rata-rata *Biogas* mencapai kisaran



4700 – 6000 kkal/m<sup>3</sup> (20 – 24 MJ/m<sup>3</sup>), tetapi dengan pemurnian nilai kalor yang diperoleh mencapai 6000 kkal/m<sup>3</sup>. Dengan nilai kalor sebesar itu, penggunaan 1 m<sup>3</sup> Biogas (dihasilkan oleh 1,5 ekor kotoran sapi perah per hari) akan setara dengan energi yang dihasilkan oleh :

- 1 pon (0,48 kg) gas LPG
  - 0,52 liter minyak diesel (solar)
  - 0,8 liter gasoline
  - 0,62 liter minyak tanah (*kerosin*)
  - 0,6 liter minyak mentah (*crude oil*)
  - 1,1 liter alkohol
  - 1,4 kg Batubara
  - 4,7 kWh listrik
  - 3,5 kg kayu bakar
- (FAO, 1998)

Produk samping Biogas adalah lumpur organik yang dapat diolah menjadi pupuk kompos. Kualitas pupuk kompos yang dihasilkan cukup baik karena dalam pembuatan biogas menggunakan limbah ternak. Limbah yang dihasilkan berupa cair, berwarna hitam dan tidak berbau karena sudah mengalami proses fermentasi didalam reaktor dengan bakteri tertentu.

Prinsip dasar proses pencairan gas termasuk juga proses LPG, LNG, dan LMG ada dua jalan yang dapat ditempuh yaitu :

1. Gas dicairkan dengan cara mendinginkannya sampai dibawah titik cair jenuhnya pada tekanan atmosferis. Seperti apa yang dilakukan untuk gas

alam menjadi LNG atau LMG hasil fermentasi dengan cara pendinginan sampai mencapai suhu  $-160^{\circ}\text{C}$  pada tekanan atmosferis sedangkan LPG didinginkan sampai mencapai suhu  $-40^{\circ}\text{C}$ ). Proses ini terdiri dari atas proses pendinginan bertingkat.

2. Gas dimampatkan atau ditekan sampai tekanan tertentu sehingga berbentuk cairan pada suhu  $-85^{\circ}\text{C}$  (seperti apa yang dilakukan untuk gas alam menjadi BBG atau CNG yang ditekan sampai tekanan 200 bar atau 2900 psig, serta gas alam menjadi LPG yang ditekan sampai 70 psig untuk LPG butan, 120 psig untuk LPG campuran propan dan butan serta 210 psig untuk LPG propan).

Secara umum proses pembuatan LMG dengan pendinginan dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Proses fermentasi limbah ternak (manure) menjadi biogas
2. Penghilangan gas  $\text{CO}_2$  dengan absorpsi secara kimiawi memakai larutan *Methyl Diethanol Amines* (MEA) yang disebut dengan *CO<sub>2</sub> Removal Unit*.
3. Penghilangan gas  $\text{H}_2\text{S}$  dengan absorpsi secara kimiawi memakai larutan *Methyl Diethanol Amines* (DEA) yang disebut dengan *H<sub>2</sub>S Removal Unit*.
4. Penghilangan Uap Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) secara adsorpsi fisis dengan alat *Silicagel* yang disebut *Dehydration Unit*.
5. Proses pendinginan awal dengan menggunakan Nitrogen cair
6. *Liquefaction unit* (proses kondensasi) atau unit pencairan.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

Produk pabrik LMG memiliki komposisi metana ( $\text{CH}_4$ ) 99,751 %, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) 0,237 % dan hydrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) 0,012 % masing-masing spesifikasi sebagai berikut :

##### 2.1.1 Karakteristik Produk

###### 2.1.1.1 Liquefied Methane Gas ( LMG )

- ❖ BM rata – rata = 16.04
- ❖ Viskositas rata – rata = 0,00025 Pa.s
- ❖ *Freeze Point* = -182. °C
- ❖ *Boiling point* = -161.3 °C
- ❖ *Flammable limits in air %* = 5 – 15
- ❖ Density = 451.52 Kg / M<sup>3</sup>
- ❖ Nilai Kalori = 656.66 BTU / lb
- ❖ Panas penguapan = 1955 cal/gmol
- ❖ Kompresibilitas = 0.28
- ❖ Specific gravity = 0.55
- ❖ Sifatnya yang hampir tidak menimbulkan polusi udara
- ❖ Tidak Beracun
- ❖ Lebih ringan dari udara
- ❖ Mempunyai nilai bakar yang tinggi
- ❖ Tidak Bersifat *Carcinogenic*

## 2.1.2 Komposisi Produk

### 1) LMG

**Tabel 2.1 Komposisi LMG**

Komponen	% Mole
CH <sub>4</sub>	99.9077
CO <sub>2</sub>	0.0865
H <sub>2</sub> S	0.00589
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

## 2.2. Spesifikasi Bahan Baku

Pabrik LNG Menggunakan limbah ternak dengan spesifikasi sebagai berikut :

### 2.2.1 Manure

- ❖ Densitas = 1529.2 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Komposisi
  - = - Moisture = 30%
  - Cellulose, sugar, starch = 90%
  - Lipid, protein n other organic= 10 %
  - Inert = 23,8

### 2.2.2 Air (H<sub>2</sub>O)

- ❖ Densitas = 1000 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Berat molekul = 18.01 Kg/Kmol
- ❖ Titik didih = 100<sup>0</sup>C
- ❖ Fase = cair (25<sup>0</sup>C, 1 atm)

### 2.3. Spesifikasi bahan pembantu

#### 2.3.1 MEA (Mono Ethanol amina), $C_2H_7NO$

- ❖ Densitas = 1014 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Berat molekul = 61 Kg/Kmol
- ❖ Critical temperature = 365 °C
- ❖ Fase = cair (25 °C, 1 atm)
- ❖ Sifat = non volatil, nonkorosif, viskositas yang rendah

pada suhu operasi

#### 2.3.2 DEA (Di Ethanol amina), $C_4H_{14}NO_2$

- ❖ Densitas = 1169 kg/m<sup>3</sup>
- ❖ Berat molekul = 122 Kg/Kmol
- ❖ Critical temperature = 442 °C
- ❖ Fase = cair (25 °C, 1 atm)
- ❖ Sifat = non volatil, nonkorosif, viskositas yang rendah

pada suhu operasi

#### 2.3.3 Acidogenic Bacteria

- ❖ Jenis = bakteri
- ❖ Fungsi = pembentuk asam
- ❖ Nutrisi = Glukosa
- ❖ Kondisi optimum = 35 – 55 °C

### 2.3.4 Methanogens

- ❖ Jenis = bakteri (*Methanococcus*, *Methanobacterium*  
dan *Methanosarcina*)
- ❖ Fungsi = Penghasil Methane
- ❖ Nutrisi = asam lemak dan alkohol
- ❖ Kondisi optimum = 35 – 55 °C

### 2.4. Pengendalian Kualitas

#### 2.3.1 Pengendalian kualitas bahan baku

Sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku limbah ternak yang diperoleh dari Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Pengujian ini dilakukan dengan tujuan agar limbah ternak digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Parameter yang diukur untuk bahan baku limbah ternak adalah kandungan BOD dan COD

#### 2.3.2 Pengendalian kualitas produk

Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room* dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan beberapa indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset baik berupa *flow rate* bahan baku atau produk, suhu operasi maupun

tekanan operasi dapat diketahui dari syarat yang diberikan maka secara otomatis akan melakukan set point yang telah ditentukan sesuai dengan yang diinginkan.

- ❖ kontrol terhadap aliran bahan baku dan produk
- ❖ kontrol terhadap kondisi operasi
- ❖ Alat kontrol yang dipakai diset/dikondisikan pada harga tertentu

- ❖ *Flow meter*

Merupakan alat yang ditempatkan/dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan keluar alat proses. *Flow meter* ini diset pada harga tertentu. Bila *flow meter* mengalami penyimpangan dari harga yang diset, maka akan diberikan isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan ke set semula.

- ❖ *Temperature control*

Jika terjadi penyimpangan pada set suhu yang telah ditetapkan, maka secara otomatis akan melakukan action sesuai dengan suhu yang diinginkan.

- ❖ *Pressure control*

Perubahan tekanan dapat di deteksi dengan isyarat jika terjadi penyimpangan tekanan dan *pressure control* akan mengesetnya kembali sesuai dengan tekanan semula

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai spesifikasinya.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Proses pencairan LMG sebenarnya hanyalah teknologi untuk memungkinkan mengangkut gas Methane dengan menggunakan alat transportasi laut maupun darat untuk jarak yang sangat jauh dalam jumlah yang sangat besar dengan volume yang relative kecil dimana untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang lokasinya tidak dapat di handling dengan menggunakan pipa.

Pencairan gas methane adalah peristiwa perubahan fase (liquid), yang pada dasarnya memerlukan energi yang berbentuk panas sensible dan panas laten dari gas tersebut. Proses pencairan ini dilaksanakan didalam suatu pabrik pencairan gas *Methane Gas Liquifaction (NGL) Plant*, sehingga menghasilkan gas metana cair. Pada dasarnya prinsip pencairan hampir sama dengan LNG = *Liquified Natural Gas* yaitu gas alam yang dicairkan dan sebagai hasil samping juga dihasilkan gas minyak bumi yang dicairkan atau gas minyak bumi cair (LPG = *Liquified Petroleum Gasses*) yang di Indonesia mempunyai nama dagang ELPIJI atau OTOGAS dan hasil samping lainnya berupa Kondensat yaitu fraksi minyak bumi yang terkandung didalam aliran dari sumur gas, merupakan mixture dari C<sub>2</sub> sampai C<sub>6</sub>, berhubung jumlahnya relatif sedikit, tidak ekonomis kalau harus dilakukan *refinery* dan dijual dalam bentuk fraksi minyak tersebut.

Proses yang digunakan untuk mencairkan gas methane yang berasal dari proses fermentasi manure yaitu dengan menggunakan alat *Condenser*, dengan menggunakan pendingin nitrogen cair. Karena setidaknya dibutuhkan suhu



dibawah - 160°C untuk mencairkan gas metana. Sehingga dipilihlah nitrogen cair yang memiliki titik didih dibawah titik didih metana selain faktor ekonomis dan ketersediaannya di alam.

Secara umum proses pembuatan gas metana dari proses fermentasi manure (limbah ternak) adalah sebagai berikut :

1. Pengolahan awal manure
2. Fermentasi manure dengan bakteri-bakteri pembentuk methane
3. Penghilangan gas  $CO_2$  dan  $H_2S$  yang masih terkandung dalam methane dengan proses absorpsi secara kimia dengan menggunakan larutan *Methyl Diethanol Amine* (MEA) dan *Diethyl Ethanol Amine* (DEA) yang disebut dengan *CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>S Removal Unit*.
4. Dehidrasi atau penghilangan uap air ( $H_2O$ ) dengan proses adsorpsi yang menggunakan partikel – partikel padat yaitu : *silica gel* .
5. *Liquefaction unit* atau unit pendinginan.

Penjelasan Proses Pengolahan Gas Methane dari proses fermentasi manure adalah sebagai berikut :

1. Pengolahan awal manure

Manure yang merupakan limbah ternak (kotoran sapi) masih berbentuk padat sehingga tidak mungkin untuk langsung dilakukan proses fermentasi. Manure yang diperoleh dari peternakan-peternakan disekitar pabrik dimasukan atau disimpan sementara dalam tangki penyimpanan (T-01) dalam bentuk cair serta telah diatur densitasnya.

Kemudian manure akan ditambahkan H<sub>2</sub>O dan dibuat homogen didalam mixer (M-01), fungsi dari penambahan H<sub>2</sub>O adalah untuk mempercepat proses fermentasi. Densitas ideal manure atau yang kemudian disebut dengan slurry adalah berkisar 1500 kg/m<sup>3</sup> ( Ir.Djoko Padmono, 2006). Slurry tersebut yang nantinya akan difermentasi di reaktor fermentor (R-01) setelah melalui penyaringan pada filter ( F-01).

## 2. Fermentasi manure dengan bakteri-bakteri pembentuk methane

Methane merupakan biogas yang diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam biomassa sebagai akibat aktivitas mikro organisme (fermentasi) pada kondisi tanpa udara (anaerobic). Kandungan biogas terbesar adalah gas metana yang nantinya akan diolah menjadi LMG sedangkan kandungan lain seperti CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S akan dipisahkan dengan proses absorpsi di Absorber (Abs-01) untuk CO<sub>2</sub> dan Absorber (Abs-02) untuk H<sub>2</sub>S.

Pembentukan Biogas (methane) yang dilakukan mikroba pada situasi anaerob meliputi tiga tahap, yaitu tahap hidrolisis dimana terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer dengan bantuan Acidogenic bacteria.

Tahap yang kedua adalah tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol, dan sedikit

butirat, gas karbondioksida dan amoniak. Bakteri yang berperan adalah acetogenic bakteria.

Sedangkan pada tahap ketiga adalah tahap metanogenik yaitu pembentukan gas methane oleh bakteri-bakteri penghasil methane antara lain seperti *methanococcus*, *methanobacterium*, *methanosarcina* yang berperan dalam merubah asam lemak dan alkohol menjadi methane

### 3. CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>S Removal Unit

Gas methane yang keluar dari Reaktor (R-01) dialirkan menuju ke CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>S *removal unit* yang terdiri dari dua kelompok besar, yaitu *Amine Contactor* (Absorber) dan *Regeneration Unit* (Stripper) yang melakukan pemisahan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan yaitu : Karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Dari reaktor (R-01) masuk dari bagian bawah Absorber (Abs-01), dimana gas kontak secara *counter current* dengan larutan *Mono Etanol Amine* (MEA) dalam air yang belum mengandung CO<sub>2</sub> (*lean amine*). Penghilangan CO<sub>2</sub> didalam absorber (Abs-01) sangatlah penting, sebab bila tidak dipisahkan akan mengganggu proses pencairan dengan membeku pada *main heat exchanger tube* karena CO<sub>2</sub> akan membeku pada suhu *cryogenic* yang berarti temperatur rendah, umumnya temperatur dibawah -73<sup>0</sup>C. Mula-mula CO<sub>2</sub> dipisahkan dengan menggunakan *Mono Etanol Amine* (MEA) dalam suatu menara absorber (Abs-01). Di dalam absorber (Abs-01) ini CO<sub>2</sub> diserap oleh MEA sehingga konsentrasinya tidak melebihi dari 50 *ppm max*. Gas yang mengembun dalam absorber (Abs-01) akan turun ke bagian dasar MEA absorber (Abs-01) , sedangkan gas alam akan naik ke

bagian utama dari kolom dan bersentuhan dengan 99,9 % larutan MEA yang turun melalui lapisan packing (*pall ring*). Fungsi dari lapisan ini adalah untuk memperlambat turunnya larutan sehingga waktu kontak dengan gas alam akan lebih lama. Sedangkan cairan (*rich amine*) yang keluar dari dasar absorber (Abs-01) dialirkan ke unit *amine regeneration* (stripper) untuk membersihkan larutan amine dari CO<sub>2</sub> sehingga dapat digunakan lagi. *Rich amine* dari absorber (Abs-01) keluar pada suhu 38°C kemudian dialirkan ke *lean/rich amine heat exchanger* sehingga temperaturnya naik menjadi 80°C dan tekanan 1 atm, kemudian masuk ke stripper (Stp-01). Larutan MEA yang sudah menyerap CO<sub>2</sub> diregenerasikan dengan menggunakan steam yang diinjeksikan kedalam stripper (Stp-01). Di dalam stripper (Stp-01) uap dan cairan terpisah menjadi larutan amine dan uap yang terdiri dari air dan CO<sub>2</sub>. Campuran uap ini menuju puncak kolom stripper (Stp-01) sedangkan cairan di dasar kolom stripper pada suhu 95.5°C dan kemudian menuju *lean amine heat exchanger* (HE-01) untuk didinginkan menjadi suhu 35°C dengan tekanan 1 atm dan selanjutnya *lean amine* dipompa menuju absorber (Abs-01). Sedangkan untuk menghilangkan kandungan H<sub>2</sub>S dilakukan langkah yang sama dengan CO<sub>2</sub> removal namun pada absorber H<sub>2</sub>S menggunakan pelarut Di Etanol Amine (DEA)

#### 4. Dehidrasi Secara Fisis dengan *Silicagel*

Proses penghilangan air atau dehidrasi pada gas alam dilakukan dengan menyerap H<sub>2</sub>O memakai partikel-partikel padat dengan cara adsorpsi. Proses adsorpsi dilakukan di dalam vessel atau tower dimana terdapat adsorbent bed.

Uraian prosesnya secara ringkas dapat dijelaskan sebagai berikut: *Treated gas* ( gas umpan yang sudah bebas dari acid gas  $\text{CO}_2$  ) dari puncak kolom absorber (Abs-01), setelah itu mengalir gas methane dan sedikit uap air. Gas kemudian akan dialirkan melalui *bed drier* ( dehidrator-01 ) dimana uap air akan diserap oleh *solid desiccant adsorber* sehingga kadar uap airnya tidak akan melebihi dari 50 ppm. *desiccant* yang sudah jenuh oleh uap air akan di regenerasi lagi, regenerasi dari absorbent dilakukan dengan mengalirkan gas kering yang panas secara *counter-flow* terhadap arah aliran proses pengeringan. Gas kering yang telah digunakan dapat dipakai sebagai *fuel* atau dikembalikan dan dicampur dengan aliran feed setelah dipisah dari air yang mengembun.

#### 5. *Liquefaction unit* atau unit pendinginan.

Gas yang berasal dari atas puncak menara (KOD-01) menuju ke Condenser (CD-01) yang sebelumnya beberapa rangkaian cooler (CI-01) yang mendinginkan gas methane tersebut secara bertahap yang kemudian untuk dicairkan menjadi LMG. pada kondenser (CD-01). Pencairan dengan cara mendinginkan gas tersebut sampai suhu pengembunannya dan dikombinasikan dengan menaikkan tekanan gas untuk mempermudah pencairannya. Untuk mendinginkan gas alam menjadi LMG diperlukan suhu kurang lebih  $-160^\circ\text{C}$  dengan menggunakan *Nitrogen cair* sebagai pendingin.

Secara keseluruhan proses ini menggunakan 2 bahan pendingin, yang terpisah dalam masing-masing cooler sebagai tahap pendinginan gas awal

menggunakan air sedangkan untuk proses pendinginan lebih lanjut serta untuk mengkondensasikan gas methane menjadi cair digunakan nitrogen cair.

### 3.2 Metode Penentuan Perancangan

Setting perencanaan pendirian pabrik LMG dari proses fermentasi manure dengan kapasitas 1 juta ton per tahun meliputi neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

#### 3.2.1 Neraca Massa

- ❖ Neraca Massa di *Mixer* (M)

Tabel 3.1.1 Neraca massa di mixer (M)

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari Tangki penyimpanan		Ke filter	
Manure	163126,837	Manure	-
H <sub>2</sub> O	28084,965	H <sub>2</sub> O	-
Slurry	-	Slurry	191211,802
<b>Total</b>	<b>191211,802</b>	<b>Total</b>	<b>191211,802</b>

❖ Neraca Massa di Filter ( F )

**Tabel 3.1.2 Neraca massa di filter ( F )**

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari Mixer		Ke Tangki ACC	
Slurry	191211,802	Slurry	-
Residu	-	Residu	14340,885
Slurry Manure	-	Slurry Manure	176870,917
<b>Total</b>	<b>191211,802</b>	<b>Total</b>	<b>191211,802</b>

❖ Neraca Massa di Reaktor

**Tabel 3.1.3 Neraca massa di Reaktor ( R )**

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari Filter		Ke Tangki ACC	
Slurry Manure	176870,917	Slurry Manure	-
sludge	-	sludge	26530,638
Biogas	-	Biogas	150340,279
<b>Total</b>	<b>176870,917</b>	<b>Total</b>	<b>176870,917</b>

❖ Neraca Massa di *Absorber* (ABS-01)

**Tabel 3.1.4 Neraca massa di Absorber - 01**

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari tangki ACC		Ke Dehidrator	
CH4	120272,224	CH4	120272,224
CO2	28564,653	CO2	285,646
H2S	1503,403	H2S	1503,402
H2O	-	H2O	2128,954
Dari Stripper		Ke Stripper	
MDEA	171911,485	MDEA	171911,485
H2O	319264,187	H2O	317135,232
CO2	-	CO2	28279,006
<b>Total</b>	<b>641515,952</b>	<b>Total</b>	<b>641515,953</b>

❖ Neraca Massa di *Stripper* (STP-01)

**Tabel 3.1.5 Neraca massa di Stripper - 01**

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
H2O	317135,232	H2O	319264,186
MDEA	171911,485	MDEA	171911,485
CO2	28279,006	CO2	283,368
Make Up H2O		Ke Udara	
H2O	4258,491	CO2	27996,216
		H2O	2128,950
<b>Total</b>	<b>521584,211</b>	<b>Total</b>	<b>521584,211</b>



❖ Neraca Massa di *Dehidrator* (DH-01)

**Tabel 3.1.6 Neraca massa di Dehidrator - 01**

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
CH <sub>4</sub>	120272,224	CH <sub>4</sub>	120272,224
CO <sub>2</sub>	285,646	CO <sub>2</sub>	285,646
H <sub>2</sub> S	1503,403	H <sub>2</sub> S	1503,403
H <sub>2</sub> O	2128,954	H <sub>2</sub> O	-
		Ke Limbah	
		H <sub>2</sub> O	2128,954
<b>Total</b>	124190,227	<b>Total</b>	124190,227

❖ Neraca Massa di *Absorber* (ABS-02)

**Tabel 3.1.7 Neraca massa di Absorber - 02**

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari Dehidrator - 01		Ke Dehidrator - 02	
CH <sub>4</sub>	120272,224	CH <sub>4</sub>	120272,224
CO <sub>2</sub>	285,646	CO <sub>2</sub>	285,646
H <sub>2</sub> S	1503,403	H <sub>2</sub> S	15,034
H <sub>2</sub> O	-	H <sub>2</sub> O	2153,170
Dari Stripper - 01		Ke Stripper - 02	
DEA	10041,355	DEA	10041,355
H <sub>2</sub> O	18648,231	H <sub>2</sub> O	16495,060
H <sub>2</sub> S	-	H <sub>2</sub> S	1488,368
<b>Total</b>	150750,858	<b>Total</b>	150750,858



❖ Neraca Massa di *Stripper* (STP-02)

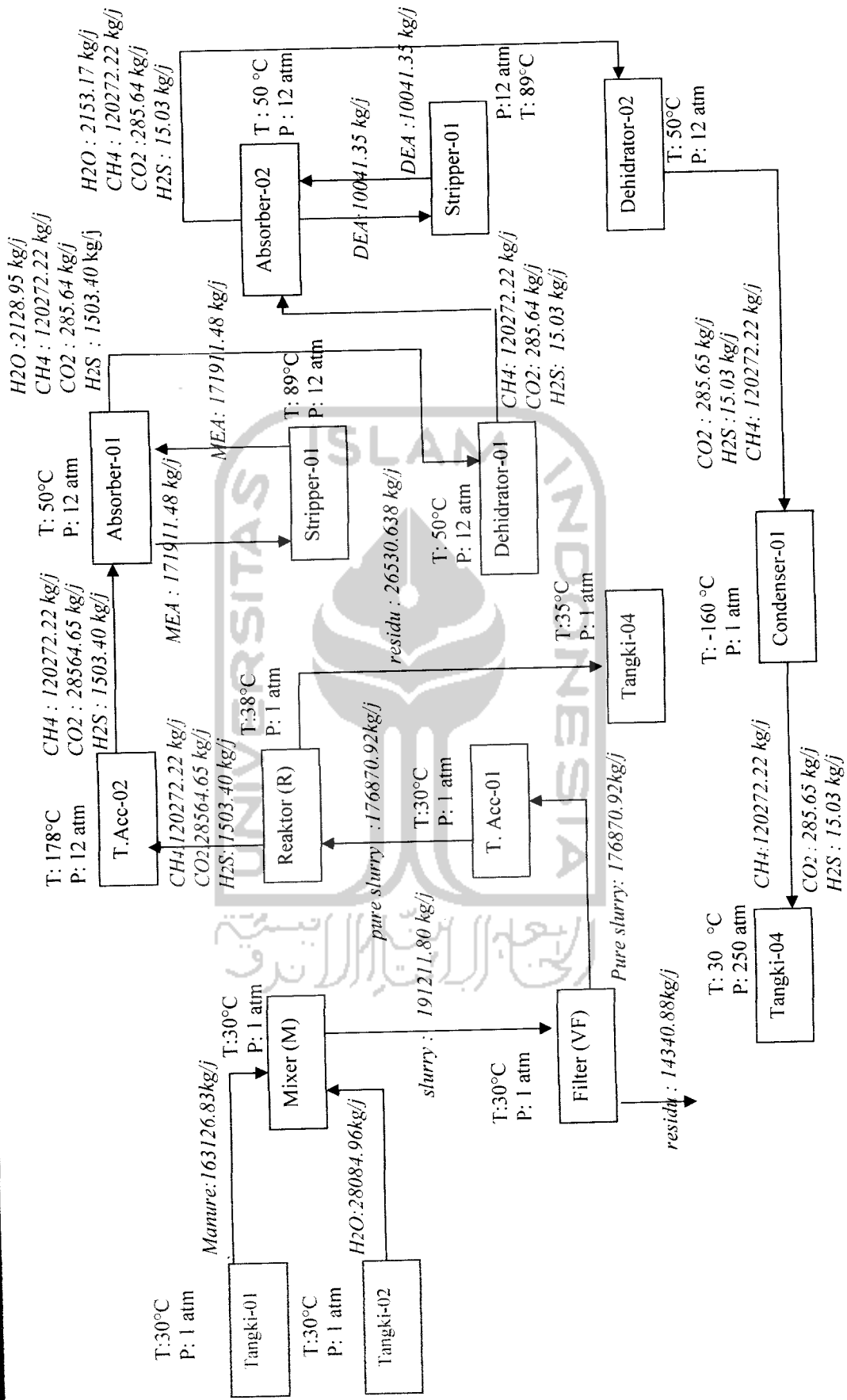
Tabel 3.1.8 Neraca massa di *Stripper* – 02

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
DEA	10041,355	DEA	10041,355
H <sub>2</sub> O	16495,060	H <sub>2</sub> O	18648,231
H <sub>2</sub> S	1488,368	H <sub>2</sub> S	14,884
Make Up H <sub>2</sub> O		Ke Udara	
H <sub>2</sub> O	4306,345	H <sub>2</sub> S	1473,485
		H <sub>2</sub> O	2153,170
<b>Total</b>	<b>32331,125</b>	<b>Total</b>	<b>32331,125</b>

❖ Neraca Massa di *Dehidrator* (DH-02)

Tabel 3.1.9 Neraca massa di *Dehidrator* - 02

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
CH <sub>4</sub>	120272,224	CH <sub>4</sub>	120272,224
CO <sub>2</sub>	285,646	CO <sub>2</sub>	285,646
H <sub>2</sub> S	15,034	H <sub>2</sub> S	15,0340
H <sub>2</sub> O	2153,170	H <sub>2</sub> O	-
		Ke Limbah	
		H <sub>2</sub> O	2153,170
<b>Total</b>	<b>122726,070</b>	<b>Total</b>	<b>122726,070</b>



Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif

### 3.2.2 Neraca Panas

❖ Neraca Panas ABSORBER (AB-01)

Suhu referensi : 323K ( FaseGas)

**Tabel 3.2.1 Neraca panas di Absorber - 01**

INPUT		OUTPUT	
Enthalpi (H)	Kcal/Jam	Enthalpi (H)	Kcal/Jam
H1	979878,338	H3	5511354,574
H2	700015,827	H4	1711060,588
Panas Reaksi	582520,996		
<b>Total</b>	<b>2262415,162</b>	<b>Total</b>	<b>2262415,162</b>

❖ Neraca Panas Knok Out Drum (KOD-01)

Suhu referensi : 298 K (Fase Gas)

**Tabel 3.2.2 Neraca panas di KOD - 01**

INPUT		OUTPUT	
Enthalpi (H)	Kcal/Jam	Enthalpi (H)	Kcal/Jam
H1	565471,612	H3	551354,574
		Panas Terserap	14117,038
<b>Total</b>	<b>565471,612</b>	<b>Total</b>	<b>565471,612</b>

❖ Neraca Panas STRIPPER (STP-01)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.3 Neraca panas di Stripper - 01**

INPUT		OUTPUT	
Enthalpi (H)	Kcal/Jam	Enthalpi (H)	Kcal/Jam
H1	9178584,886	H3	12426244,050
Panas Penguapan	16406048	H4	13158388,660
<b>Total</b>	<b>25584632,886</b>	<b>Total</b>	<b>25584632,720</b>

❖ Neraca Panas ABSORBER (AB-02)

Suhu referensi : 323 K (Fase Gas)

**Tabel 3.2.4 Neraca panas di Absorber - 02**

INPUT		OUTPUT	
Enthalpi (H)	Kcal/Jam	Enthalpi (H)	Kcal/Jam
H1	900450,401	H3	758896,696
H2	41056,359	H4	90337,333
		Qr	92272,730
<b>Total</b>	<b>941506,761</b>	<b>Total</b>	<b>941506,761</b>

❖ Neraca Panas Knock Out Drum (KOD-02)

Suhu referensi : 298 K (Fase Gas)

**Tabel 3.2.5 Neraca panas di KOD - 02**

INPUT		OUTPUT	
Enthalpi (H)	Kcal/Jam	Enthalpi (H)	Kcal/Jam
H1	758862,672	H3	739659,630
		Panas Terserap	19203,042
<b>Total</b>	<b>758862,672</b>	<b>Total</b>	<b>758862,672</b>

❖ Neraca Panas STRIPPER (STP-02)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.6 Neraca panas di Stripper - 02**

INPUT		OUTPUT	
Enthalpi (H)	Kcal/Jam	Enthalpi (H)	Kcal/Jam
H1	486320,127	H3	815293,663
Panas Penguapan	1098498	H4	769524,467
<b>Total</b>	<b>1584818,127</b>	<b>Total</b>	<b>1584818,127</b>

❖ Neraca Panas Reboiler (RB-01)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.7 Neraca panas di Reboiler - 01**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Beban Panas Masuk	18284563,580	Beban Panas Keluar	18284563,580
<b>Total</b>	18284563,580	<b>Total</b>	18284563,580

❖ Neraca Panas Reboiler (RB-02)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.8 Neraca panas di Reboiler - 02**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Beban Panas Masuk	1486078,202	Beban Panas Keluar	1486078,202
<b>Total</b>	1486078,202	<b>Total</b>	1486078,202

❖ Neraca Panas Cooler (CL-01)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.9 Neraca panas di Cooler - 01**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	7173236,423	Beban Panas	2152180,891
		Panas Keluar	5021055,533
<b>Total</b>	7173236,423	<b>Total</b>	7173236,423

❖ Neraca Panas Cooler (CL-02)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.10 Neraca panas di Cooler - 02**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	11022839,520	Beban Panas	9014053,884
		Panas Keluar	2008785,635
<b>Total</b>	<b>11022839,520</b>	<b>Total</b>	<b>11022839,520</b>

❖ Neraca Panas Cooler (CL-03)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.11 Neraca panas di Cooler - 03**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	691871,760	Beban Panas	454889,290
		Panas Keluar	236982,470
<b>Total</b>	<b>691871,760</b>	<b>Total</b>	<b>691871,760</b>

❖ Neraca Panas Cooler (CL-04)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.12 Neraca panas di Cooler - 04**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	791418,830	Beban Panas	825363,925
		Panas Keluar	-33945,098
<b>Total</b>	<b>791418,830</b>	<b>Total</b>	<b>791418,830</b>



❖ Neraca Panas Cooler (CL-05)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.13 Neraca panas di Cooler - 05**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	262672,645	Beban Panas	-2732978,411
		Panas Keluar	3056478,660
<b>Total</b>	<b>262672,645</b>	<b>Total</b>	<b>262672,671</b>

❖ Neraca Panas Cooler (CL-06)

Suhu referensi : 2968 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.14 Neraca panas di Cooler - 06**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	-3700808,960	Beban Panas	-4417600,278
		Panas Keluar	716791,320
<b>Total</b>	<b>-3700808,960</b>	<b>Total</b>	<b>-3700808,968</b>

❖ Neraca Panas Cooler (CL-07)

Suhu referensi : 2968 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.15 Neraca panas di Cooler - 07**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	-5202330,920	Beban Panas	-5598766,766
		Panas Keluar	396435,770
<b>Total</b>	<b>-5202330,920</b>	<b>Total</b>	<b>-5202330,920</b>

❖ Neraca Panas Heater (HE-01)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.16 Neraca panas di Heater - 01**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	19028009	Panas Keluar	19925655,930
Beban Panas	897646,960		
<b>Total</b>	<b>19925656,930</b>	<b>Total</b>	<b>19925655,930</b>

❖ Neraca Panas Heater (HE-02)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.17 Neraca panas di Heater - 02**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	1087511,960	Panas Keluar	1083813,709
Beban Panas	-3698,251		
<b>Total</b>	<b>1083813,709</b>	<b>Total</b>	<b>1083813,709</b>

❖ Neraca Panas Heater (HE-03)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.18 Neraca panas di Heater - 03**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	1148068,902	Panas Keluar	1436358,785
Beban Panas	288289,883		
<b>Total</b>	<b>1436358,785</b>	<b>Total</b>	<b>1436358,785</b>

❖ Neraca Panas Heater (HE-04)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.19 Neraca panas di Heater - 04**

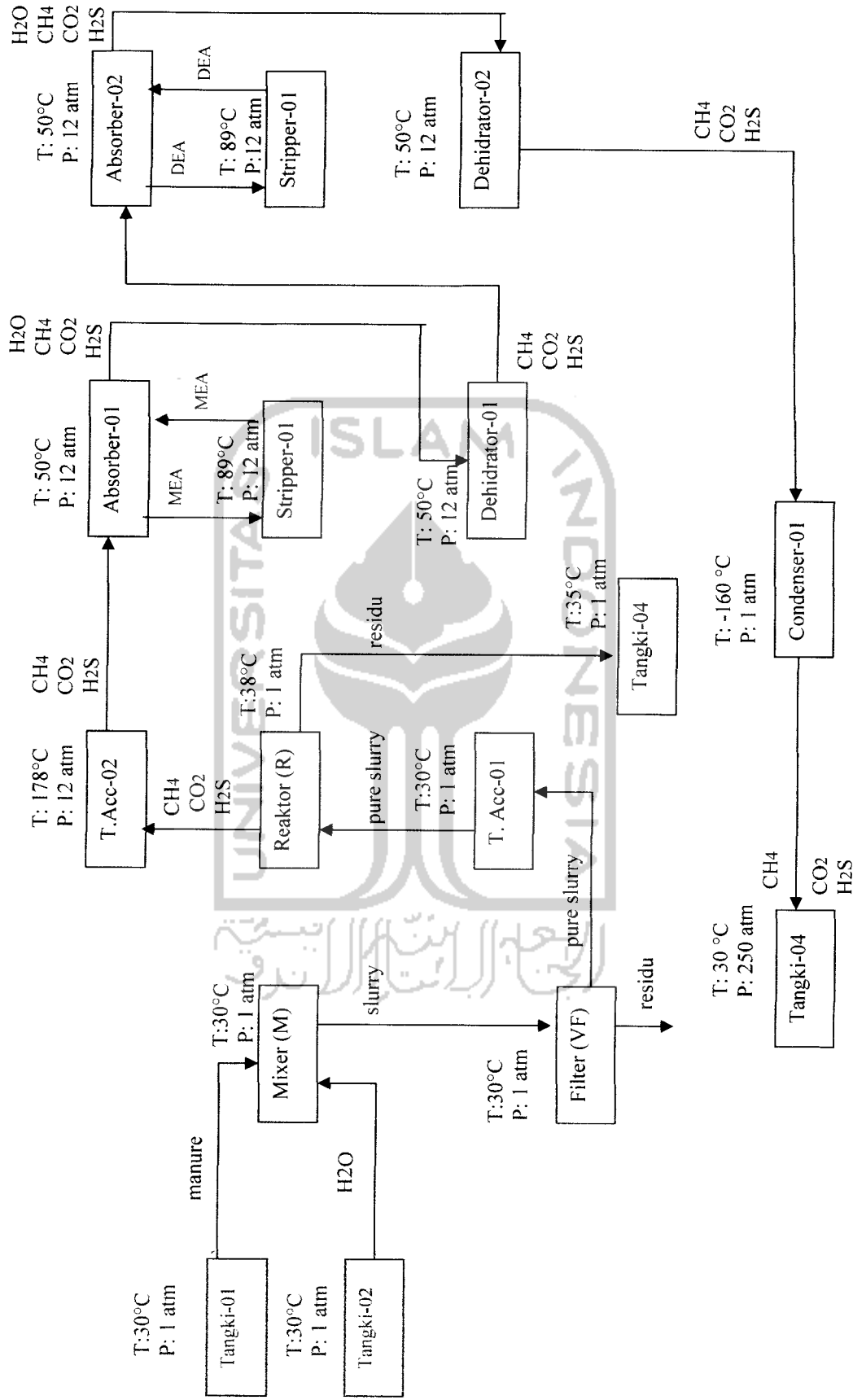
Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	1110983,683	Panas Keluar	1377235,702
Beban Panas	266252,019		
<b>Total</b>	<b>1377235,702</b>	<b>Total</b>	<b>1377235,702</b>

❖ Neraca Panas di Condenser (CD-01)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

**Tabel 3.2.20 Neraca panas di Condenser - 01**

Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Beban Panas Masuk	-4929479,218	Beban Panas Keluar	-4917209,616
Beban Panas	24539,204	Panas Pengembunan	12269,602
<b>Total</b>	<b>-4904940,014</b>	<b>Total</b>	<b>-4904940,014</b>



Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif

### 3.2.3 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat pada pabrik LMG dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik LNG dari gas alam meliputi :

1. *Mixer (M)*

Fungsi : Mencampur bahan baku manure dengan H<sub>2</sub>O

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35 °C

Diameter : 2.3383 meter

Tinggi total drum : 4.6768 meter

Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*

Jenis pengaduk : Blade Turbine

Kecepatan putaran pengaduk : 75 rpm

Power pengaduk : 9 HP

Tebal *Shell* : 1/4 in

Tebal *Head* : 1/4 in

Jumlah : 4 buah

Harga : \$ 204171.16

2. *Filter (F)*

Fungsi : Untuk memisahkan slurry dan residu hasil mixer

Jenis : Gravity Filter dengan stationary Screen

Kondisi Operasi :  
Tekanan : 1 atm  
Suhu : 35 °C  
Diameter : 2.286 meter  
Tinggi : 2.286 meter  
Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*  
Tebal *Shell* : 7/16 in  
Tebal *Head* : 3/16 in  
Jumlah : 4 buah  
Harga : \$ 42531.126

### 3. Reaktor (R)

Fungsi : Menghasilkan produk biogas dari manure dengan kapasitas  
176870.917 kg/jam

Jenis : Reaktor Fermentor dengan Rumah Bakteri

Kondisi Operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 38 °C

Diameter : 10.44meter

Tinggi total drum : 3.911 meter

Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*

Tebal *Shell* : 1/4 in

Tebal *Head* : 9/16 in

Jumlah : 12 buah  
Harga : \$ 1075787.32

4. *Absorber ( ABS -01 )*

Fungsi : Menyerap CO<sub>2</sub> dari campuran gas yang keluar dari T. Acc - 02,  
dengan kecepatan umpan : 150340.279 Kg/Jam.

Jenis : Menara bahan isian  
Kondisi operasi :  
Tekanan : 12 atm  
Suhu : 50 °C  
Ukuran :  
Diameter : 3.2625 meter  
Tinggi : 14.1086 meter  
Tebal *Shell* : 1 7/8 in  
Tebal *Head* : 2 1/4 in  
Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*  
Spesifikasi *Packing* :  
*Nominal size* : 1/2 in  
*Wall Thickness* : 1/16 in  
OD : 1/2 in  
Panjang : 1/2 in  
Bahan : *Carbon Raschig Rings*  
Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 3139841.38

5. *Absorber (ABS -02)*

Fungsi : Menyerap  $H_2S$  dari campuran gas yang keluar dari Dehidrator -  
01, dengan kecepatan umpan : 122061.273 Kg/Jam.

Jenis : Menara bahan isian

Kondisi operasi :

Tekanan : 12 atm

Suhu : 50 °C

Ukuran :

Diameter : 3.034 meter

Tinggi : 13.241 meter

Tebal *Shell* : 2 1/4 in

Tebal *Head* : 2 1/4 in

Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*

Spesifikasi *Packing* :

*Nominal size* : 1/2 in

*Wall Thickness* : 1/16 in

OD : 1/2 in

Panjang : 1/2 in

Bahan : *Carbon Raschig Rings*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 2714551.87



6. *Stripper* ( STP-01 )

Fungsi : Meregenerasikan Larutan MEA yang keluar dari dasar menara Absorber dengan kecepatan umpan : 517325,7241 Kg/Jam.

Jenis : Menara bahan isian

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 89 °C

Ukuran :

Diameter : 2 meter

Tinggi : 13 meter

Tebal *Shell* : 5/16 in

Tebal *Head* : 5/16 in

Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*

Spesifikasi *Packing* :

*Nominal size* : 1/4 in

*Wall thickness* : 1/16 in

OD : 1/4 in

Panjang : 1/4 in

Bahan : *Carbon Raschig Rings*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1009891.26

7. *Stripper* ( STP-02 )

Fungsi : Meregenerasikan Larutan DEA yang keluar dari dasar menara

Absorber dengan kecepatan umpan : 28024,78403 Kg/Jam.

Jenis : Menara bahan isian

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 89 °C

Ukuran :

Diameter : 0.75 meter

Tinggi : 14 meter

Tebal *Shell* : 5/16 in

Tebal *Head* : 5/16 in

Bahan : *Carbon Steel SA 178 Grade C*

Spesifikasi *Packing* :

*Nominal size* : 1/4 in

*Wall thickness* : 1/16 in

OD : 1/4 in

Panjang : 1/4 in

Bahan : *Carbon Raschig Rings*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 981609.69

8. *Dehidrator (KOD - 01)*

Fungsi : Menyerap H<sub>2</sub>O Yang Tersisa Dalam Campuran Gas Yang Keluar Dari Menara Absorber

Jenis : Menara Dengan Bahan Isian Silicagel

Kondisi Operasi :

Tekanan : 12 atm

Suhu : 50 °C

Diameter : 3.3 meter

Tinggi : 12.1 meter

Bahan : Carbon Steel SA 178 Grade C

Tebal *Shell* : 8/16 in

Tebal *Head* : 8/16 in

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 54877.11

9. *Dehidrator (KOD - 02)*

Fungsi : Menyerap H<sub>2</sub>O Yang Tersisa Dalam Campuran Gas Yang Keluar Dari Menara Absorber

Jenis : Menara Dengan Bahan Isian Silicagel

Kondisi Operasi :

Tekanan : 12 atm

Suhu : 50 °C

Diameter : 3.3meter

Tinggi	: 12.1 meter
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 178 Grade C</i>
Tebal <i>Shell</i>	: 8/16 in
Tebal <i>Head</i>	: 8/16 in
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 54790.09

10. Heat Exchanger ( HE-01 )

Fungsi : Mentransfer suhu yang keluar dari dasar menara absorber - 01 pada suhu 37 C menjadi 89 C dengan suhu yang keluar dari dasar reboiler - 01 pada suhu 143.37 C menjadi 98.6 C

Type alat	: <i>Shell and Tube HE</i>
Luas transfer panas	: 2634.76 ft <sup>2</sup>
Ukuran	:
<b>Shell</b>	
Temperatur	: 37 °C
Fluida dingin	: <i>aqueous solution</i>
ID	: 1.4 in
Pass	: 1
Pressure drop	: 0.0127 Psi
<b>Tube</b>	
Temperatur	: 143.37 °C
Fluida panas	: <i>steam</i>



OD	: 1.5 in
Pass	: 2
Pitch	: 1.875 in square pitch
Pressure drop	: 1.6E-6 Psi
UD	: 280 W/ m <sup>2</sup> K
RD	: 0.000481 W/ m <sup>2</sup> K
Panjang pipa	: 6.096 meter
Jumlah pipa	: 805 buah
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 66461.68

#### 11. Heat Exchanger ( HE-02 )

Fungsi : Mentransfer suhu yang keluar dari dasar menara absorber - 02 pada suhu 37 C menjadi 89 C dengan suhu yang keluar dari dasar reboiler – 02 pada suhu 144.20 C menjadi 97.6 C

Type alat : *Shell and Tube HE*

Luas transfer panas : 226.32 ft<sup>2</sup>

Ukuran

#### *Shell*

Temperatur : 37 °C

Fluida dingin : *aqueous solution*

ID : 1.4 in

Pass : 1

Pressure drop	: 0.0127 Psi
<b>Tube</b>	
Temperatur	: 144.2 °C
Fluida panas	: <i>steam</i>
OD	: 1.5 in
Pass	: 2
Pitch	: 1.875 in <i>square pitch</i>
Pressure drop	: 1.6E-6 Psi
UD	: 280 W/ m <sup>2</sup> K
RD	: 0.000481 W/ m <sup>2</sup> K
Panjang pipa	: 6.096 meter
Jumlah pipa	: 64 buah
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 11095.07

## 12. Heat Exchanger ( HE-03 )

Fungsi : Mentransfer suhu yang keluar dari atas menara absorber pada suhu 40,5 C menjadi 50 °C dengan suhu yang keluar dari HE-02 pada suhu 97.6 C menjadi 90.3 C

Type alat : *Shell and Tube HE*

Luas transfer panas : 528.56 ft<sup>2</sup>

Ukuran :

**Shell**

Temperatur : 40,5 °C  
Fluida dingin : *aqueous solution*  
ID : 1.4 in  
Pass : 1  
Pressure drop : 0.0127 Psi

#### **Tube**

Temperatur : 97.6 °C  
Fluida panas : *steam*  
OD : 1.5 in  
Pass : 2  
Pitch : 1.875 in *square pitch*  
Pressure drop : 1.6E-6 Psi  
UD : 280 W/ m<sup>2</sup> K  
RD : 0.000481 W/ m<sup>2</sup> K  
Panjang pipa : 6.096 meter  
Jumlah pipa : 150 buah  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 22842.80

#### 13. Heat Exchanger ( HE-04 )

Fungsi : Mentransfer suhu yang keluar dari atas menara absorber pada suhu 41,32 C menjadi 50 °C dengan suhu yang keluar dari HE-02 pada suhu 90.3 C menjadi 84.25 C

Type alat : *Shell and Tube HE*

Luas transfer panas : 405.47 ft<sup>2</sup>

Ukuran :

**Shell**

Temperatur : 41,32 °C

Fluida dingin : *aqueous solution*

ID : 1.4 in

Pass : 1

Pressure drop : 0.0127 Psi

**Tube**

Temperatur : 90.3 °C

Fluida panas : *steam*

OD : 1.5 in

Pass : 2

*Pitch* : 1.875 in square pitch

Pressure drop : 1.6E-6 Psi

UD : 280 W/ m<sup>2</sup> K

RD : 0.000481 W/ m<sup>2</sup> K

Panjang pipa : 6.096 meter

Jumlah pipa : 207 buah

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 18274.24



#### 14. Cooler-01 ( CL-01 )

Fungsi : Mendinginkan biogas yang keluar dari tangki ACC-02 pada suhu 178,48 C menjadi 50.2 C. dengan pendinginan air masuk pada suhu 27 C keluar suhu 45.8 C

Type alat : Shell and Tube HE

Luas transfer panas : 359.58 ft<sup>2</sup>

Ukuran :

##### *Shell*

Temperatur : 178,48 °C

Fluida Panas : *biogas*

ID : 0.62 in

Pass : 1

Pressure drop : 0.000385 Psi

##### *Tube*

Temperatur : 27 °C

Fluida dingin : *Water*

OD : 0.75 in

Pass : 2

Pitch : 1 in *square pitch*

Pressure drop : 0.00175 Psi

UD : 80 W/m<sup>2</sup>K

RD : 0.00129 W/m<sup>2</sup>K

Panjang pipa : 6.095 meter

Jumlah pipa	: 102 buah
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: Stel
Harga	: \$ 33937.88

#### 15. Cooler-02 ( CL-02 )

Fungsi : mendinginkan penyerap yang keluar dari Heat Exchanger-01 pada suhu 98,6 C menjadi 37 C dengan pendinginan air masuk pada suhu 27 C keluar suhu 35 C

Type alat	: Shell and Tube HE
Luas transfer panas	: 2955.61 ft <sup>2</sup>
Ukuran	:
<b>Shell</b>	
Temperatur	: 98.6 °C
Fluida Panas	: <i>aqueous solution</i>
ID	: 0.62 in
Pass	: 1
Pressure drop	: 0.000385 Psi
<b>Tube</b>	
Temperatur	: 27 °C
Fluida dingin	: <i>Water</i>
OD	: 0.75 in
Pass	: 2

Pitch	: 1 in square pitch
Pressure drop	: 0.00175 Psi
UD	: 80 W/m <sup>2</sup> K
RD	: 0.00129 W/m <sup>2</sup> K
Panjang pipa	: 6.095 meter
Jumlah pipa	: 836 buah
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: Stel
Harga	: \$ 69072.289

16. Cooler-03 ( CL-03 )

Fungsi : Mendinginkan penyerap yang keluar dari Heat Exchanger-02 pada suhu 84,25 C menjadi 30 C menggunakan pendingin air dengan suhu masuk 27 °C keluar suhu 29 °C.

Type alat : Shell and Tube HE

Luas transfer panas : 234.2 ft<sup>2</sup>

Ukuran : 

Shell

Temperatur : 84.25 °C

Fluida panas : *Light organic*

ID : 0.62 in

Pass : 1

Pressure drop : 0.009 Psi

<i>Tube</i>	
Temperatur	: 27 °C
Fluida dingin	: <i>Water</i>
OD	: 0.75 in
Pass	: 2
Pitch	: 1 in <i>square pitch</i>
<i>Pressure drop</i>	: 0.65 Psi
UD	: 260 W/m <sup>2</sup> K
RD	: 0.0007
Panjang pipa	: 6.1 meter
Jumlah pipa	: 97 buah
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: Steel
Harga	: \$ 30021.97

17. Cooler-04 ( CL-04 )

Fungsi : Mendinginkan LMG yang keluar dari KOD pada suhu 44,843350 C menggunakan pendingin air dengan suhu masuk 27°C keluar suhu 34.18 °C.

Type alat : 1-2, Sheel and Tube HE

Luas transfer panas : 657.43ft<sup>2</sup>

Ukuran :

*Sheel*

Temperatur : 44,84°C  
Fluida panas : *light organic*  
ID : 1.4 in  
Pass : 1  
*Pressure drop* : 2E-06 Psi

**Tube**

Temperatur : 27 °C  
Fluida dingin : *water*  
OD : 1.5 in  
Pass : 2  
Pitch : 1.875 in *square pitch*  
*Pressure drop* : 8.7E-05 Psi  
UD : 35 W/m<sup>2</sup>K  
RD : 0.00409 W/m<sup>2</sup>K  
Panjang pipa : 6.095 meter  
Jumlah Pipa : 186 buah  
Jumlah : 1 buah  
Bahan : *Stell*  
Harga : \$ 41660.92

18. Cooler-05 ( CL-05 )

Fungsi : Mendinginkan LMG pada suhu 37 C menjadi -65 C menggunakan pendingin nitrogen dengan suhu masuk -204 °C suhu keluar -100 °C.

Type alat : Shell and Tube HE

Luas transfer panas : 434.2489937ft<sup>2</sup>

Ukuran :

**Shell**

Temperatur : 37°C

Fluida panas : LMG

ID : 1.4 in

Pass : 1

Pressure drop : 2.72039E-10 Psi

**Tube**

Temperatur : -204 °C

Fluida dingin : Nitrogen

OD : 1.5 in

Pass : 2

Pitch : 1.875 in square pitch

Pressure drop : 7.22235E-09

UD : 35 W/m<sup>2</sup>K

RD : 0.00409 W/m<sup>2</sup>K

Panjang pipa : 6.095 meter

Jumlah pipa	: 123 buah
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: Stell
Harga	: \$ 35787.06

#### 19. Cooler-06 ( CL-06 )

Fungsi : Mendinginkan LMG pada suhu -65 C menjadi -120 C dengan menggunakan pendingin nitrogen dengan suhu masuk -204 °C suhu keluar -100 °C.

Type alat : Shell and Tube HE

Luas transfer panas : 2533.8082 ft<sup>2</sup>

Ukuran :

#### *Shell*

Temperatur : -65 C

Fluida panas : LMG

ID : 1.4 in

Pass : 1

*Pressure drop* : 2.1E-06

#### *Tube*

Temperatur : -204 °C

Fluida dingin : *nitrogen*

OD : 1.5 in

Pass	: 2
Pitch	: 1.875 in <i>square pitch</i>
<i>Pressure drop</i>	: 5.2E-05 Psi
UD	: 40 W/m <sup>2</sup> K
RD	: 0.00021 W/m <sup>2</sup> K
Panjang pipa	: 6.095 meter
Jumlah pipa	: 717 buah
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: Stel
Harga	: \$ 76142.68
20. Cooler-07 ( CL-07 )	
Fungsi :	Mendinginkan LMG pada suhu -120 C menjadi -163 C dengan menggunakan pendingin nitrogen dengan suhu masuk -204 °C suhu keluar -170 °C.
Type alat	: Shell and Tube HE
Luas transfer panas	: 3737.8235 ft <sup>2</sup>
Ukuran	: <i>الرجح الباتر الاترف</i>
<b>Shell</b>	
Temperatur	: -120 °C
Fluida panas	: LMG
ID	: 1.4 in
Pass	: 1



*Pressure drop* : 3.26E-04 Psi

***Tube***

Temperatur : -204 °C

Fluida dingin : *Nitrogen*

OD : 1.5 in

Pass : 2

Pitch : 1.875 in *square pitch*

*Pressure drop* : 1.67E-02 Psi

UD : 40 W/m<sup>2</sup>K

RD : 0.005 W/m<sup>2</sup>K

Panjang pipa : 6.095 meter

Jumlah pipa : 1058 buah

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Stell*

Harga : \$ 67005.55

21. Compressor-01 ( Comp-01 )

Fungsi : Menaikan Tekanan Gas Keluar dari reaktor dari 1 atm menjadi

12 atm dengan kecepatan Umpan 8191.5352 Kgmol/Jam

Jenis : *Centrifugal Compressor double stage ( 2 Stage )*

Kapasitas :

Kondisi operasi :

Suhu masuk : 38 °C

Tekanan masuk : 1 atm  
Suhu keluar : 178.68 °C  
Tekanan keluar : 12 atm  
*Stage I* :  
Tekanan masuk : 1 atm  
Tekanan keluar : 3.46 atm  
*Stage II* :  
Tekanan masuk : 3.46 atm  
Tekanan keluar : 12 atm  
Power : 100 Hp  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 67114.33

22. Condenser-01 ( CD-01 )

Fungsi : Mengembunkan Uap (Gas methane) Hasil Atas dehidrator - 02 pada suhu -163 C dengan pendingin N2 masuk pada suhu -204 C keluar pada suhu -173 C.

Type alat : *Shell and Tube Condenser*

Luas transfer panas : 5001.1ft<sup>2</sup>

Ukuran :

***Shell***

Temperatur : -163 °C

Fluida panas : *methane*

ID : 1.4 in  
Pass : 1  
*Pressure drop* : 0.09579 Psi

***Tube***

Temperatur : -204 °C  
Fluida dingin : *nitrogen*

OD : 1.5 in  
Pass : 2  
Pitch : 1.875 in *square pitch*  
*Pressure drop* : 1.01575E-08 Psi  
UD : 70 W/m<sup>2</sup>K  
RD : 0.006575653 W/m<sup>2</sup>K  
Jumlah pipa : 707 buah  
Jumlah : 1 buah  
Bahan : Stainless Stell  
Harga : \$ 237673.94

23. Tangki Accumulator-01 ( Acc-01 )

Fungsi : Untuk menyimpan slurry hasil mixer selama 1 hari.

Type alat : *Tangki berbentuk silinder vertikal*

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35 °C

Ukuran	:
Diameter	: 22.45 meter
Panjang	: 8.4 meter
Kapasitas	: 176870.92 Kg / Jam
Tebal <i>Shell</i>	: 1/4 - 3/4 in
Tebal <i>Head</i>	: 7/8 in
Bahan	: <i>Carbon Stell SA 178 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 305005.82

24. Tangki Accumulator-02 ( Acc-02)

Fungsi : Untuk menyimpan biogas hasil dari reaktor

Type alat : Tangki berbentuk *spherical*

Kondisi operasi :

Tekanan : 12 atm

Suhu : 178 °C

Ukuran

Diameter : 7.42 meter

Kapasitas : 178.28 m<sup>3</sup>

Tebal *Shell* : 1 1/2 in

Bahan : *Carbon Stell SA 178 Grade C*

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 1743993.74

25. Reboiler-01 ( RB-01 )

Fungsi : Menguapkan Hasil Bawah stripper – 01 masuk pada suhu 100.  
C keluar pada suhu 123.5 C dengan pemanas steam masuk pada  
suhu 204.97 C

Type alat : 1-2 HE, Kettle Reboiler

Pemanas : Steam jenuh

Luas transfer panas : 18552.89 ft<sup>2</sup>

Ukuran :

**Shell**

Temperatur : 123.5 °C

Fluida dingin : Heavy organic

ID : 1.4 in

Pass : 1

**Tube**

Temperatur : 204.97 °C

Fluida Panas : Steam jenuh

OD : 1.5 in

Pass : 2

Pitch : 1.875 in square pitch

Pressure drop : 0.172 Psi

UD : 110 W/m<sup>2</sup>K

RD	: 0.002 W/m <sup>2</sup> K
Jumlah pipa	: 3545 buah
Jumlah	: 1
Bahan	: Stel
Harga	: \$ 254534.10

#### 26. Reboiler-02 ( RB-02 )

Fungsi : Menguapkan Sebagian Hasil Bawah stripper - 02 masuk pada suhu 100 C keluar pada suhu 144.2 C dengan pemanas steam masuk pada suhu 204.97 C.

Type alat : 1-2 HE , Kettle Reboiler

Pemanas : Steam jenuh

Luas transfer panas : 689.05ft<sup>2</sup>

Ukuran :

#### **Shell**

Temperatur : 144.2 °C

Fluida dingin : Heavy organic

ID : 1.4

Pass : 1

#### **Tube**

Temperatur : 204.97 °C

Fluida panas : Steam jenuh

OD : 1.5 in

Pass	: 2
Pitch	: 1.875 in <i>square pitch</i>
Pressure drop	: 0.41 Psi
UD	: 110 W/m <sup>2</sup> K
RD	: 0.004 W/m <sup>2</sup> K
Jumlah pipa	: 164 buah
Jumlah	: 1
Bahan	: Stel
Harga	: \$ 21646.27
27. Pompa-01 ( POMP-01 )	
Fungsi	: Mengalirkan manure dari tangki penyimpanan kedalam mixer sebanyak 163126.8375 kg/jam
Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
Spesifikasi	:
Putaran spesifik	: 3175.51 Rpm
Kecepatan putaran	: 3500 Rpm
Power motor	: 7.5 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 8 in
Sch.no	: 40
ID	: 7.981 in

OD	: 8.625in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 17730.36

#### 28. Pompa-02 ( POMP-02 )

Fungsi : Mengalirkan Air dari tangki penyimpanan kedalam mixer  
sebanyak 28084.96483 Kg / Jam

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i> Spesifikasi :
Putaran spesifik	: 1293.07518 Rpm
Kecepatan putaran	: 3500 Rpm
Power motor	: 3 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 4 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 4.026 in
OD	: 4.5 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 12509.15



29. Pompa-03 ( POMP-03 )

Fungsi : Mengalirkan Slurry dari mixer kedalam Filter sebanyak  
47802.95058 kg/jam

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 1704.7874 Rpm

Kecepatan putaran : 2500 Rpm

Power motor : 3 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 4 in

Sch.no : 40 in

ID : 4.026 in

OD : 4.5 in

Jumlah : 4 buah

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 13053.03

30. Pompa-04 ( POMP-04 )

Fungsi : Mengalirkan Slurry yang telah terpisah dari residu dalam Filter  
kedalam tangki ACC 44217.7293Kg / Jam.

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 1704.7874 Rpm

Kecepatan putaran : 1500 Rpm  
Power motor : 3 Hp  
Ukuran pipa :  
NPS : 4 in  
Sch.no : 80 in  
ID : 4.026 in  
OD : 4.5 in  
Jumlah : 4 buah  
Bahan : *Carbon stell*  
Harga : \$ 13053.03

31. Pompa-05 ( POMP-05 )

Fungsi : Mengalirkan Slurry dari tangki ACC ke reaktorsebanyak  
176870.9172 Kg / Jam.

Jenis : *Radial flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 3213.160185 Rpm

Kecepatan putaran : 3500 Rpm

Power motor : 15 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 8 in

Sch.no : 40

ID : 7.981 in

OD	: 8.625 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 18600.59

### 32. Pompa-06 ( POMP-06 )

Fungsi : Mengalirkan sluge, hasil bawah reaktor sebanyak

636735.302 Kg / Jam

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 1279.3127 Rpm

Kecepatan putaran : 1500 Rpm

Power motor : 2 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 3 in

Sch.no : 40 in

ID : 3.068 in

OD : 3.5 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 11421.40

### 33. Pompa-07 ( POMP-07 )

Fungsi : Mengalirkan Biogas hasil atas reaktor kedalam Tangki acc gas  
sebanyak 150340.2796 kg/jam.

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 5135.8739 Rpm

Kecepatan putaran : 5000 Rpm

Power motor : 15 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 10 in

Sch.no : 40 in

ID : 10.02 in

OD : 10.75 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 21972.60

### 34. Pompa-08 ( POMP-08 )

Fungsi : Mengalirkan Biogas dari Tangki acc gas ke Absorber CO2  
sebanyak 150340.2796kg/jam.

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 5135.8739 Rpm

Kecepatan putaran : 5000 Rpm

Power motor : 15 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 10 in

Sch.no : 40 in

ID : 10.02 in

OD : 10.75 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 21972.60

35. Pompa-09 ( POMP-09 )

Fungsi : Mengalirkan Biogas hasil atas Absorber kedalam Tangki KOD  
gas sebanyak 152469.2341kg/jam

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 5135.8739 Rpm

Kecepatan putaran : 5000 Rpm

Power motor : 15 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 10 in

Sch.no : 40

ID	: 10.02 in
OD	: 10.75 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 21972.60

### 36. Pompa-10 ( POMP-10 )

Fungsi : Mengalirkan Biogas dari KOD ke Absorber H<sub>2</sub>S sebanyak  
150340.2796kg/jam

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
Spesifikasi	:
Putaran spesifik	: 5263.826 Rpm
Kecepatan putaran	: 5000 Rpm
Power motor	: 15 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 10 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 10.02 in
OD	: 10.75 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 21972.60

37. Pompa-11 ( POMP-11 )

Fungsi : Mengalirkan Biogas dari Absorber H<sub>2</sub>S ke KOD H<sub>2</sub>S sebanyak  
122726.08kg/jam.

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 5055.11 Rpm

Kecepatan putaran : 5000 Rpm

Power motor : 10 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 10 in

Sch.no : 40 in

ID : 10.02 in

OD : 10.75 in

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon stell*

Harga : \$ 21319.95

38. Pompa-12 ( POMP-12 )

Fungsi : Mengalirkan Biogas dari KOD menuju ke Kondenser sebanyak  
120572.9046kg/jam.

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi :

Putaran spesifik : 5060.9854 Rpm

Kecepatan putaran : 5000 Rpm  
Power motor : 10 Hp  
Ukuran pipa :  
NPS : 10 in  
Sch.no : 40 in  
ID : 10.02 in  
OD : 10.75 in  
Jumlah : 1 buah  
Bahan : *Carbon stell*  
Harga : \$ 21319.95

39. Pompa-13 ( POMP-13 )

Fungsi : Mengalirkan produk Biogas dari Kondenserr kedalam Tangki  
Penyimpanan sebanyak 120572.9046 kg/jam.

Jenis : *flow imperial single stage*

Spesifikasi : *الرجاء الى الله العليم الخبير*

Putaran spesifik : 5060.9854 Rpm

Kecepatan putaran : 5000 Rpm

Power motor : 10 Hp

Ukuran pipa :

NPS : 10 in

Sch.no : 40



ID	: 10.02 in
OD	: 10.75 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 21319.95

#### 40. Pompa-14 ( POMP-14 )

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah stripper menuju ke absorber CO<sub>2</sub>  
sebesar 491175.6681kg/jam

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
Spesifikasi	:
Putaran spesifik	: 6648.4843 Rpm
Kecepatan putaran	: 7000 Rpm
Power motor	: 30 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 12 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 12.07 in
OD	: 12.75 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 26323.61

41. Pompa-15 ( POMP-15 )

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah Absorber menuju ke Stripper sebanyak 517325.73kg/jam

Jenis : *flow imperial single stage*  
Spesifikasi :  
Putaran spesifik : 6572.3063 Rpm  
Kecepatan putaran : 7000 Rpm  
Power motor : 30 Hp  
Ukuran pipa :  
NPS : 12 in  
Sch.no : 40 in  
ID : 12.09 in  
OD : 12.75 in  
Jumlah : 1 buah  
Bahan : *Carbon stell*  
Harga : \$ 26323.61

42. Pompa-16 ( POMP-16 )

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah stripper CO<sub>2</sub> menuju ke Reboiler sebanyak 491219.4713kg/jam.

Jenis : *flow imperial single stage*  
Spesifikasi :  
Putaran spesifik : 6811.6130 Rpm

Kecepatan putaran	: 7000 Rpm
Power motor	: 30 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 12 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 12.09 in
OD	: 12.75 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 26323.61
43. Pompa-17 ( POMP-17 )	
Fungsi :	Mengalirkan hasil bawah stripper dari reboiler menuju absorber H <sub>2</sub> S sebanyak 28704.4697kg/jam
Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
Spesifikasi	:
Putaran spesifik	: 1699.1170 Rpm
Kecepatan putaran	: 1500 Rpm
Power motor	: 2 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 4 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 4.026 in

OD	: 4.5 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 12617.93

44. Pompa-18 ( POMP-18 )

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah absorber menuju ke Stripper sebanyak

28024.7840kg/jam.

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
Spesifikasi	:
Putaran spesifik	: 1692.5530 Rpm
Kecepatan putaran	: 1500 Rpm
Power motor	: 2 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 4 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 4.026 in
OD	: 4.5 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 12617.93

45. Pompa-19 ( POMP-19 )

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah stripper menuju ke Reboiler sebanyak 28723.3478 kg/jam.

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
Spesifikasi	:
Putaran spesifik	: 1745.3271 Rpm
Kecepatan putaran	: 1500 Rpm
Power motor	: 2 Hp
Ukuran pipa	:
NPS	: 4 in
Sch.no	: 40 in
ID	: 4.026 in
OD	: 4.5 in
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 12617.93

46. Tangki-01 ( T-01 )

Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku manure selama 3 hari

Type alat	: Tangki berbentuk silinder <i>vertical</i> tertutup
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 35 °C

Ukuran	:
Diameter	: 29.18 meter
Tinggi	: 10.93 meter
Volume	: 7317.0106 m <sup>3</sup>
Tebal shell	: 1/4 – 1 in
Tebal head	: 1 3/4 in
Bahan	:
<i>Outer shell</i>	: <i>Carbon Steel SA 285 Grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 508741.88
47. Tangki-02 ( T-02 )	
Fungsi :	Untuk menyimpan air (H <sub>2</sub> O) selama 5 hari
Type alat	: Tangki berbentuk silinder <i>vertical</i> tertutup
Kondisi operasi	:
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30 °C
Ukuran	:
Diameter	: 23.95 meter
Tinggi	: 8.98 meter
Volume	: 4044.2349 m <sup>3</sup>
Tebal Shell	: 1/4 – 3/4
Tebal head	: 1/4

Bahan	:
Outer shell	: Carbon Stell SA 285 Grade C
Inner shell	: Alloy Stell ( 0.5, molybdenum )
Insulation	: Perlite
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 346014.10

48. Tangki-04 ( T-04 )

Fungsi : Tugas : Untuk menyimpan Sludge hasil bawah reaktor selama 3 hari

Tipe alat	:	Tangki berbentuk silinder vertical tertutup
Kondisi operasi	:	
Tekanan	:	1 atm
Suhu	:	35 °C
Ukuran	:	
Diameter	:	17.20 meter
Tinggi	:	6.44 meter
Volume	:	1498.9844 m <sup>3</sup>
Tebal Shell	:	1/4- 1/2
Tebal Head	:	7/8
Bahan	:	
Outer shell	:	Carbon Stell SA 285 Grade C
Inner shell	:	Alloy ( 0.5, molybdenum )



Insulation : Perlite  
Jumlah : 1 buah  
Harga : \$ 181545.90

49. Tangki-06 ( T-06 )

Fungsi : Untuk menyimpan Produk gas methane selama 7 hari

Type alat : Tangki berbentuk silinder vertikal tertutup

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : -171 °C

Ukuran :

Diameter : 10.1 meter

Tinggi : 30.3 meter

Volume : 2431.17 m<sup>3</sup>

Tebal shell : 3/2

Tebal head : 9/8

Bahan : *البرونز*

Outer shell : Carbon Stell SA 285 Grade C

Inner shell : Alloy (0.5, molybdenum )

Insulation : Perlite

Jumlah : 4 buah

Harga : \$ 371238.25



50. Belt Conveyer – 01 (BC – 01)

Fungsi	: Mengangkut residu dari mixer ke UPL sebanyak 14340.8852 kg/jam
Type alat	: plain bearings horizontal belt conveyor
Ukuran	:
Lebar belt	: 16 in
Tebal belt	: 1.5 in
Power	: 1 HP
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 18274.24

### 3.3 Perancangan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor eksternal dan internal. Yang dimaksud faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedang faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### 3.3.1 Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, kemungkinan pertama yaitu bila kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Sedangkan kemungkinan kedua yaitu bila kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Bila yang terjadi adalah kemungkinan kedua maka ada dua alternatif yang dapat diambil yaitu:

rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya, atau alternatif kedua yaitu mencari daerah pemasaran lain.

### **3.3.2 Kemampuan Pabrik**

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain yaitu material/bahan baku, manusia, dan mesin peralatan. Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan mencapai target produksi yang diinginkan. Sementara itu untuk tenaga kerja, jika tenaga kerja kurang terampil maka akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan pada karyawan agar keterampilan meningkat.

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan peralatan, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu.

## BAB IV

### PERANCANGAN PABRIK

#### 4.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis lebih menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain :

1. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau keluar negeri.

2. Pemasaran

Kawasan pabrik dekat dengan pelabuhan sehingga produk LMG yang diinginkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri dapat dengan mudah didistribusikan.

3. Ketersediaan energi dan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, pendingin, atau kebutuhan lainnya. Sumber air biasanya berupa sungai, air laut atau danau. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik, terlebih pabrik-pabrik LMG yang sangat membutuhkan energi sebagai bagian yang sangat penting.

4. Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar jalannya proses produksi. Selain itu faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja juga menjadi prioritas yang penting dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga diperoleh tenaga kerja yang berkualitas.

5. Lokasi geografis dan sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang aman dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dan lain-lain). Kebijakan pemerintah setempat juga mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka pabrik LMG ini dalam perencanaannya akan didirikan di Cikarang, Bekasi. Faktor-faktor pendukungnya antara lain :

1. Bahan baku manure dapat diperoleh dari peternakan-peternakan disekitar pabrik yang cukup melimpah terutama di Jawa Barat.
2. Dekat dengan kawasan industri sehingga pemasaran serta kebutuhan bahan baku lebih mudah.
3. Pemasaran LMG dapat dilakukan dengan pengapalan melalui pelabuhan Tanjung Priok.

4. Dekat dengan pelabuhan yang akan memudahkan impor barang-barang kebutuhan pabrik.
5. Sarana dan prasarana transportasi memadai.
6. Tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah sekitarnya, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik.
7. Bukan daerah subur sehingga tidak mengganggu lahan pertanian.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak adalah tempat kedudukan keseluruhan bagian dari perusahaan yang meliputi tempat kerja alat, tempat kerja orang, tempat penimbunan bahan dan hasil, tempat utilitas, perluasan, dan lain-lain.

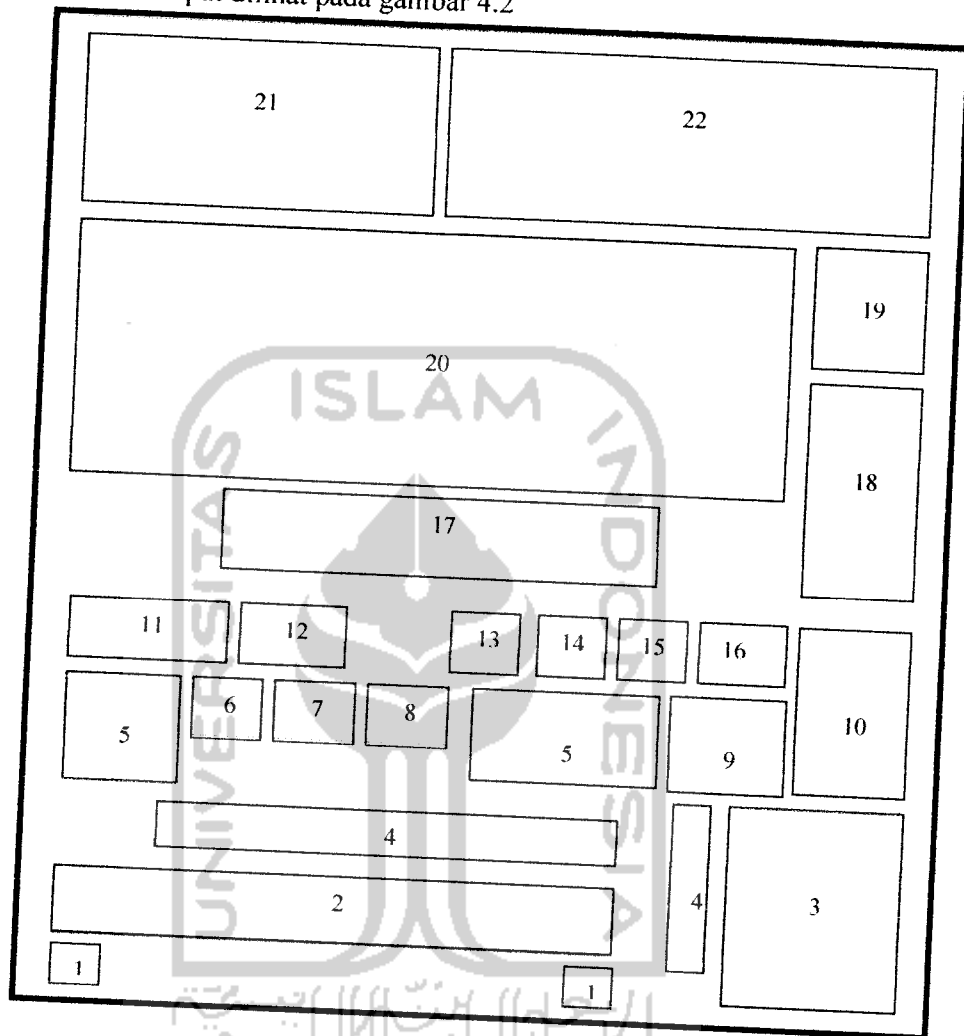
Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak suatu pabrik antara lain :

1. Letak masing-masing alat produksi sedemikian sehingga memberikan kelancaran dan keamanan bagi tenaga kerja. Selain itu, penempatan alat-alat produksi diatur secara berurutan sesuai dengan urutan proses kerja masing-masing berdasarkan pertimbangan teknik, sehingga diperoleh efisiensi teknis dan ekonomis.
2. Letak alat harus mempertimbangkan faktor *maintenance* yang memberikan area yang cukup dalam pembongkaran, penambahan alat bantu terutama pada saat turn around pabrik.

3. Alat-alat yang beresiko tinggi harus diberi jarak yang cukup sehingga aman dan mudah mengadakan penyelamatan jika terjadi kecelakaan, kebakaran dan sebagainya.
4. Jalan-jalan dalam pabrik harus cukup lebar dan memperhatikan faktor keselamatan manusia, sehingga lalu lintas dalam pabrik dapat berjalan dengan baik. Perlu dipertimbangkan juga adanya jalan pintas jika terjadi keadaan darurat.
5. Letak alat-alat ukur dan alat kontrol harus mudah dijangkau operator.
6. Letak kantor dan gudang mudah dijangkau dari jalan utama.



Gambar layout pabrik LMG dari gas alam kapasitas produksi 1 juta ton/tahun dapat dilihat pada gambar 4.2



**JALAN RAYA**  
**Skala 1 : 1000**

Keterangan :

- |                  |                       |                       |
|------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. Pos keamanan  | 8. Masjid             | 15. Mekanik           |
| 2. Perkantoran   | 9. Garasi             | 16. Laboratorium      |
| 3. Taman         | 10. Bengkel           | 17. Ruang kontrol     |
| 4. Parkir        | 11. Gudang            | 18. Utilitas          |
| 5. Lap. Olahraga | 12. Pemadam kebakaran | 19. Pengolahan limbah |
| 6. Kantin        | 13. Instrument        | 20. Daerah proses     |
| 7. Poliklinik    | 14. Elektrik          | 21. Perluasan         |
|                  |                       | 22. Tank Farm         |

### 4.3 Tata Letak Proses

Tata letak peralatan proses merupakan tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak pabrik dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran proses produksi dapat terjamin, penggunaan luas tanah lebih efektif, keselamatan dan kenyamanan kerja karyawan terjamin, biaya penanganan material lebih rendah dan biaya untuk pengeluaran yang tidak penting dapat dihindari. Dengan demikian diharapkan proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

Perencanaan tata letak peralatan proses pada pabrik LMG menggunakan beberapa pertimbangan sebagai berikut :

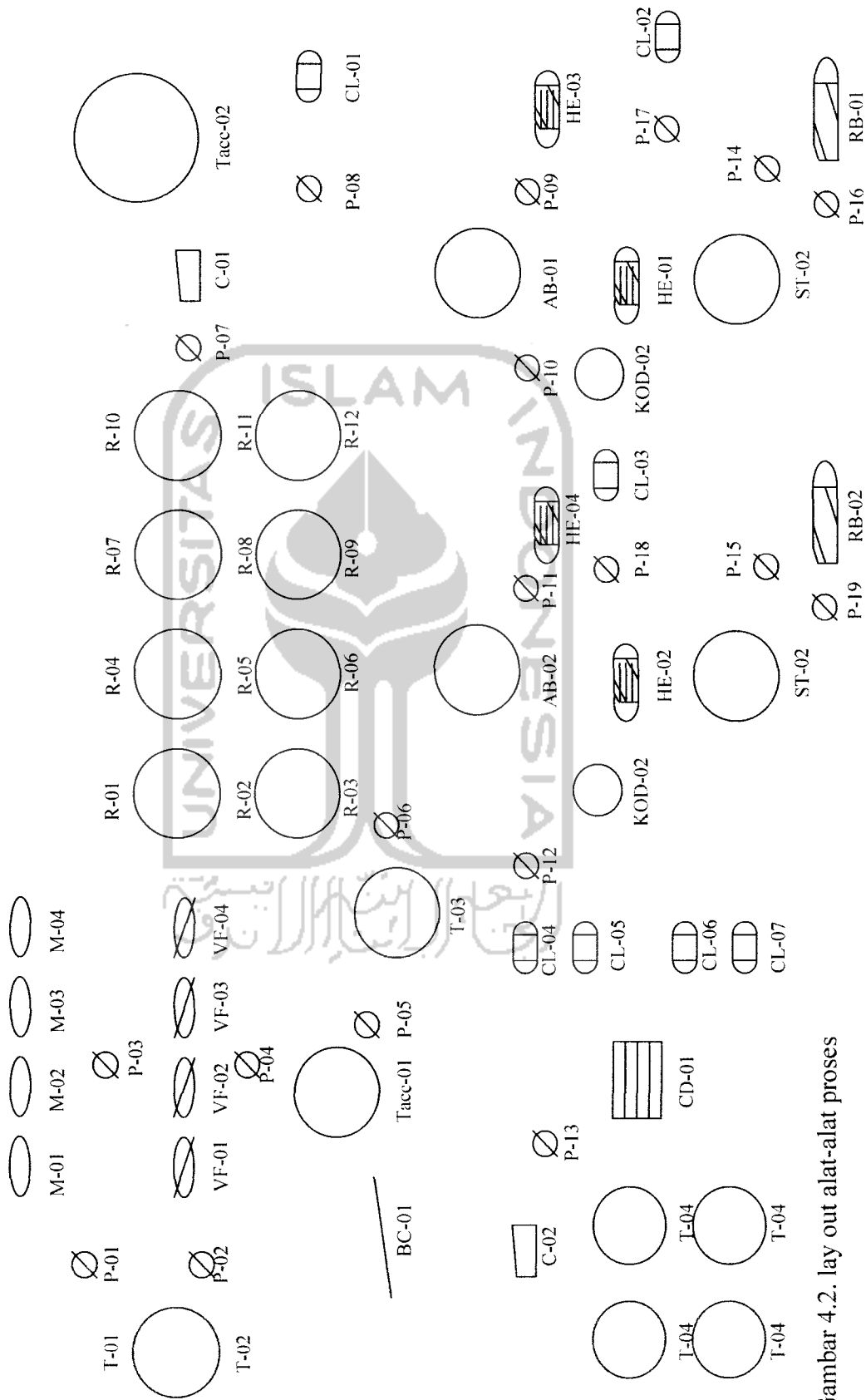
a. Aliran bahan baku dan produk

Kelancaran dan keamanan produksi serta keuntungan ekonomis yang besar dapat dicapai dengan adanya aliran bahan baku dan produk yang tetap. Untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga lalu lintas pekerja tidak terganggu oleh hal tersebut.

b. Lalu lintas alat berat

Jarak antar alat dan lebar jalan diperhatikan agar seluruh alat proses dapat dicapai oleh pekerja dengan cepat dan mudah supaya jika terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keselamatan pekerja selama tugas juga menjadi prioritas.





Gambar 4.2. lay out alat-alat proses

Keterangan :

1. AB-01	: Absorber-01	30. CL-01	: Cooler-01
2. ST-01	: Stripper-01	31. CL-02	: Cooler-02
3. KOD-01	: Knock Out Drum-01	32. CL-03	: Cooler-03
4. AB-02	: Absorber-02	33. CL-04	: Cooler-04
5. ST-02	: Stripper-02	34. CL-05	: Cooler-05
6. KOD-02	: Knock Out Drum-02	35. CL-06	: Cooler-06
7. R01-12	: Reaktor 01-12	36. CL-07	: Cooler-07
8. P-01	: Pompa-01	37. M-01	: Mixer-01
9. P-02	: Pompa-02	38. M-02	: Mixer-02
10. P-03	: Pompa-03	39. M-03	: Mixer-03
11. P-04	: Pompa-04	40. M-04	: Mixer-04
12. P-05	: Pompa-05	41. VF-01	: Vertical Filter-01
13. P-06	: Pompa-06	42. VF-02	: Vertical Filter-02
14. P-07	: Pompa-07	43. VF-03	: Vertical Filter-03
15. P-08	: Pompa-08	44. VF-04	: Vertical Filter-04
16. P-09	: Pompa-09	45. T-01	: Tangki-01
17. P-10	: Pompa-10	46. T-02	: Tangki-02
18. P-11	: Pompa-11	47. T-03	: Tangki-03
19. P-12	: Pompa-12	48. T-04	: Tangki-04
20. P-13	: Pompa-13	49. ACC-01	: Accumulator-01
21. P-14	: Pompa-14	50. ACC-02	: Accumulator-02
22. P-15	: Pompa-15	51. HE-01	: Heat Exchanger -01
23. P-16	: Pompa-16	52. HE-02	: Heat Exchanger -02
24. P-17	: Pompa-17	53. HE-03	: Heat Exchanger -03
25. P-18	: Pompa-18	54. HE-04	: Heat Exchanger -04
26. P-19	: Pompa-19	55. CD-01	: Condenser-01
27. RB-01	: Reboiler-01		
28. RB-02	: Reboiler-02		
29. BC-01	: Belt Conveyer-01		

#### 4.4 Maintenance

Berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktivitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada tiap-tiap alat. Perawatan tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over haul* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta levelling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, penggantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* :

1. Umur alat

Semakin tua umur alat maka semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

2. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

3. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik.

#### 4.5 Utilitas

Utilitas adalah bagian penunjang produksi yang ada pada suatu pabrik untuk membantu dan mempertahankan kondisi operasi normal dan dapat dipakai untuk menunjang kebutuhan diluar pabrik baik secara langsung maupun tidak langsung. Unit-unit pendukung proses antara lain adalah unit : penyediaan air (air pendingin, air sanitasi, air umpan boiler), steam, listrik, udara tekan, tangki refrigerant, tangki propane, limbah, dan pengadaan bahan bakar.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik LMG adalah :

1. Unit penyediaan air dan pengolahan air

Berfungsi sebagai air sanitasi, air untuk umpan boiler dan air pendingin.

2. Unti pengadaan steam

Digunakan untuk proses pemanasan pada *heat exchanger*.

3. Unit pengadaan listrik

Unit ini berfungsi sebagai tenaga penggerak peralatan proses maupun untuk penerangan. Listrik disuplai dari PLN dan dengan menggunakan generator set.

4. Unit pengadaan bahan bakar

Berfungsi menyediakan bahan bakar untuk boiler dan generator.

5. Unit pengolahan limbah atau air buangan

Unit pengolahan limbah berfungsi untuk mengolah limbah yang dihasilkan dari seluruh area pabrik, sehingga air buangan pabrik tidak mencemari lingkungan.

6. Unit Nitrogen

Unit ini berfungsi menyediakan kebutuhan alat proses dengan pendingin Nitrogen.

#### 4.5.1 Unit Pengadaan Air

##### A. Unit penyediaan air

Dalam pengembangan persediaan air bagi industri, jumlah dan mutu merupakan hal yang sangat penting. Penyediaan air pada pabrik LMG, meliputi: air proses, air umpan boiler dan air sanitasi (air minum).

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik digunakan untuk :

##### 1. Air pendingin

Sumber air diambil dari air sungai yang telah diolah sehingga memenuhi syarat sebagai air pendingin.

Pada umumnya dipergunakan air sebagai media pendingin adalah karena faktor-faktor berikut :

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah yang besar.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.
- c. Dapat menyerap sejumlah panas persatuan volume yang tinggi.
- d. Tidak terdekomposisi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan air pendingin adalah :

- a. Kesadahan (*Hardness*), yang dapat menyebabkan kerak
- b. Besi, yang dapat menimbulkan korosi.
- c. Minyak, yang menyebabkan terganggunya *film corrosion inhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient*, dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan.

## 2. Umpan air boiler

Air yang digunakan sebagai umpan boiler terlebih dahulu dilakukan pengolahan secara kimiawi.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

### a. Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi didalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan gas-gas terlarut, seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  dan  $NH_3$ .

### b. Zat yang menyebabkan kerak (*scale foaming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam – garam karbohidrat dan silikat.

### c. Zat yang menyebabkan foaming

Air yang diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan foaming pada boiler karena adanya zat-zat organik, anorganik dan zat-zat yang larut dalam jumlah besar. Efek pembusukan terjadi pada alkalinitas tinggi.

## 3. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan air minum, laboratorium, kantor dan perumahan.

Syarat air sanitasi meliputi :

### a. Syarat fisik

- ❖ Suhu dibawah suhu udara luar

- ❖ Warna jernih
  - ❖ Tidak mempunyai warna
  - ❖ Tidak berbau
- b. Syarat kimia
- ❖ Tidak mengandung zat organik maupun zat anorganik
  - ❖ Tidak beracun
- c. Syarat bakteriologis
- ❖ Tidak mengandung bakteri-bakteri, terutama bakteri pantogen atau bakteri penyebab penyakit.

Suatu sistem penyediaan air yang mampu menyediakan air dalam jumlah yang cukup merupakan hal yang penting bagi suatu industri.

Unsur-unsur yang membentuk suatu sistem penyediaan air meliputi :

1. Sumber-sumber penyediaan

Sumber-sumber air permukaan bagi penyediaan, misalnya sungai, danau, waduk atau sumber air tanah (sumur).

2. Sarana-sarana penampungan

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk menampung air biasanya diletakkan pada atau dekat sumber penyediannya.

3. Sarana-sarana penyaluran

Sarana-sarana untuk menyalurkan air dari penampungan ke sarana-sarana pengolahan.

4. Sarana-sarana pengolahan

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk memperbaiki dari mutu air



5. Sarana-sarana penyaluran ( dari pengolahan )

Sarana-sarana untuk menyalurkan air yang sudah diolah ke sarana-sarana penampungan sementara serta kesatu atau beberapa titik distribusi.

6. Sarana-saran distribusi

Sarana-sarana yang dipergunakan untuk membagi air ke masing-masing pemakai yang terkait didalam sistim.

Dalam merancang pabrik LMG ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai. Pertimbangan digunakannya air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan sumber air adalah :

- a. Lokasi pabrik yang akan didirikan tidak jauh dari sungai
- b. Kapasitas dan debit air sungai yang besar
- c. Biaya alat pengolahan yang lebih murah

B. Unit pengolahan air

1. *Clarifier*

Kebutuhan air dalam suatu pabrik dapat diambil dari sumber air yang ada di sekitar pabrik dengan mengolah terlebih dahulu agar memenuhi syarat untuk digunakan. Pengolahan tersebut dapat meliputi pengolahan secara fisika dan kimia, penambahan *desinfektan* maupun dengan penggunaan *ion exchanger*.

Mula-mula *raw water* diumpankan ke dalam tangki kemudian diaduk dengan putaran tinggi sambil menginjeksikan bahan-bahan kimia, yaitu:

1.  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ , yang berfungsi sebagai flokulan.
2.  $Na_2CO_3$ , yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukkan ke dalam *clarifier* untuk mengendapkan lumpur dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ), koagulan acid sebagai pembantu pembentukan flok dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukkan melalui bagian tengah *clarifier* dan diaduk dengan agitator. Air bersih keluar dari pinggir *clarifier* secara *overflow*, sedangkan *sludge* (flok) yang terbentuk akan mengendap secara grafitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai *turbidity* sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar *clarifier turbidity*nya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

## 2. Penyaringan

Air dari *clarifier* dimasukkan ke dalam *sand filter* untuk menahan atau menyaring partikel-partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *clarifier*. Air keluar dari *sand filter* dengan *turbidity* kira-kira 2 ppm, dialirkan ke dalam suatu tangki penampung (*filter water reservoir*).

Air bersih ini kemudian didistribusikan ke menara air dan unit demineralisasi. *Sand filter* akan berkurang kemampuan penyaringannya. Oleh karena itu perlu diregenerasi secara periodik dengan *back washing*

## 3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm.

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

a. *Cation Exchanger*

*Cation exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air diganti dengan ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari cation exchanger adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

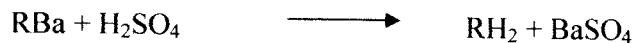
Sehingga air yang keluar dari kation tower adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ )

Reaksi:

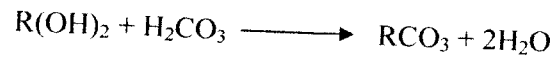


b. *Anion Exchanger*

*Anion exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga

anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

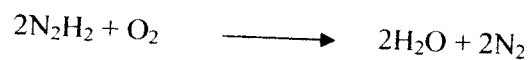
Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen ( $\text{O}_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada tube boiler.

Reaksi:



Kedalam *deaerator* juga dimasukan *low steam kondensat* yang berfungsi sebagai media pemanas.

Air yang keluar dari deaerator ini di dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler*. (*boiler feed water*)

#### 4. Pendinginan dan Menara Pendingin

Air yang telah digunakan pada cooler, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik.

Air pendingin air harus mempunyai sifat-sifat yang tidak menimbulkan kerak dan tidak mengandung mikroorganisme yang dapat menimbulkan lumut. Untuk mengatasi hal diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan kimia sebagai berikut :

- a. Fosfat berguna mencegah timbulnya kerak
- b. Chlorin untuk membunuh mikroorganisme
- c. Zat dispersan untuk mencegah atau membunuh mikroorganisme

Kebutuhan air pendingin yang masuk ke *cooling tower* sebesar 3948991.39 Kg/Jam, dianggap setelah digunakan di area proses dapat di *recycle* dan dapat dipakai lagi, sehingga banyaknya make up untuk air pendingin sebesar 789798.278 Kg/Jam.

#### 5. Kebutuhan air

Kebutuhan air untuk Pabrik LMG meliputi :

- a. Kebutuhan air pendingin

Penggunaan air pendingin untuk :

- ❖ Cooler-01 (CL-01) : 130809.86319 Kg/Jam



❖ Cooler-02 (CL-02)	: 1166017.7115 Kg/Jam
❖ Cooler-03 (CL-03)	: 242570.1991 Kg/Jam
❖ Cooler-04 (CL-04)	: 103016.6615 Kg/Jam
❖ Mixer 1-4 (MX 01-04)	: 28084.9648 Kg/Jam
Jumlah Total	: 1670499.4002 Kg/Jam

Dianggap jumlah blow down di cooling tower sebesar 20%.

$$W_m = 20\% \times 1670499.4002 \text{ Kg/Jam}$$
$$= 334099.88 \text{ Kg/Jam}$$

b. Kebutuhan air untuk steam

Penggunaan steam untuk :

❖ Reboiler-01	: 14501.5293 Kg/Jam
❖ Reboiler-02	: 430.66 Kg/Jam
Jumlah Total	: 14932.1911 Kg/Jam

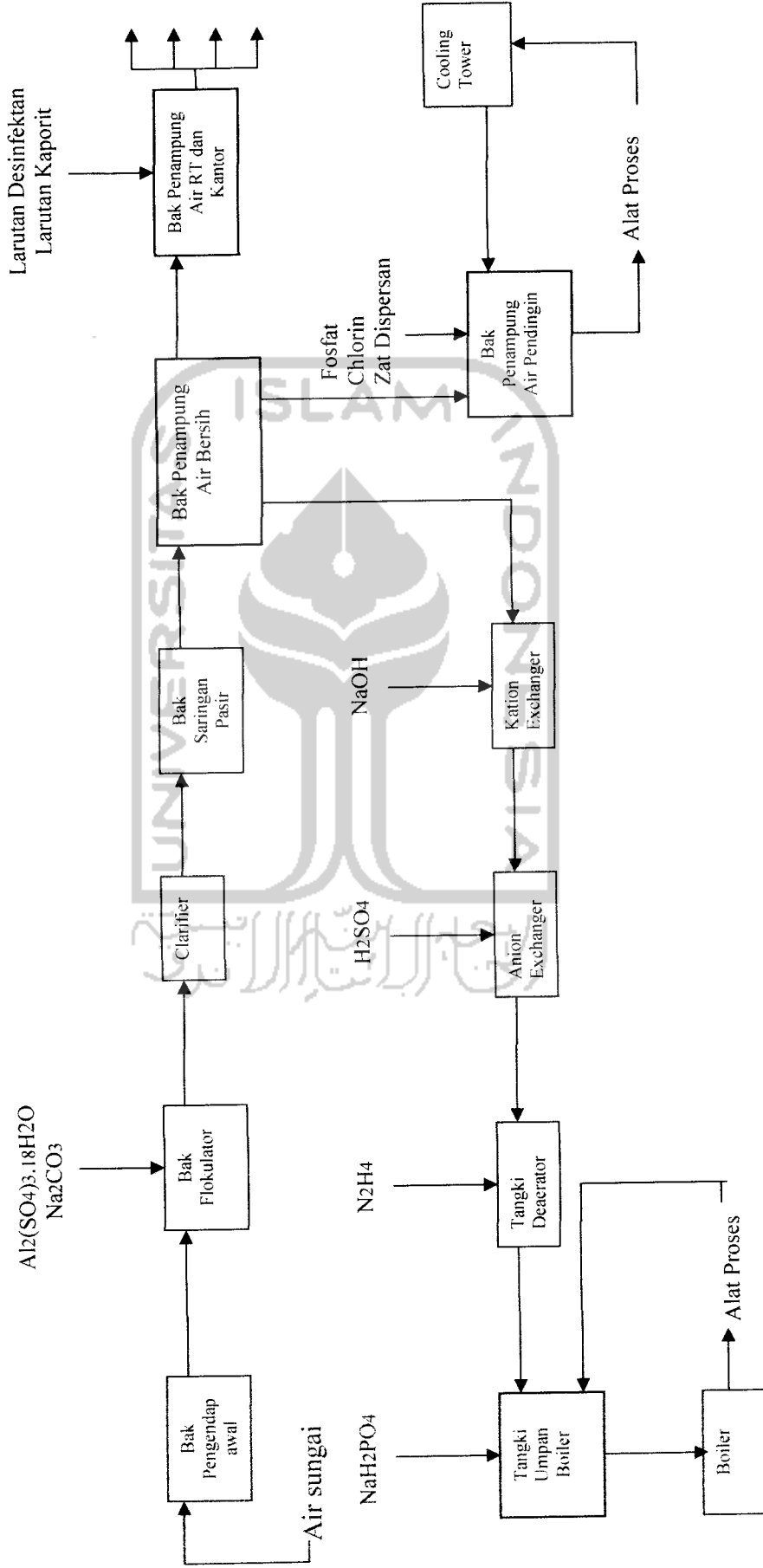
Dianggap 20% dari jumlah total di blow down :

❖ Blow down	: 2986.4382 Kg/Jam
❖ Make up	: 2986.4382 Kg/Jam

c. Kebutuhan air domestik

❖ Air untuk karyawan	: 5000 Kg/jam
❖ Air untuk kantor	: 3500 Kg/jam
❖ Air untuk rumah tangga	: 40000 Kg/Jam
Total kebutuhan air domestik	: 48500 Kg/Jam

Jadi total kebutuhan air secara kontinyu sebesar 359982.2093 Kg/Jam.



Gambar 4.3 Diagram Alir Utilitas

C. Spesifikasi alat-alat pengolahan air

1. Bak penampung awal (BU-01 )

Tugas : Menampung air yang berasal dari sungai sebanyak 359982.2093 Ltr/Jam, sekaligus mengendapkan lumpur dan kotoran yang terbawa dari air sungai dengan waktu tinggal 4 Jam.

Ukuran bak :  
Tinggi : 8.40 meter  
Lebar : 16.81 meter  
Panjang : 33.63 meter

2. Premix tank (PT-01) :

Tugas : Melarutkan dan mencampurkan yang akan di umpankan ke clarifier -01 ( CL-01 ) dengan kecepatan total sebesar 156436.4708 Kg/Jam.

Type alat : Tangki silinder berpengaduk  
Ukuran tangki :  
Diameter : 3.58 meter  
Tinggi : 3.58 meter

3. Clarifer-01 ( CL-01 )

Tugas : Mengendapkan kotoran-kotoran dan flokulan-flokulan yang berasal dari bak penampungan awal ( B-01 ) dengan waktu tinggal 4 jam.

Type alat : *Circular Clarifers*  
Ukuran :



Diameter : 21.44 meter

Tinggi cairan : 4 meter

Tinggi Clarifer : 4.8 meter

#### 4. Sand filter ( FU)

Tugas : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran yang berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifer.

Type alat : 2 buah kolom dengan saringan pasir

Ukuran :

Diameter : 10.60 meter

Tinggi tumpukan : 3.66 meter

Jumlah tumpukan : 6

#### 5. Bak penampung sementara ( BU-02 )

Tugas : Menampung sementara air yang berasal dari *sand filter*.

Type alat : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang

Ukuran :

Tinggi : 2.38 meter

Lebar : 9.52 meter

Panjang : 9.52 meter

#### 6. Tangki Klorinator ( TU-02 )

Tugas : mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan air minum dan air rumah tangga.

Jenis : Marine Propeller 4 Baffle dalam Tangki

Ukuran	:
Diameter	: 0.80 meter
Tinggi	: 1.20 meter
Power pengaduk	: 0.159Hp
Power motor	: 0.5 Hp

#### 7. Bak penampung sementara ( BU-03 )

Tugas : Menampung sementara air dari ( BU-05 ) dan recycle air proses untuk pendingin.

Type alat	: Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Ukuran	:
Tinggi	: 3.97 meter
Lebar	: 15.88 meter
Panjang	: 15.88 meter

#### 8. Cooling tower ( CTU )

Tugas : Merecovery air pendingin sirkulasi dari suhu 40°C menjadi 30 °C

Type alat : *Induced Draft Cooling Tower* dengan Bahan Isian *Berl Saddle 1 In.*

Kapasitas	: 1670499.4001 Kg/Jam
Dimensi	:
Luas	: 136.55 m <sup>2</sup>
Tinggi	: 0.87 meter
Tenaga motor	: 74 Hp

9. Kation exchanger ( KEU )

Tugas : Menurunkan kesadahan air boiler

Type alat : *Down Flow Kation Exchanger*

Resin : *Natural Green Sand Zeolit*

Ukuran tangki :

Luas : 1.099 m<sup>2</sup>

Diameter : 1.1835 meter

Tinggi : 1.56 meter

10. Anion exchanger ( AEU )

Tugas : Menghilangkan anion dari air keluaran kation exchanger

Type alat : *Down Flow Anion Exchanger*

Resin : *Weakly Basic Anion Exchanger*

Ukuran tangki :

Luas : 0.66 m<sup>2</sup>

Diameter : 0.92 meter

Tinggi : 1.20 meter

11. Deaerator ( DAU )

Tugas : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>,  
NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>S.

Typa alat : Silinder tegak yang berisi bahan isian, dimana air  
disemprotkan dari atas dan udara panas dialirkan  
dari bawah secara counter current

Ukuran tangki :

Diameter : 2.05 meter

Tinggi : 5.38 meter

## 12. Boiler feed water tank ( TU-03 )

Tugas : Mencampur kondensat sirkulasi dan make up air umpan boiler sebelum diumpankan dan dibangkitkan sebagai steam dan boiler.

Type alat : Tangki silinder tegak

Kedalam tangki ini ditambahkan bahan-bahan yang dapat mencegah terjadinya korosif dan kerak pada boiler yaitu :

### 1. Hidrazin ( $N_2H_4$ )

Fungsi : Untuk menghilangkan gas-gas yang terlarut terutama  $O_2$  sehingga tidak terjadi korosif pada boiler.

Kadar : 5 ppm

### 2. $NaH_2PO_4$

Fungsi : Untuk mencegah timbulnya kerak di boiler

Kadar : 12-17 ppm

Ukuran tangki :

Diameter : 4 meter

Tinggi : 6 meter

### 13. Boiler ( BLU )

Tugas : Membuat steam jenuh pada tekanan 12 atm

Type alat : *Water Tube Boiler*

### 14. Blower ( BWU )

Tugas : Mengalirkan udara segar ke dalam boiler

Type alat : *Centrifugal Blower*

Tenaga motor : 43 Hp

### 15. Pompa ( P-01 )

Tugas : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal ( BU-01 )  
dengan kecepatan 359982.2093 Kg/Jam.

Pemilihan pipa :

NPS : 34 in

Sch.no : 40 in

OD : 34 in

ID : 33.25 in

Spesifikasi pompa :

Kapasitas pompa : 359.9822 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa :

❖ *Friction head* : 0.0536 meter

❖ *Pressure head* : 0

❖ *Velocity head* : 0.01311 meter

❖ *Static head* : 0 meter

Putaran pompa :

- ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
- ❖ Kecepatan spesifik : 328974 rpm

Horse power :

- ❖ Brake horse power : 0.1216 Hp
- ❖ Efisiensi motor : 90%
- ❖ Motor standar : 0.5 Hp

Jumlah pompa : 8 pompa

16. Pompa ( P-02 )

Tugas : Mengalirkan air dari bak pengendap awal ( BU-01 ) ke *premix tank* ( T-01 ).

Pemilihan pipa :

- NPS : 34 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 34 in
- ID : 33.25 in

Spesifik pompa :

Kapasitas pompa : 359.982 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa :

- ❖ *Friction head* : 0.000537 meter
- ❖ *Pressure head* : 0
- ❖ *Velocity head* : 0.0131 meter

❖ *Static head* : 1.140 meter

Putaran pompa :

❖ Kecepatan putar : 2900 rpm

❖ Kecepatan spesifik : 38821 rpm

*Horse power* :

❖ *Brake horse power* : 2.102 Hp

❖ Efisiensi motor : 90%

❖ Motor standar : 2 Hp

Jumlah pompa : 1 pompa

17. Pompa ( P-03 )

Tugas : Mengalirkan air dari *premix tank* ( T-01 ) ke *clarifer* ( CLU )

Pemilihan pipa :

NPS : 34 in

Sch.no : 40 in

OD : 34 in

ID : 33.25 in

Spesifikasi pompa :

Kapasitas pompa : 359.982 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa :

❖ *Friction head* : 0.000537 meter

❖ *Pressure head* : 0

❖ *Velocity head* : 0.0131 meter

❖ *Static head* : 2.859 meter

Putaran pompa :

❖ Kecepatan putar : 2900 rpm

❖ Kecepatan spesifik : 19589 rpm

*Horse power* :

❖ *Brake horse power* : 5.23 Hp

❖ Efisiensi motor : 90%

❖ Motor standar : 6 Hp

Jumlah pompa : 1 pompa

18. Pompa ( P-04 )

Tugas : Mengalirkan air dari *clarifer* ( CLU ) ke *sand filter* ( FU )

Pemilihan pipa :

NPS : 34 in

Sch.no : 40 in

OD : 34 in

ID : 33.25 in

Spesifik pompa :

Kapasitas pompa : 359.982 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa :

❖ *Friction head* : 0.000537meter

❖ *Pressure head* : 0

❖ *Velocity head* : 0.0131 meter



- ❖ *Static head* : 0.811 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 49913 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 1.50 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 2 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
19. Pompa ( P-05 )
- Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ( BU-02 ) ke tangki *klorinator* ( TU-02 )
- Pemilihan pipa :
- NPS : 0.75 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 1.05 in
- ID : 0.824 in
- Spesifikasi pompa :
- Kapasitas pompa : 2.0208 m<sup>3</sup>/jam
- Head pompa :
- ❖ *Friction head* : 24.53 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.119 meter

- ❖ *Static head* : 1.206 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 282.470 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 0.294 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 0.5 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
20. Pompa ( P-06 )
- Tugas : Mengalirkan air dari tangki *klarinator* ( TU-02) ke bak distribusi ( BU-03 )
- Pemilihan pipa :
- NPS : 0.75 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 1.05 in
- ID : 0.824 in
- Spesifik pompa :
- Kapasitas pompa : 2.0208 m<sup>3</sup>/jam
- Head pompa :
- ❖ *Friction head* : 6.133 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.119 meter

- ❖ *Static head* : 18 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 296.378 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 0.248 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 0.5 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
21. Pompa ( P-07 )
- Tugas : Mengalirkan air dari bak penampung sementara ( BU-02 ) ke  
*kation exchanger* ( KEU )
- Pemilihan pipa :
- NPS : 34 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 34 in
- ID : 33.25 in
- Spesifikasi pompa :
- Kapasitas pompa : 6.7194 m<sup>3</sup>/jam
- Head pompa :
- ❖ *Friction head* : 4.68 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.00245 meter

❖ *Static head* : 1.568 meter

Putaran pompa :

❖ Kecepatan putar : 2900 rpm

❖ Kecepatan spesifik : 4214.179 rpm

Horse power :

❖ *Brake horse power* : 0.053 Hp

❖ Efisiensi motor : 90%

❖ Motor standar : 0.5 Hp

Jumlah : 1 pompa

## 22. Pompa-08 ( P-08 )

Tugas : Mangalirkan air dari *kation exchanger* ( KEU ) ke *anion exchanger* ( AEU )

Pemilihan pipa :

NPS : 34 in

Sch.no : 40 in

OD : 34 in

ID : 33.25 in

Spesifikasi pompa :

Kapasitas pompa : 6.7194 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa :

❖ *Friction head* : 4.68 meter

❖ *Pressure head* : 0

❖ *Velocity head* : 0.000245 meter

- ❖ *Static head* : 0.7 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 7707.391 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 0.023 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 0.5 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
23. Pompa-09 ( P-09 )
- Tugas : Mengalirkan air dari *anion exchanger* ( AEU ) ke *deaerator* (DAU)
- Pemilihan pipa :
- NPS : 34 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 340 in
- ID : 33.25 in
- Spesifikasi pompa :
- Kapasitas pompa : 6.7194 m<sup>3</sup>/jam
- Head pompa :
- ❖ *Friction head* : 4.68 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.000245 meter

- ❖ *Static head* : 4.88 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 1796.354 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 0.184 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 0.5 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
24. Pompa-10 ( P-10 )
- Tugas : Mengalirkan air dari *deaerator* ( DAU ) ke *bolier feed water tank* ( TU-03 )
- Pemilihan pipa :
- NPS : 34 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 34 in
- ID : 33.25 in
- Spesifikasi pompa :
- Kapasitas pompa : 6.7194 m<sup>3</sup>/jam
- Head pompa :
- ❖ *Friction head* : 4.68 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.000245 meter

- ❖ *Static head* : 0.7 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 7714.444 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 0.023 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 0.5 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
25. Pompa-11 ( P-11 )
- Tugas : Mengalirkan air *bolier feed tank* ( TU-03 ) ke *boiler* ( BLU )
- Pemilihan pipa :
- NPS : 34 in
- Sch.no : 40 in
- OD : 34 in
- ID : 33.25 in
- Spesifikasi pompa :
- Kapasitas pompa : 6.7194 m<sup>3</sup>/jam
- Head pompa :
- ❖ *Friction head* : 2.34 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.000245 meter

❖ *Static head* : 9 meter

Putaran pompa :

❖ Kecepatan putar : 2900 rpm

❖ Kecepatan spesifik : 1136.655 rpm

*Horse power* :

❖ *Brake horse power* : 0.305 Hp

❖ Efisiensi motor : 90%

❖ Motor standar : 0.5 Hp

Jumlah : 1 pompa

#### 26. Pompa-12 ( P-12 )

Tugas : mengalirkan air dari bak penampung sementara ( BU-02 ) ke  
bak air pendingin ( BU-04 )

Pemilihan pipa :

NPS : 34 in

Sch.no : 40

OD : 34 in

ID : 33.25 in

Spesifikasi pompa :

Kapasitas pompa : 334.0998 m<sup>3</sup>/jam

Head pompa :

❖ *Friction head* : 0.000469 meter

❖ *Pressure head* : 0

❖ *Velocity head* : 0.0033 meter



- ❖ *Static head* : 0.0121 meter
  - Putaran pompa :
  - ❖ Kecepatan putar : 2900 rpm
  - ❖ Kecepatan spesifik : 1104925.84 rpm
  - Horse power* :
  - ❖ *Brake horse power* : 0.0213 Hp
  - ❖ Efisiensi motor : 90%
  - ❖ Motor standar : 0.5 Hp
  - Jumlah : 1 pompa
27. Pompa-13 ( P-13 )
- Tugas : Mangalirkan air pendingin dari bak air pendingin ( BU-04 ) ke koil pendingin melalui *cooling tower* ( CTU )
- Pemilihan pipa :
  - NPS : 34 in
  - Sch.no : 40 in
  - OD : 34 in
  - ID : 33.25 in
  - Spesifikasi pompa :
  - Kapasitas pompa : 1670.4994 m<sup>3</sup>/jam
  - Head pompa :
  - ❖ *Friction head* : 0.0894 meter
  - ❖ *Pressure head* : 0
  - ❖ *Velocity head* : 0.0608 meter

- ❖ *Static head* : 0 meter
- Putaran pompa :
- ❖ Kecepatan putar : 2900rpm
- ❖ Kecepatan spesifik : 385814.95 rpm
- Horse power* :
- ❖ *Brake horse power* : 1.27 Hp
- ❖ Efisiensi motor : 90%
- ❖ Motor standar : 2 Hp
- Jumlah : 1 pompa

#### 4.5.2 Unit Pengadaan Steam

Steam dipabrik LMG digunakan untuk memenuhi kebutuhan panas pada alat *reboiler*. Untuk memproduksi steam, digunakan boiler. Boiler yang digunakan adalah jenis *fire tube boiler*.

Untuk menghasilkan uap air yang digunakan dalam proses adalah dengan menggunakan boiler atau ketel uap. Dalam hal ini yang digunakan adalah boiler pipa air (*water tube boiler*), karena memiliki kelebihan sebagai berikut:

- ❖ Air umpan tidak perlu terlalu bersih karena berada di luar pipa.
- ❖ Tidak memerlukan *flute* tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah.
- ❖ Tidak memerlukan tembok dan batu tahanan api.
- ❖ Pemasangannya murah.
- ❖ Memerlukan ruang dengan ketinggian rendah.

- ❖ Beroperasi dengan baik pada beban yang naik turun.

#### 4.5.3 Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik disuatu industri dapat diperoleh :

- ❖ Suplay dari PLN
- ❖ Pembangkit tenaga listrik sendiri ( *Generator Set* )

Pada perancangan LMG kebutuhan akan listrik dipenuhi dari listrik PLN dan generator. Generator yang digunakan adalah generator jenis arus bolak-balik.

Hal ini berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

- ❖ Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar.
- ❖ Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai dengan kebutuhan dengan menggunakan transformator.

*Generator AC* yang digunakan jenis *generator AC* tiga fase yang mempunyai keuntungan:

- ❖ Tegangan listrik stabil.
- ❖ Daya kerja lebih besar.
- ❖ Kawat penghantar yang digunakan lebih sedikit.
- ❖ Motor tiga fase harganya lebih murah dan sederhana

Kebutuhan listrik dalam pabrik LMG adalah 623.179kVA

Kebutuhan listrik Untuk peralatan proses diperkirakan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kebutuhan Listrik untuk Peralatan proses

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@	Total
1	Pompa	P-01	1	7.5	7.5
2	Pompa	P-02	1	3	3
3	Pompa	P-03	1	3	3
4	Pompa	P-04	1	3	3
5	Pompa	P-05	1	13	13
6	Pompa	P-06	1	2	2
7	Pompa	P-07	1	11	11
8	Pompa	P-08	1	11	11
9	Pompa	P-09	1	11	11
10	Pompa	P-10	1	12	12
11	Pompa	P-11	1	9	9
12	Pompa	P-12	1	9	9
13	Pompa	P-13	1	9	9
14	Pompa	P-14	1	25	25
15	Pompa	P-15	1	39	39
16	Pompa	P-16	1	34	34
17	Pompa	P-17	1	2	2
18	Pompa	P-18	1	2	2
19	Pompa	P-19	1	2	2
20	Belt Conveyer	BC-01	1	1	1
21	kompresor	CM-01	1	100	100
					307.5

Kebutuhan listrik untuk pengolahan air diperkirakan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kebutuhan Listrik Untuk Pengolahan Air

No.	Alat yang memerlukan	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@	Total
1	Premix Tank	TU-01	1	20	20
2	Clarifier	CLU	1	1	0.6
3	Tangki Klorinator	TU-02	1	0.5	0.5
4	Cooling Tower (Fan)	CTU	1	74	74
5	Blower	BWU	1	22	22
6	Kompresor Udara	KU	1	32	32
7	Pompa	PU-01	1	0.5	0.5
8	Pompa	PU-02	1	2	2
9	Pompa	PU-03	1	6	6
10	Pompa	PU-04	1	2	2
11	Pompa	PU-05	1	0.5	0.5
12	Pompa	PU-06	1	0.5	0.5
13	Pompa	PU-07	1	0.5	0.5
14	Pompa	PU-08	1	0.5	0.5
15	Pompa	PU-09	1	0.5	0.5
16	Pompa	PU-10	1	0.5	0.5
17	Pompa	PU-11	1	0.5	0.5
18	Pompa	PU-12	1	0.5	0.5
19	pompa	PU-13	1	2	2
					165.6

#### 4.5.3 Unit Pengadaan Bahan Bakar

Pengadaan bahan bakar pada pabrik LNG ini hanya sebatas pada penggunaan untuk bahan bakar boiler dan generator. disini generator berfungsi sebagai cadangan pembangkit listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan umum. Sehingga pabrik LMG ini tidak memerlukan bahan bakar yang sangat banyak.

Kebutuhan Bahan bakar sebesar 134.5327 Kg /Jam

#### 4.5.5 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Limbah merupakan suatu masalah yang membutuhkan perhatian besar, sehingga perlu penanganan khusus dalam pengolahannya agar tidak mencemari lingkungan disekitarnya.

Pada pabrik LMG menghasilkan tiga macam limbah yaitu :

1. Bahan buangan cair

Limbah cair dihasilkan dari sistim air pendingin, air buangan dari proses, air berminyak dari pompa, air sanitasi, air hujan, dan air buangan dari Laboratorium.

Air buangan sanitasi, Laboratorium, dan air hujan dalam unit stabilitasi dalam kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilitasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan injeksi *chlorin*. *Chlorin* ini berfungsi sebagai *desinfektan* membunuh mikroorganisme terutama mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit.

Air berminyak berasal dari buangan proses, pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan dalam *Wemco Depurator*. Unit ini berfungsi mengurangi bahkan menghilangkan kandungan minyak (*oil content*) dalam air yang selanjutnya disebut *waste water* (air buangan) dengan *oil content* tidak boleh lebih dari 25 ppm sesuai standar air buangan yang ditetapkan oleh pemerintah. didalam *wemco depurator* terdapat 2 unit *depurator machine float cell* yang masing – masing digerakkan oleh electric motor dan dilengkapi dengan *bubble tray* yang dipasang diatas mixer pada unit ini diinjeksikan uap panas yang berfungsi mempermudah timbulnya gelembung-gelembung udara

sehingga akan mengikat emulsi minyak kepermukaan menjadi suatu filamen. Selain itu untuk memisahkan emulsi minyak dalam air, diinlet wemco diinjeksikan *chemical Reserve* FR 3579. setelah itu minyak yang berada dipermukaan tersebut disapu dengan 2 unit rotating *skimmer paddles* yang masing-masing digerakkan dengan *electric motor*, dialirkan ketungku pembakar, sedangkan air dibagian bawah setelah berkurang *oil content*nya dan memenuhi syarat untuk pembuangan dengan *oil content* dibawah 25 ppm dialirkan ke penampungan akhir, kemudian dibuang ke laut.

## 2. Bahan buangan gas

Untuk menghindari pencemaran udara dari bahan-bahan buangan gas, maka dilakukan penanganan dengan cara membuat Stake, gas stake sistem adalah sistem pembakaran gas akibat tekanan berlebih yang sesuai dengan setting. Setelah dari flare gas keluar ke atmosfer dan terbakar oleh nyala api yang berasal dari pilot, karena adanya gas dan udara yang sengaja di campur dengan komposisi tertentu dan di beri percikan api.

## 3. Bahan buangan padat

Limbah padat berupa limbah katalis yang rusak dan habis life timenya, dan limbah domestik berupa sampah kantor, kantin dan tanaman. Limbah tersebut dikirim ke unit pengolahan limbah lanjutan yang kemudian dikubur dalam tanah.

#### 4.5.6 Unit Pengadaan Nitrogen

Nitrogen cair dipabrik LMG digunakan untuk memenuhi kebutuhan pendingin pada alat *cooler dan condenser*. Nitrogen cair diperoleh dari pabrik nitrogen yang berada didekat pabrik. Pemihan nitrogen cair sebagai refrigerant atau pendingin adalah :

- ❖ Titik didih nitrogen berada dibawah titik didih methane
- ❖ Ketersediaan nitrogen yang melimpah di alam
- ❖ Harga pembelian nitrogen yang lebih ekonomis
- ❖ Tidak diperlukan suatu alat pengolahan refrigerant di unit utilitas

### 4.6 Organisasi Perusahaan

#### 4.6.1 Bentuk Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan digolongkan menjadi empat, yaitu :

- a. Perusahaan perseoran, modal dimiliki oleh satu orang yang bertanggung jawab penuh terhadap maju mundurnya perusahaan.
- b. Persekutuan firma, modal dikumpul dari dua orang atau lebih, tanggung jawab yang sama menurut perjanjian, didirikan dengan akte notaris.
- c. Persekutuan komanditer (*Commanditaire Veenootshaps (CV)*) terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-masing berperan sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya menyertakan modalnya dan bertanggung jawab sebatas modal yang dimasukkan saja).



- d. Perseroan terbatas, persekutuan untuk mendirikan perusahaan dengan modal diperoleh dari penjualan saham, pemegang saham bertanggung jawab sebesar modal yang dimiliki.

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada Pabrik LMG ini adalah Perseroan Terbatas. Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan atau Perseroan Terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyertakan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyertor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik LMG yang akan didirikan, direncanakan mempunyai:

- ❖ Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- ❖ Lapangan usaha : Industri LMG
- ❖ Lokasi perusahaan : Tangerang Banten

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor antara lain mudah untuk mendapatkan modal yaitu dengan menjual saham perusahaan, tanggung jawab pemegang saham terbatas sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan, pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direktur beserta stafnya, kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direktur beserta stafnya, serta karyawan perusahaan, selain itu

juga efisiensi manajemen mudah bergerak di pasar modal, dan luasnya lapangan usaha karena suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat sehingga dengan mudah modal ini PT dapat memperluas usahanya.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas yaitu Perseroan Terbatas didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang, besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham, serta pemiliknya adalah para pemegang saham.

Pabrik LMG ini dipimpin oleh seorang direktur. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

#### **4.6.2 Struktur Organisasi**

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dalam perusahaan tersebut. Karena hal ini berhubungan dengan komunitas yang terjadi didalam perusahaan, demi tercapainya keselamatan kerja antar karyawan. Terdapat beberapa macam struktur organisasi antara lain :

1. Struktur organisasi lini

Didalam struktur ini biasanya paling sedikit mempunyai tiga fungsi dasar yaitu produksi, pemasaran dan keuangan. Fungsi ini tersusun dalam suatu organisasi dimana rantai perintah jelas dan mengalir kebawah melalui tingkatan – tingkatan manajerial. Individu-individu dalam departemen-departemen melaksanakan kegiatan utama

perusahaan. Setiap orang mempunyai hubungan pelaporan hanya dengan satu atasan, sehingga ada kesatuan perintah.

## 2. Struktur organisasi fungsional

Staf fungsional memiliki hubungan terkuat dengan saluran-saluran lini.

Bila dilimpahkan wewenang fungsional oleh manajemen puncak, seorang staf fungsional mempunyai hak untuk memerintah satuan lini

sesuai kegiatan fungsional.

## 3. Struktur organisasi lini dan staf

Staf merupakan individu atau kelompok dalam struktur organisasi yang fungsi utamanya memberikan saran dan pelayanan kepada fungsi lini. Staf tidak secara langsung terlibat dalam kegiatan utama organisasi, posisi staf untuk memberikan saran dan pelayanan departemen lini dan membantu mencapai tujuan organisasi dan lebih efektif.

Maka struktur organisasi yang dipilih adalah struktur organisasi yang baik, yaitu sistem lini dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional sangat jelas. Sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidang tertentu. Staf ahli akan memberikan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawasan demi tercapainya tujuan dari perusahaan.

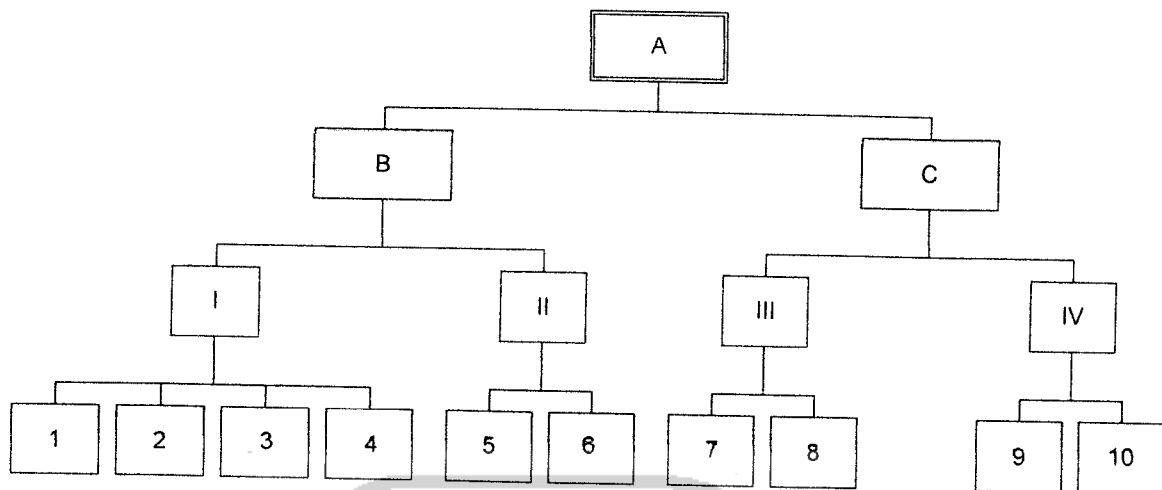
Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem lini dan staf ini, yaitu:

- a. Sebagai lini yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam melaksanakan tugasnya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang direktur utama yang dibantu oleh direktur produksi serta direktur keuangan dan umum. Direktur produksi membawahi bidang produksi dan teknik sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan dan pelayanan umum.

Direktur membawahi beberapa kepala bagian, kepala bagian membawahi beberapa kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan dibagi menjadi beberapa kelompok yang dipimpin oleh kepala kelompok, dimana kepala kelompok bertanggung jawab kepada atasannya pada masing-masing seksi.

Secara singkat struktur organisasi pabrik LMG dari manure (limbah ternak) dengan kapasitas produksi 1 juta ton/tahun dapat dilihat pada gambar :



**Gambar 4.3 Struktur organisasi perusahaan**

**Keterangan Gambar:**

- A : Direktur Utama
- B : Direktur Produksi/Teknik
- B : Direktur Administrasi/Keuangan
- I : Kepala Bagian Produksi
- II : Kepala Bagian Teknik
- III : Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan
- IV : Kepala Bagian Umum
- 1 : Seksi Proses
- 2 : Seksi Laboratorium
- 3 : Seksi Penelitian dan Pengembangan
- 4 : Seksi Pemeliharaan Alat
- 5 : Seksi Utilitas
- 6 : Seksi Administrasi
- 7 : Seksi Personalia
- 8 : Seksi Keuangan
- 9 : Seksi Hubungan Masyarakat
- 10 : Seksi Kesehatan

### **4.6.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.6.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas adalah rapat umum pemegang saham. Pada rapat umum itu para pemegang saham mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris, mengangkat dan memberhentikan Direktur, dan mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan.

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham, sehingga Dewan Komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi menilai dan menyetujui rencana direktur tentang kebijakan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya pemasaran, mengawasi tugas-tugas direktur, dan membantu direktur dalam hal-hal penting.

#### **4.6.3.3 Direktur**

Direktur merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur membawahi Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Tugas Direktur

antara lain melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya, menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen, dan karyawan, mengangkat dan memberhentikan Kepala Seksi dengan persetujuan rapat pemegang saham, dan mengkoordinir kerja sama dengan Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum

#### **4.6.3.4 Kepala Bidang**

Kepala Bidang merupakan pemimpin dari Kepala Seksi dan ia bertanggung jawab kepada Direktur. Ada dua Kepala Bidang yaitu Kepala Bidang Produksi dan Kepala Bidang Keuangan dan Umum.

Tugas Kepala Bidang Produksi antara lain bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang kelancaran produksi dan perawatan pabrik, serta mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan Kepala Seksi yang menjadi bawahannya.

Tugas Kepala Bidang Keuangan dan Umum antara lain bertanggung jawab kepada Direktur dalam bidang keuangan dan pelayanan umum serta mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan Kepala Seksi yang menjadi bawahannya.

#### **4.6.3.5 Staf Ahli**

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada Direktur sesuai dengan keahliannya. Tugas dan wewenang staf ahli antara lain memberikan nasehat dan saran dalam pelaksanaan dan pengembangan perusahaan, mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan, dan memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

#### **4.6.3.6 Penelitian dan Pengembangan**

Penelitian dan pengembangan terdiri atas ahli-ahli/sarjana sebagai pembantu direktur dan bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugas dan wewenangnya antara lain mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi, mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja.

#### **4.6.3.7 Kepala Seksi**

Secara umum tugas Kepala Seksi adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan seksinya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala Seksi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bidang. Kepala Seksi terdiri dari:

- ❖ **Kepala Seksi Operasi**

Kepala Seksi Operasi bertanggung jawab kepada Kepala Bidang Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi. Kepala





Seksi Operasi membawahi Koordinator Unit Proses, Unit Utilitas dan Koordinator Unit Laboratorium.

Tugas Unit Proses antara lain mengawasi jalannya proses dan produksi dan menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh unit yang berwenang.

Tugas Unit Laboratorium antara lain mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi dan menganalisa mutu produksi, mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik, dan membuat laporan berkala kepada Kepala Seksi Operasi.

❖ Kepala Seksi Teknik

Tugas Kepala Seksi Teknik antara lain bertanggung jawab kepada Kepala Bidang Produksi dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi, serta membawahi koordinator unit pemeliharaan dan karyawan unit inspeksi proses dan keselamatan lingkungan.

Tugas Unit Pemeliharaan antara lain merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

Tugas Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan antara lain bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan

serta menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

❖ Kepala Seksi Pemasaran

Kepala Seksi Pemasaran bertanggung jawab kepada Kepala Bidang Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi. Kepala Seksi Pemasaran membawahi Unit Pengadaan dan Unit Penjualan.

Tugas Unit Pengadaan antara lain melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan, serta mengetahui harga pasaran dari suatu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas Unit Penjualan antara lain merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

❖ Kepala Seksi Keuangan dan Administrasi

Kepala Seksi Keuangan dan Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bidang Keuangan dan Umum dalam hal administrasi dan keuangan. Kepala Seksi Keuangan dan Administrasi membawahi Unit Administrasi dan Unit Keuangan.

Tugas Unit Administrasi antara lain menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

Tugas Unit Keuangan antara lain menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan

masa depan serta mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

❖ Kepala Seksi Umum

Kepala Seksi Umum bertanggung jawab kepada Kepala Bidang Keuangan dan Umum dalam hal personalia, hubungan masyarakat dan keamanan. Kepala Seksi Umum membawahi Unit Personalia, Unit Humas, dan Koordinator Unit Keamanan.

Tugas Unit Personalia antara lain mengelola sumber daya manusia dan manajemen. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya, mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Tugas Unit Humas antara lain mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Tugas Unit Keamanan antara lain menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan, mengawasi keluar masuknya orang baik karyawan atau bukan di lingkungan pabrik, serta menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

❖ Koordinator Unit

Koordinator Unit adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan unitnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh para Kepala

Seksi masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap koordinator unit bertanggung jawab terhadap Kepala Seksi masing-masing.

#### **4.6.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan**

Pabrik LMG direncanakan beroperasi 330 hari dalam 1 tahun dan 24 jam setiap hari. Sisa hari yang bukan hari libur, digunakan untuk perbaikan dan perawatan atau shut down. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

##### **4.6.4.1 Karyawan Non Shift**

Karyawan non shift adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah: Direktur, Staf Ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, Koordinator Unit, serta karyawan yang berada dikantor. Karyawan harian dalam 1 minggu bekerja selama 6 hari dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

##### **Jam kerja :**

Hari Senin – Jumat : jam 07.00 – 15.00

Hari Sabtu : jam 07.00 – 12.00

##### **Jam istirahat :**

Hari Senin – Kamis : jam 12.00 – 13.00

Hari Jumat : jam 11.00 – 13.00



#### 4.6.4.2 Karyawan Shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi dan mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk pada karyawan shift ini adalah karyawan unit proses, utilitas, laboratorium, sebagian dari bagian teknis, bagian gudang, dan bagian-bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik. Para karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pembagian jam kerja sebagai berikut:

- ❖ Shift pagi : jam 07.00 – 15.00
- ❖ Shift siang : jam 15.00 – 23.00
- ❖ Shift malam : jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian. Tiap regu mendapat giliran 3 hari kerja dan 1 hari libur tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah maka regu yang masuk tetap masuk. Jadwal kerja masing-masing regu ditabelkan sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Jadwal Kerja Masing-masing Regu**

HARI REGU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>I</b>	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
<b>II</b>	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S
<b>III</b>	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
<b>IV</b>	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M

Keterangan :

P : Shift pagi

S : Shift siang

M : Shift malam

L : Libur

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya, karena kelancaran produksi secara tidak langsung akan mempengaruhi jalannya perkembangan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan diberlakukan absensi. Di samping itu masalah absensi nantinya digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai dasar dalam mengembangkan karier pada karyawan di dalam perusahaan.

#### 4.6.5 Status Karyawan dan Sistem Upah

##### 4.6.5.1 Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direktur dan mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian, dan masa kerja.

#### 4.6.5.2 Karyawan Harian

Karyawan Harian yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa surat keputusan (SK) direktur dan mendapat upah harian yang dibayar tiap-tiap akhir pekan.

#### 4.6.5.3 Karyawan Borongan

Karyawan borongan yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

**Tabel 4.4 Perincian Gaji Karyawan**

JABATAN	KLASIFIKASI	JUMLAH	GAJI/BULAN	TOTAL
Direktur Utama	S1 – T. Kimia	1	50,000,000.00	50,000,000.00
Direktur Produksi	S1 – T. Kimia	1	30,000,000.00	30,000,000.00
Direktur Keuangan dan umum	S1 – Ekonomi	1	30,000,000.00	30,000,000.00
Staf Ahli	S1 – T. Kimia	5	20,000,000.00	100,000,000.00
Penelitian dan Pengembangan	S1 – T. Kimia	4	17,000,000.00	68,000,000.00
Sekretaris	D3 - Sekretaris	2	6,000,000.00	12,000,000.00
Kepala Seksi Operasi	S1 – T. Kimia	2	10,000,000.00	20,000,000.00
Kepala Seksi Teknik	S1 – T. Elektro/ Mesin	1	10,000,000.00	10,000,000.00
Kepala Seksi Pemasaran	S1 – T. Industri	1	10,000,000.00	10,000,000.00
Kepala Seksi Keuangan dan Administrasi	S1 – Ekonomi	1	10,000,000.00	10,000,000.00
Kepala Seksi Umum	S1 – Ilmu Sosial	1	10,000,000.00	10,000,000.00
Koordinator Unit Proses	D3 – T. Kimia	1	6,000,000.00	6,000,000.00
Koordinator Unit Utilitas	D3 – T. Kimia	1	6,000,000.00	6,000,000.00
Koordinator Unit Laboratorium	D3 – Analisis Kimia	1	6,000,000.00	6,000,000.00
Koordinator Unit Pemeliharaan	D3 – T. Mesin	1	6,000,000.00	6,000,000.00
Koordinator Unit Keamanan	SLTA	1	3,000,000.00	3,000,000.00

*Gusvadillah Syaifudin (02521152)*

*Hazad Mustofa Khadaffi (02521167)*

Karyawan Unit Proses	SLTA	32	2.500,000.00	80,000,000.00
Karyawan Unit Utilitas	SLTA	32	2.500,000.00	80,000,000.00
Karyawan Unit Laboratorium	SLTA	8	2.500,000.00	20,000,000.00
Karyawan Unit Pemeliharaan	SLTA	8	2.500,000.00	20,000,000.00
Karyawan Unit Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan	D3	8	2.500,000.00	20,000,000.00
Karyawan Unit Administrasi	SLTA	4	2.500,000.00	10,000,000.00
Karyawan Unit Keuangan	SLTA	4	2.500,000.00	10,000,000.00
Karyawan Unit Personalia	SLTA	4	2.500,000.00	10,000,000.00
Karyawan Unit Humas	SLTA	3	2.500,000.00	7,500,000.00
Karyawan Unit Keamanan	SLTA	12	2.500,000.00	30,000,000.00
Karyawan Unit Pengadaan	SLTA	4	2.500,000.00	10,000,000.00
Karyawan Unit Penjualan	SLTA	4	2.500,000.00	10,000,000.00
Dokter	Kedokteran	2	6,000,000.00	12,000,000.00
Perawat	D3 – Perawat	6	2,500,000.00	15,000,000.00
Sopir	SLTA	4	2,000,000.00	8,000,000.00
TOTAL		160	270,500,000.00	719,500,000.00
			I TAHUN	8,634,000,000.00

Total gaji = Gaji Karyawan + Gaji Operator

= Rp. 9978000000 ,00



#### 4.6.6 Kesejahteraan Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain berupa

##### ❖ Tunjangan

Tunjangan dibedakan menjadi tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan dan tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

##### ❖ Cuti

Cuti dibedakan menjadi cuti tahunan yang diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun dan cuti sakit yang diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.

##### ❖ Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sebanyak 3 pasang tiap tahunnya

##### ❖ Pengobatan

Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja ditanggung perusahaan sesuai undang-undang yang berlaku. Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja diatur berdasarkan kebijaksanaan.

#### 4.6.6.1 Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi Tenaga Kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawannya lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan

#### 4.6.7 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Pabrik LMG ini mengambil kebijakan dalam aspek perencanaan, pelaksanaan, pengawasan dan pemeliharaan keselamatan peralatan, dan karyawan di bawah Unit Inspeksi Proses dan Keselamatan Lingkungan. Manajemen perusahaan sangat mendukung dan ikut berpartisipasi dalam program pencegahan kerugian baik terhadap karyawan, harta benda perusahaan, terjaganya kegiatan operasi serta keamanan masyarakat sekitar yang diakibatkan oleh kegiatan perusahaan. Pelaksanaan tugas dalam kesehatan dan keselamatan kerja ini berlandaskan :

1. UU no 1/1970  
Mengenai keselamatan kerja karyawan yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.
2. UU no 2/1951  
Mengenai ganti rugi akibat kecelakaan kerja yang dikeluarkan oleh Departemen Tenaga Kerja.
3. UU no 23/1997  
Mengenai pengelolaan lingkungan hidup yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup
4. PP no 27/1999

Mengenai ketentuan AMDAL yang dikeluarkan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup.

Kegiatan yang dilakukan dalam rangka kesehatan dan keselamatan kerja antara lain: mengawasi keselamatan jalannya operasi proses, bertanggung jawab terhadap alat-alat keselamatan kerja, bertindak sebagai instruktur safety, membuat rencana kerja pencegahan kecelakaan, membuat prosedur darurat agar penanggulangan kebakaran dan kecelakaan proses berjalan dengan baik, mengawasi bahan buangan pabrik agar tidak berbahaya bagi lingkungan.

#### **4.7 EVALUASI EKONOMI**

Dalam prarancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan dan layak atau tidak untuk didirikan.

##### **4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan**

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk

memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan teknik kimia pada tahun tersebut.

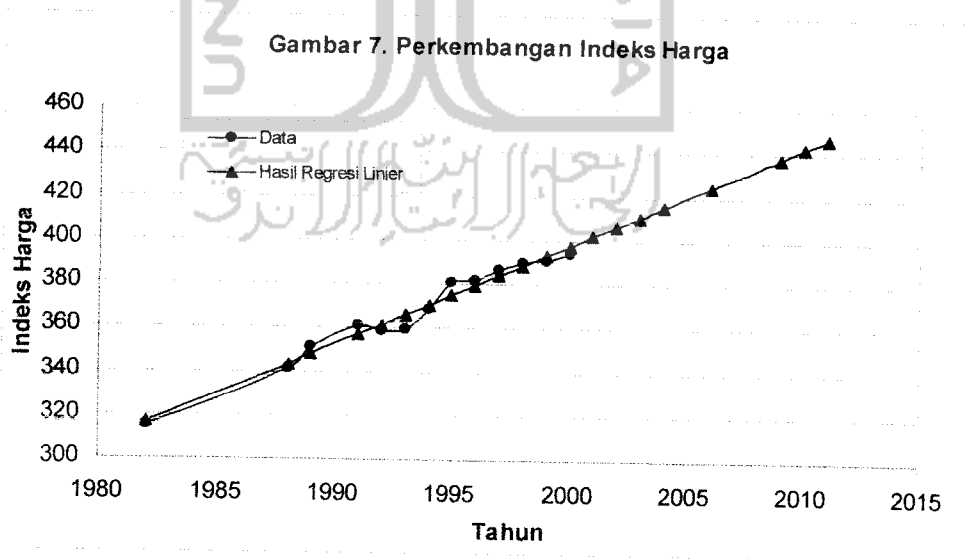
Harga indeks tahun 2011 diperkirakan secara garis dengan menggunakan data indeks dari tahun 1987 sampai 2001:

**Tabel 4.5 Perkembangan Indeks Harga**

Tahun X	Index Y,data
1982	315
1988	341.58
1989	351.2
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1

Sumber

<http://www.matche.com>



**Gambar 4.7.2 Grafik Indeks Harga**

Persamaan yang diperoleh adalah :

$$Y = 4.5069x - 8616.61 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :  $x$  = tahun

$Y$  = indeks harga

Dengan menggunakan persamaan di atas, maka harga indeks pada tahun perancangan yaitu pada tahun 2011 dapat diperoleh yaitu :

$$\begin{aligned} Y &= 4.5069 (2011) - 8616.61 \\ &= 446,9369 \end{aligned}$$

harga pada tahun 2011 dapat dicari sebagai berikut :

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

Dimana :  $Ex$  = Harga Alat pada tahun  $x$

$Ey$  = Harga alat pada tahun  $y$

$Nx$  = Index harga pada tahun  $x$

$Ny$  = Index harga pada tahun  $y$

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak memotong kurva spesifikasi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$Eb = Ea [Cb / Ca]^{0.6}$$

Dimana :  $Ea$  = Harga alat a

$Eb$  = Harga alat b

Ca = Kapasitas alat a

Cb = Kapasitas alat b

Indeks harga alat pada tahun 2011 dengan ekstrapolasi diperoleh sebesar 446,9369

#### **4.7.2 Perhitungan Biaya**

##### **4.7.2.1 Capital Investment**

Capital Investment adalah banyaknya pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk pengoperasiannya.

Capital Investment terdiri dari :

a. Fixed Capital Investment

Fixed Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.

b. Working Capital Investment

Working Capital Investment adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

##### **4.7.2.2 Manufacturing Cost**

Manufacturing Cost terdiri dari direct, indirect dan fixed manufacturing cost, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

a. Direct Manufacturing Cost

Direct Manufacturing Cost adalah pengeluaran yang bersangkutan khusus dalam pembuatan produk.

b. Indirect Manufacturing Cost

Indirect Manufacturing Cost adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

c. Fixed Manufacturing Cost

Fixed Manufacturing Cost adalah merupakan harga yang berkenaan dengan fixed capital dan pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap dan tidak tergantung pada waktu dan tingkat produksi.

**4.7.2.3 General Expense**

General Expense atau pengeluaran umum yang meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.

**4.7.3 CAPITAL INVESTMENT**

**Tabel 4.6 Fixed Capital Investment**

No.	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah
1	<i>Delivered Equipment</i>	48,262,902.69	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	5,980,403.16	30.619.664.177,54
3	<i>Piping</i>	10,449,967.63	14.352.967.583,22
4	<i>Instrumentation</i>	5,854,499.93	2.870.593.516,64
5	<i>Insulation</i>	1,552,806.43	4.784.322.527,74
6	<i>Electrical</i>	4,196,774.14	-
7	<i>Buildings</i>	-	56.262.500.000,00
8	<i>Land and yard improvement</i>	-	225.000.000.000,00
9	<i>Utilities</i>	8,821,266.82	20.993.530.664,63
	<b>Physical Plant Cost</b>	<b>85,118,620.81</b>	<b>354.883.578.469,79</b>
10	<i>Engineering and Contruction</i>	17,023,724.16	70.976.715.693,96
	<b>Direct Plan Cost</b>	<b>102,142,344.97</b>	<b>425.860.294.163,75</b>
11	<i>Contractor's fee</i>	5,107,117.25	21.293.014.708,19
12	<i>Contingency</i>	15,321,351.75	63.879.044.124,56
	<b>Fixed Capital</b>	<b>122,570,813.97</b>	<b>511.032.352.996,50</b>

Kurs mata uang :

US \$ 1 = Rp. 9.300,00

sehingga *Total Fixed Capital Investment*:

$$= (US \$ 122,570,813.97 \times Rp. 9.300,00 / US \$ 1 ] + Rp. 511.032.352.996,50$$

$$= Rp 1.650.940.922.931,95$$

**Tabel 4.7 Working Capital**

No.	Type of Expenses	US \$	Rupiah
1	Raw Material Inventory	1,145,057.59	-
2	In process inventory	37,903.75	244.430.518,97
3	Product Inventory	5.053,833.69	32.590.735.863,57
4	Available cash	5.053,833.69	32.590.735.863,57
5	Extended credit	17.206,170.76	-
	<b>Total Working Capital</b>	<b>28,496,799.51</b>	<b>65.425.902.246,12</b>

sehingga *Total Working Capital*:

$$= (US \$ 28,496,799.51 \times Rp. 9.300,00 / US \$ 1 ] + Rp. 65.425.902.246,12$$

$$= Rp. 330.446.137.748,50.$$

#### 4.7.4 GENERAL EXPENSES

**Tabel 4.8 General Expenses**

No.	Type of Expenses	US \$	Rupiah
1	Administration	3,032,300.22	195.544.415,18
2	Sales	9,096,900.66	586.633.245,54
3	Finance	16,531,601.32	609.171.206,37
4	Research	3,032,300.22	195.544.415,18
	<b>General Expense</b>	<b>31,693,102.42</b>	<b>158.689.328.227,28</b>

sehingga *Total General Expenses*:

$$= (US \$ 31,693,102.42 \times Rp. 9.300,00 / US \$ 1 ] + Rp. 158.689.328.227,28$$



=Rp. 453.435.180.741,26

#### 4.7.5 MANUFACTURING COST

**Tabel 4.9 Manufacturing Cost**

No.	Type of Expenses	US \$	Rupiah
1	Raw Materials	13,740,691.18	-
2	Labour Cost	-	9.978.000.000,00
3	Supervision	-	1.995.600.000,00
4	Maintenance	-	698.460.000,00
5	Plant Supplies	-	104.769.000,00
6	Royalties and Patents	10,323,702.46	-
7	Utilities	-	298.407.495.473,33
<b>Direct Manufacturing Cost</b>		<b>24,064,393.65</b>	<b>311.184.324.473,33</b>
8	Payroll and Overhead	-	1.995.600.000,00
9	Laboratory	-	1.496.700.000,00
10	Plant Overhead	-	9.978.000.000,00
11	Packaging and Shipping	20,647,404.92	-
<b>Indirect Manufacturing Cost</b>		<b>20,647,404.92</b>	<b>13.470.300.000,00</b>
12	Depreciation	12,257,081.39	51.103.235.299,65
13	Property Taxes	2,451,416.28	10.220.647.059,93
14	Insurance	1,225,708.14	5.110.323.529,96
<b>Fixed Manufacturing Cost</b>		<b>15,934,205.82</b>	<b>66.434.205.889,55</b>
<b>Manufacturing Cost</b>		<b>60,646,004.38</b>	<b>391.088.830.362,87</b>

sehingga *Total Manufacturing Cost*:

= (US \$ 60,646,004.38 x Rp. 9.300,00 /US \$ 1 ] + Rp 391.088.830.362,87

= Rp. 955.096.671.143,18

#### 4.7.6 ANALISA KELAYAKAN

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, dan untuk mengetahui pabrik tersebut berpotensi untuk didirikan atau tidak, maka perlu dilakukan analisa kelayakan.

a) *Percent Return on Investment (ROI)*

*Return on Investment (ROI)* adalah perkiraan keuntungan yang dapat diperoleh setiap tahun berdasarkan pada kecepatan pengembalian modal tetap yang diinvestasikan.

$$ROI = \frac{\text{Pr ofit}}{\text{Fixed Capital Cost}} \times 100\%$$

b) *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang dibutuhkan untuk pengembalian *Fixed Capital Investment* dengan keuntungan pertahun sebelum dikurangi depresiasi.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Cost}}{\text{Pr ofit} + (0.1 \times \text{Fixed Capital Investment})} \times 100\%$$

c) *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales* sama dengan *total cost*.

$$BEP = \frac{(Fa + 0.3Ra)}{(Sa - Va - 0.7Ra)} \times 100\%$$

Dimana :

$F_a$  = *Annual Fixed Expense*

$R_a$  = *Annual Regulated Expense*

$V_a$  = *Annual Variable Expense*

$S_a$  = *Annual Sales Value*

d) *Shut Down Point (SDP)*

*Shut Down Point (SDP)* adalah kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam satu tahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun, maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.

$$SDP = \frac{0.3R_a}{(S_a - V_a - 0.7R_a)} \times 100\%$$

e) *Discount Cash Flow Rate (DFCR)*

Evaluasi keuntungan dengan cara *Discount Cash Flow* yaitu menghitung nilai uang yang berubah tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*Present Value*).

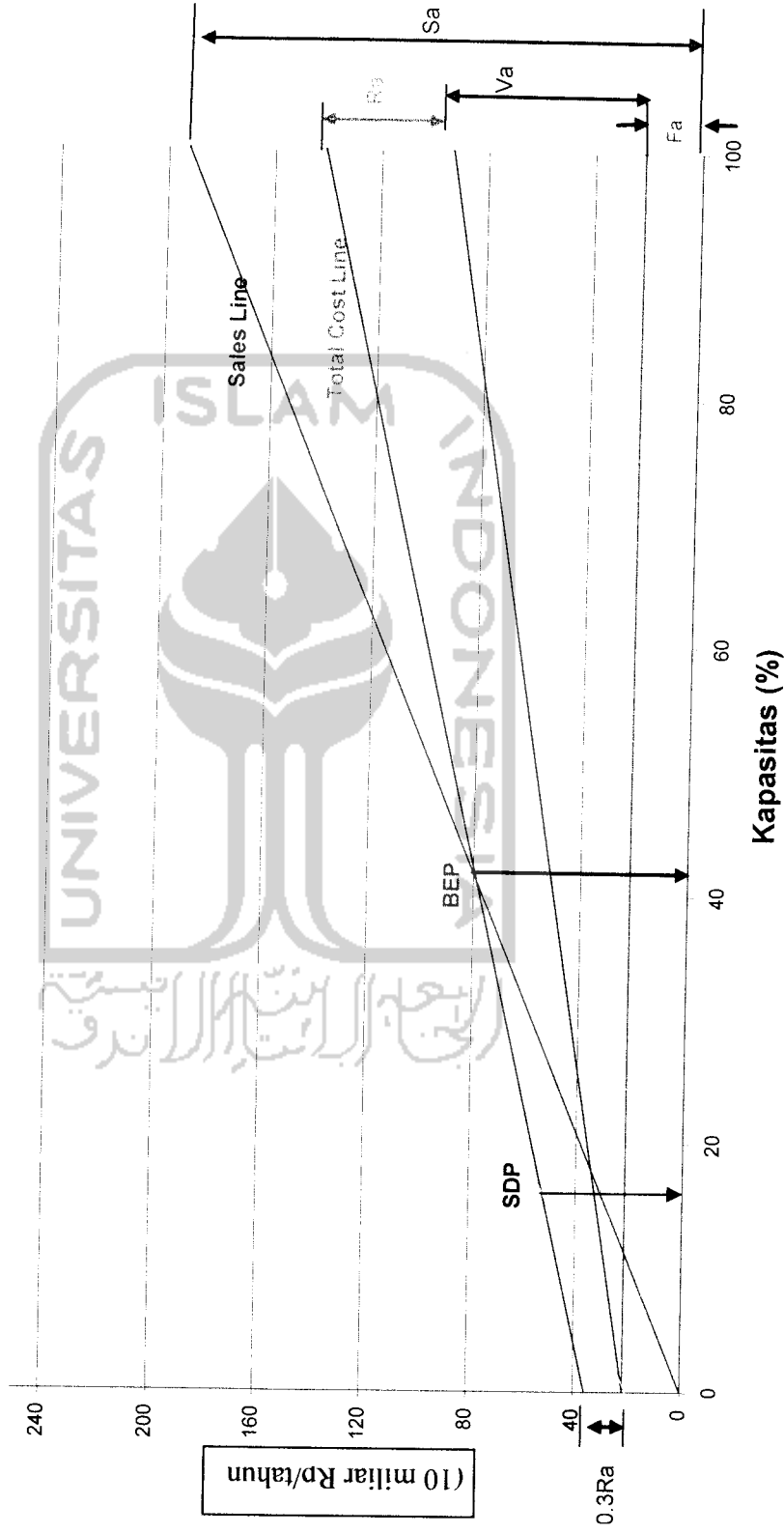
*Rate of Return* dihitung dengan persamaan :

$$\frac{(FC + WC)(1+i)^n}{CF} = \left[ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1 \right] + \left[ \frac{(WC + SV)}{CF} \right]$$

Dimana :



**Gambar 4.5 Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya**



## BAB V

### PENUTUP

Perancangan pabrik *Liquefied Methane Gas* dari bahan baku manure dengan kapasitas produksi 1 juta ton/tahun didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

- 1). Perancangan produk *Liquefied Methane Gas* (LMG) termasuk beresiko rendah, karena secara umum kondisi operasi pabrik tidak terlalu tinggi (atmosferik), teknologi yang digunakan aman dan bahan baku yang diperlukan dapat diperoleh di dalam negeri, maka perancangan pabrik ini ditargetkan dapat beroperasi sesuai dengan rencana.
- 2). Pemilihan proses pencairan gas methane dengan metode pendinginan merupakan metode yang relatif lebih ekonomis karena tekanan yang digunakan lebih rendah dibandingkan dengan metode kompresi yang beroperasi pada tekanan yang sangat tinggi. namun dengan hasil kualitas yang sama. Kontinuitas produksi dijamin oleh suplay bahan baku (manure) dari peternakan-peternakan disekitar pabrik yang
- 3). Hasil analisa kelayakan ekonomi diperoleh data sebagai berikut :
  - a. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 511.676.805.731,34 pertahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 255.838.402.865,67 pertahun.
  - b. *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 30.993 % dan setelah pajak 15.4965 %. Nilai ROI Minimum 11 % (Aries & Newton, 1954)

- c. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak 2.4394 tahun dan setelah pajak 3.9221 tahun. Nilai POT Maksimal 5 tahun (Aries & Newton, 1954)
- d. *Break Even Point (BEP)* sebesar 41.2003 %. Standart BEP 40-60 %
- e. *Shut Down Point (SDP)* sebesar 16.5369 %.
- f. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 30.34 %. Standart kelayakan DCFR > 1,5 kali bunga bank.

(bunga bank berkisar 10-14 %)

Berdasarkan beberapa faktor-faktor diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Liquefied Methane Gas* dari gas alam dengan kapasitas produksi 1 juta ton/tahun layak untuk direalisasikan.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pengkajian dan Pengembangan Teknologi (BPPT), Jakarta
- [2] Bradger, W. L. And Banchemo, J.T., *“Introduction To Chemical Engineering”*, International Student Edition, Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- [3] Biro Pusat Statistik, 2005, *“Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”*, Vol. I&III, PT. Cakra Indah Pustaka. Jakarta.
- [4] Brown, G. G., et. al, 1978, *“Unit Operation”*, Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Tokyo.
- [5] Brownell, I. E. and Young, E. H., 1979, *“Process Equipment Design”*, 1st e.d., Willey Eastern, Ltd, New Delhi.
- [6] Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983, *“Chemical Engineering”*, Vol. 6., Pergamon Press, Oxford.
- [7] Groggins, P. H., 1958, *“ Unit Process in Organic Chemistry ”*, 5<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha.
- [8] Holland, F. A., 1966, *Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks*, Level Brothers Compani, New York.
- [9] Kern, 1983, *“Process Heat Transfer”*, Mc Graw-Hill International Book Company.



- [10] Kirk, R. E., & Othmer, D. F., 1978, "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*", Vol. 11, 23., John Willey and sons, New York.
- [11] Ludwig, E. E., 1954, "*Applied Process Design for Chemical and Introchemical Plants*", Vol. 1, 2, 3., Gulf Publishing Company Houston, Texas.
- [12] Perry, R. H., and Green, D., 1984, "*Perrys Engineering Handbook*", 6th ed., Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- [13] Peter, M. S., and Timmerhouse, K. D., 1980, "*Plant Design & Economical for Chemical Engineering*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [14] Rase. H. R., 1977, *Chemical Reactor Design For Process Plants*, Vol 1, A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York
- [15] Reid, K.C., and Sherwood, T.K., 1966, "*Property of Gases and Liquid*", 2<sup>nd</sup> ed., McGraw Hill Co. Ltd., New York
- [16] Smith, J. M., and Van Ness, H. C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [17] Treybal, R. E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [18] Ulrich, G. D., 1984, "*A Guide Chemical Engineering Process Design and Economics*", 4th ed., Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- [19] Aries, R. S. And Newton, R. D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Company, New York.

## Design Of Reaktor

Fungsi : Menghasilkan produk biogas dari manure (slurry)  
dengan kapasitas 4244902,013 kg/hari.

Type alat : tangki silinder vertikal tertutup

Kapasitas slurry : 4244902.013 kg/hari

: 176870.917 kg/jam

Densitas : 1529.2 kg/m<sup>3</sup>

Volume : 2775.89721 m<sup>3</sup>/hari

: 115.662 m<sup>3</sup>/jam

Massa yang akan menjadi biogas : 85% \* 4244902.013 kg/hari

: 3608166.711 kg/hari

: 150340.279 kg/jam

( Ir Djoko Padmono, MSc 2006)

Massa yang undegradable : 15% \* 4244902.013 kg/hari

: 636735.302 kg/hari

: 26530.637 kg/jam

( Ir Djoko Padmono, MSc 2006)

Gas yang dihasilkan tiap m<sup>3</sup>

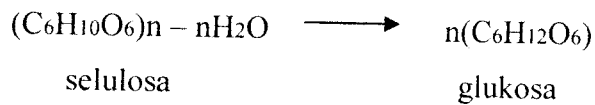
$$= \frac{3608166.711 \text{ kg/hari}}{2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 1299.82 \text{ kg/m}^3$$

## Proses Pembuatan Biogas

### 1. Proses Hidrolisis

Pada tahap Hidrolisis terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer.



waktu tinggal untuk hidrólisis

$$V_{hidrolisis} = \frac{Q}{K_{hidrolisis}} + Xa/(1 - Xa)$$

(Mc Carty, hal 155)

Keterangan:

$V_{hidrolisis}$  = volume hidrólisis (m<sup>3</sup>)

$Q$  = kecepatan alir substrat/slurry (m<sup>3</sup>/day)

$X$  = konversi

$k$  = konstanta hidrolisis (Ir Djoko Padmono, MSc 2006)  
= 3,643/hari

$$V_{hidrolisis} = \frac{Q}{K_{hidrolisis}} + Xa/(1 - Xa)$$

$$V_{hid} = \frac{2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari}}{3,643/\text{hari}} + (0.85/(1-0.85))$$

$$= 4317.8929 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu tinggal} = V/Q$$

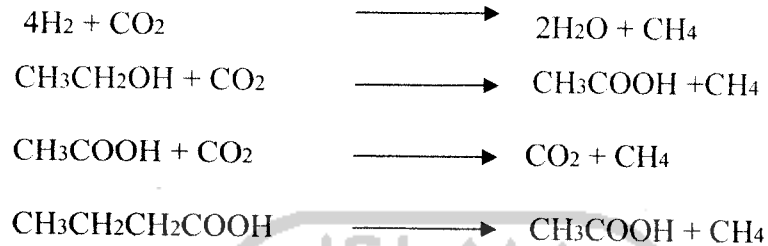
$$= 4317.8929 \text{ m}^3 / 2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 1.555 \text{ hari}$$



### 3. Proses Methanogenesis

Pada tahap *Metanogenik* adalah proses pembentukan gas *Methane*. Bakteri penghasil metan (metanogens), yang berperan dalam merubah asam-asam lemak dan alkohol menjadi Metan dan Karbondioksida. Bakteri pembentuk Metan antara lain *Methanococcus*, *Methanobacterium*, dan *Methanosarcina*.



$$\mu = Y \times \frac{q \times S}{k + S} - b$$

Keterangan:

Y = frekwensi pengasaman  
= 0.068 mg/mg

S = Gas yang dihasilkan tiap m<sup>3</sup>  
= 1299.82 kg/m<sup>3</sup>

k = konstanta methanogenesis  
= 0.5 kg/m<sup>3</sup>

B = endogenosa-decay coefisien  
= 0.03/ day

( Ir Djoko Padmono, MSc 2006)

$$\mu = 0.068 \text{ mg/mg} \frac{9.8 \text{ mg/mg day} \times 1299.82 \text{ kg/m}^3}{0.5 \text{ kg/m}^3 + 1299.82 \text{ kg/m}^3} - 0.03/ \text{ day}$$

$$\mu = 0.666 / \text{ day} - 0.03 / \text{ day}$$

$$\mu = 0.6361 / \text{ day}$$

$$\text{waktu tinggal} = 1/ \mu$$

$$= 1 / 0.6361 / \text{ day}$$

$$= 1.5720 \text{ day} = 1.5720 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu fermentasi} &= \text{waktu hidrolisis} + \text{waktu pengasaman} + \text{waktu metanogenesis} \\
 &= ( 1.555 + 0.333 + 1.572 ) \text{ hari} \\
 &= 3.46 \text{ hari} \approx 3.5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan Bakteri :

( Ir Djoko Padmono, MSc 2006)

$$\begin{aligned}
 \text{jumlah bakteri stater} &= 10 \% \times 4244902.013 \text{ kg/hari} \\
 &= 424490.2013 \text{ kg} \\
 &= 277.589721 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume rumah bakteri} &= 15 \% \times 2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 416.3845814 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Over design} &= 20 \% \times 2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 555.1794419 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total volume reaktor} &= 2775.8972 \text{ m}^3 + 277.5897 \text{ m}^3 + 416.3845 \text{ m}^3 + 555.1794 \text{ m}^3 \\
 &= 4025.050954 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{waktu yang diperlukan untuk menghasilkan biogas} = 3.5 \text{ hari} = 84 \text{ jam} \approx 90 \text{ jam}$$

$$\text{preparation process} = 6 \text{ jam}$$

$$\text{Total waktu proses} = ( 90 + 6 ) \text{ jam}$$

$$= 96 \text{ jam} \approx 4 \text{ hari}$$

Kondisi operasi =

$$T = 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 1 \text{ atm} = 14.696 \text{ psi}$$

Perhitungan Dimensi Alat

$$\text{Jumlah reaktor} = 12 \text{ reaktor}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tiap-tiap reaktor} &= 4025.050954 \text{ m}^3 / 12 \\
 &= 335.42091 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\rho = 1529.2 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1.5292 \text{ kg/liter}$$

$$= 0.0552 \text{ lb/inci}^3$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ hidrostatik} &= 8.5083 \text{ lb/inci}^2 = 8.5083 \text{ psi} \\
 P \text{ design} &= 8.5083 \text{ psi} + 14.696 \text{ psi} \\
 &= 23.20432319 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Menghitung diameter dan tinggi tangki :

untuk tangki berukuran besar dan tertutup,  $D = 8/3 H$   
sehingga :

(Brownell and Young, P.43)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi \cdot D^2 H}{4} \\
 &= \frac{\pi \cdot D^2 (3/8) D}{4} \\
 335.42091 \text{ m}^3 &= \frac{3\pi \cdot D^3}{32} \\
 D^3 &= 1139.4340 \text{ m}^3 \\
 D &= 10.4447 \text{ m} \\
 &= 34.2674 \text{ ft} = 411.2082 \text{ in} \\
 H &= 3.9118 \text{ m} \\
 &= 12.8342407 \text{ ft} = 154.0106 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Appendix E P.346 Brownell and young, direncanakan akan dipakai tangki dengan kapasitas 2055 bbl sehingga diperoleh diameter tangki (D) = 35 ft dan tinggi tangki (H) = 12 ft

Menghitung tebal shell dan jumlah plate :

Untuk tinggi tangki 12 ft dan diameter tangki 35 ft,

diperoleh tebal plate shell adalah = 0.1875 in

Sehingga dipakai 2 plate dengan ketebalan yang berbeda.

Untuk menghitung tebal shell, digunakan rumus :

$$t_s = \frac{P \cdot d}{2 \cdot f \cdot E} + C$$

$$D = 35 \text{ ft} = 420 \text{ in}$$

$$H = 12 \text{ ft} = 144 \text{ in}$$

$$\text{Plate} = 2$$

Dimana :

- $t_s$  = Tebal shell, in  
 $P$  = tekanan dalam tangki, Psi  
 $d$  = Diameter tangki bagian dalam, in  
 $f$  = Allowable working stress = 12650  
 $E$  = Effisiensi pengelasan = 0.85  
 $C$  = Faktor korosi = 0.125

Digunakan bahan Carbon stell SA 283 grade C

digunakan lebar plate komersial = 72 in = 6 ft

$$P = \frac{\rho(H-1)}{144} \quad (\text{Brownell and Young, P.46})$$

Dimana :

- $P$  = Tekanan dalam tangki, Psi  
 $H$  = tinggi tangki, in  
 $\rho$  = Density of water at 60 F = 62.37 lb/ft<sup>3</sup>

jadi

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{P(H-1)d}{2f \cdot E \cdot 144} + C \\
 &= \frac{62,37 \times (H-1) \times (35 \times 12)}{2 \times 12650 \times 0,85 \times 144} + 0,125 \\
 &= (0.008459(H-1)) + 0.125
 \end{aligned}$$

$$T_s \text{ sementara} = 0.008459079 \text{ in}$$

Tebal Shell:

a. Plate 1

$$\begin{aligned}
 t_{s1} &= (0.008459079(H-1)) + 0.125 \\
 &= 0.218049872 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dipakai tebal shell standar = 0.25 in  
= 1/4 in

$$L = \frac{\pi \cdot d - \text{WeldLength}}{12 \cdot n}$$



$$= 54.96708333 \text{ in}$$

jadi untuk plate 1 :

$$\begin{aligned} \text{panjang plate} &= 54.96708333 \text{ in} \\ \text{lebar plate} &= 6 \text{ ft} \\ \text{tebal shell} &= 0.25 \text{ in} \\ &= 0.020833333 \text{ ft} \end{aligned}$$

b. Plate 2

$$\begin{aligned} ts1 &= (0.008459079(H-1)) + 0.125 \\ &= 0.167295396 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai tebal shell standar} = 0.1875 \text{ in}$$

$$= 3/16 \text{ in}$$

$$L = \frac{\pi \cdot d - \text{WeldLength}}{12 \cdot n}$$

$$= 54.95890625 \text{ in}$$

jadi untuk plate 2 :

$$\begin{aligned} \text{panjang plate} &= 54.95890625 \text{ in} \\ \text{lebar plate} &= 6 \text{ ft} \\ \text{tebal shell} &= 0.1875 \text{ in} \\ &= 0.015625 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menghitung Tebal Head

Bentuk head : Elliptikal dished head

Digunakan bahan carbon steel SA 178 Grade C

Tekanan design (P) : 23.20432319 psi

Allowable stress : 12650

Effisiensi sambungan : 0.85

Faktor korosi : 0.125 in

Jari-jari tangki : 205.6041248 in

Tebal head

$$t_{head} = \frac{0.885 \times p \times d}{2 \times s \times e - 0.2p} + c$$

$$= 0.5177 \text{ in}$$

dipakai tebal head = 9/16 in



Tabel. 1. Jadwal proses didalam reactor Bach

No REACTOR(x)	HARI											
	1			2			3			4		
$\sum R=x(n)*N$	H	P	M	PR	H	P	M	PR	H	P	M	PR
1 I	✓											
2 II		✓										
3 III					✓				✓			
4 IV										✓		
5 V												✓

Ket: H: Proses hidrolisis (1,555 hari)

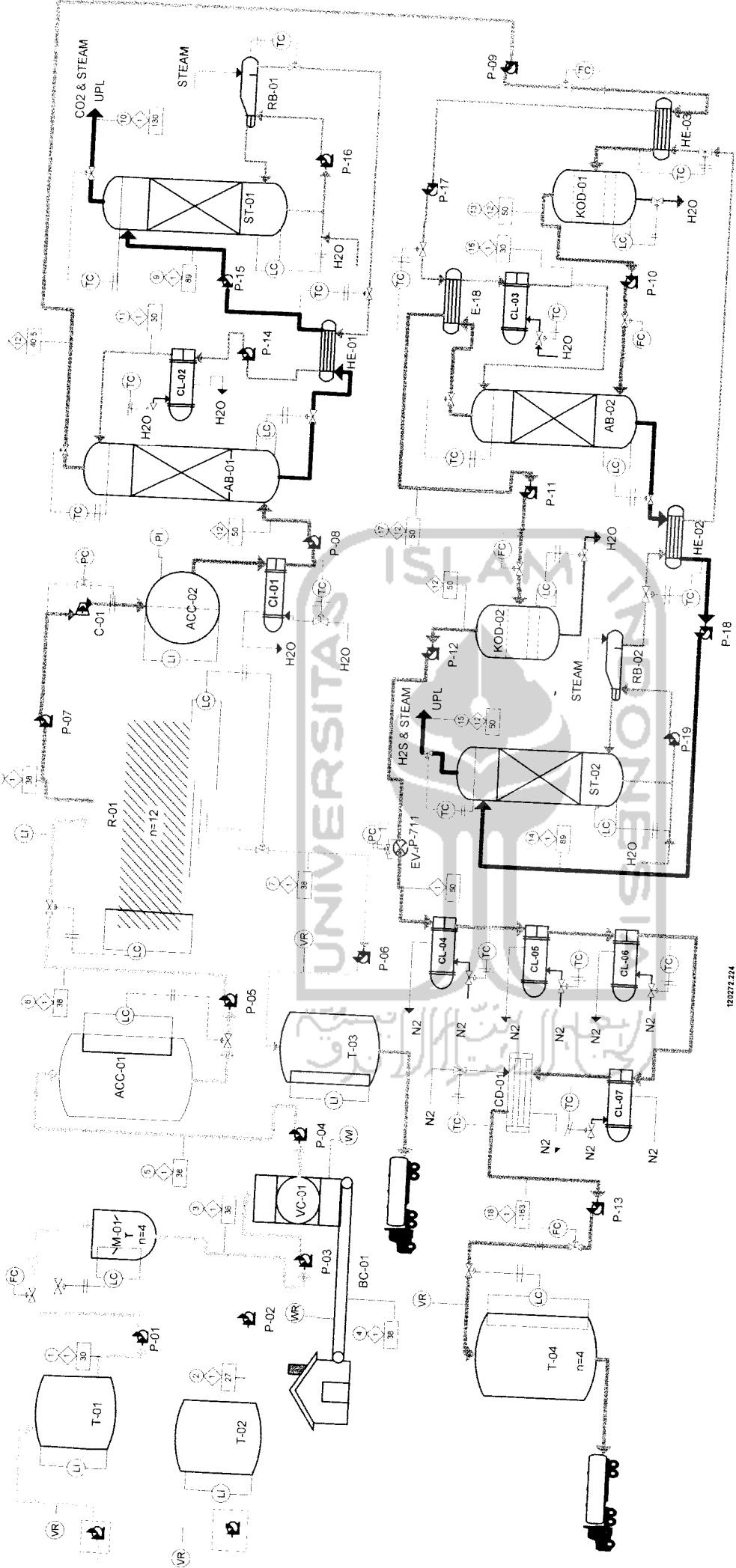
P: Proses pengasaman (0,333 hari)

M: Proses methanogenesis (1.555 hari)

PR: Preparing (pengosongan,pembersihan,dll)

⊂ : Kembali kesiklus awal

WITH CAPACITY 1,000,000 TON/YEAR OF WASTE COWS CATTLE



120272.224

Komponen	No Arus (kg/jam)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15	17	18
CH4	163126.6374	20084.8648	91211.80	4340.8862	176870.92	176870.92	26530.638	160340.28	180340.28	50126.7107	481469.041	124198.227	122067.273	28024.764	3226.6656	28704.4686	122726.076	120872.864
H2S												120272.224	120272.224	120272.224	120272.224	120272.224	120272.224	120272.224
CO2												1603.4028	1603.4028	1488.30877	1472.4851	14.8838877	16.034028	16.034028
H2O		28084.8648										286.64663	286.64663	286.64663	286.64663	286.64663	286.64663	286.64663
Manure	98328.8376																	
Slurry			191211.80															
P. Slurry					176870.92	176870.92	26530.638	160340.28	180340.28	50126.7107	481469.041	124198.227	122067.273	28024.764	3226.6656	28704.4686	122726.076	120872.864
Residu				14340.8862														
MDEA																		
DEA																		
Total																		

	Universitas Islam Indonesia Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Kimia
	Gambar: Process Engineering Flow Diagram P1a Rancangan Pabrik Liquefied Methane Gas dan Limbah Ternak Kapasitas 1.000.000 Ton/Tahun
Disusun Oleh: Gusvadih Syaifulin (02 521 152) Hazad Mustofa Khadafi (02 521 167)	Dosen Pembimbing: 1. DR. Dra. Hastuti Murni, ST

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
ACC	Accumulator	⊗	Elektrik Connection
BC	Belt Conveyor	⊕	Udara Tekan
VC	Vertical Filter	FC	Expansion Valve
CD	Condenser	LC	Flow Control
KOD	Knock Out Drum	LI	Level Control
AB	Absorber	TC	Level Indikator
ST	Stripper	PC	Temperature Control
HE	Heater	VR	Pressure Recorder
M	Mixer	W	Weight Indikator
P	Pompa		
R	Reaktor		
RB	Reboiler		
T	Tanki		
CL	Cooler		
C	Compressor		
EV	Expansion Valve		

Simbol	Keterangan	Simbol	Keterangan
⊕	Gate Valve	⊗	Elektrik Connection
⊖	Piping	⊕	Udara Tekan
⊙	Expansion Valve	FC	Expansion Valve
⊚	Flow Control	LC	Flow Control
⊛	Level Control	LI	Level Control
⊜	Level Indikator	TC	Level Indikator
⊝	Temperature Control	PC	Temperature Control
⊞	Pressure Recorder	VR	Pressure Recorder
⊟	Volume Recorder	W	Weight Indikator