

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 tananaman. Berikut ini merupakan tabel populasi ternak menurut provinsi dan jenis ternak selama tahun

❖ **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 CO₂ dan CH₄ di atmosfer bumi sehingga membuat bumi semakin panas. CO₂ yang sebagian besar merupakan hasil pembakaran minyak bumi yang sebelumnya tersimpan di dalam tanah, sedangkan CH₄ 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 ₂	45-50%	Batu bara	29
		Minyak bumi	29
		Gas alam	11
		Penggundulan hutan	20
		Lain-lain	10
CH ₄	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

- 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.

4700 – 6000 kkal/m³ (20 – 24 MJ/m³), tetapi dengan pemurnian nilai kalor yang diperoleh mencapai 6000 kkal/m³. Dengan nilai kalor sebesar itu, penggunaan 1 m³ 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

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		
Total	2262415,162	Total	2262415,162

❖ Neraca Panas Knock 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
Total	565471,612	Total	565471,612

❖ 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
Total	25584632,886	Total	25584632,720

❖ 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
Total	941506,761	Total	941506,761

❖ 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
Total	758862,672	Total	758862,672

❖ 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
Total	1584818,127	Total	1584818,127

❖ 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
Total	18284563,580	Total	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
Total	1486078,202	Total	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
Total	7173236,423	Total	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
Total	11022839,520	Total	11022839,520

❖ 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
Total	691871,760	Total	691871,760

❖ 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
Total	791418,830	Total	791418,830

❖ 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
Total	262672,645	Total	262672,671

❖ 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
Total	-3700808,960	Total	-3700808,968

❖ 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
Total	-5202330,920	Total	-5202330,920

❖ 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		
Total	19925656,930	Total	19925655,930

❖ 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		
Total	1083813,709	Total	1083813,709

❖ 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		
Total	1436358,785	Total	1436358,785

❖ Neraca Panas Heater (HE-04)

Suhu referensi : 298 K (Fase Cair)

Tabel 3.2.19 Neraca panas di Heater - 04

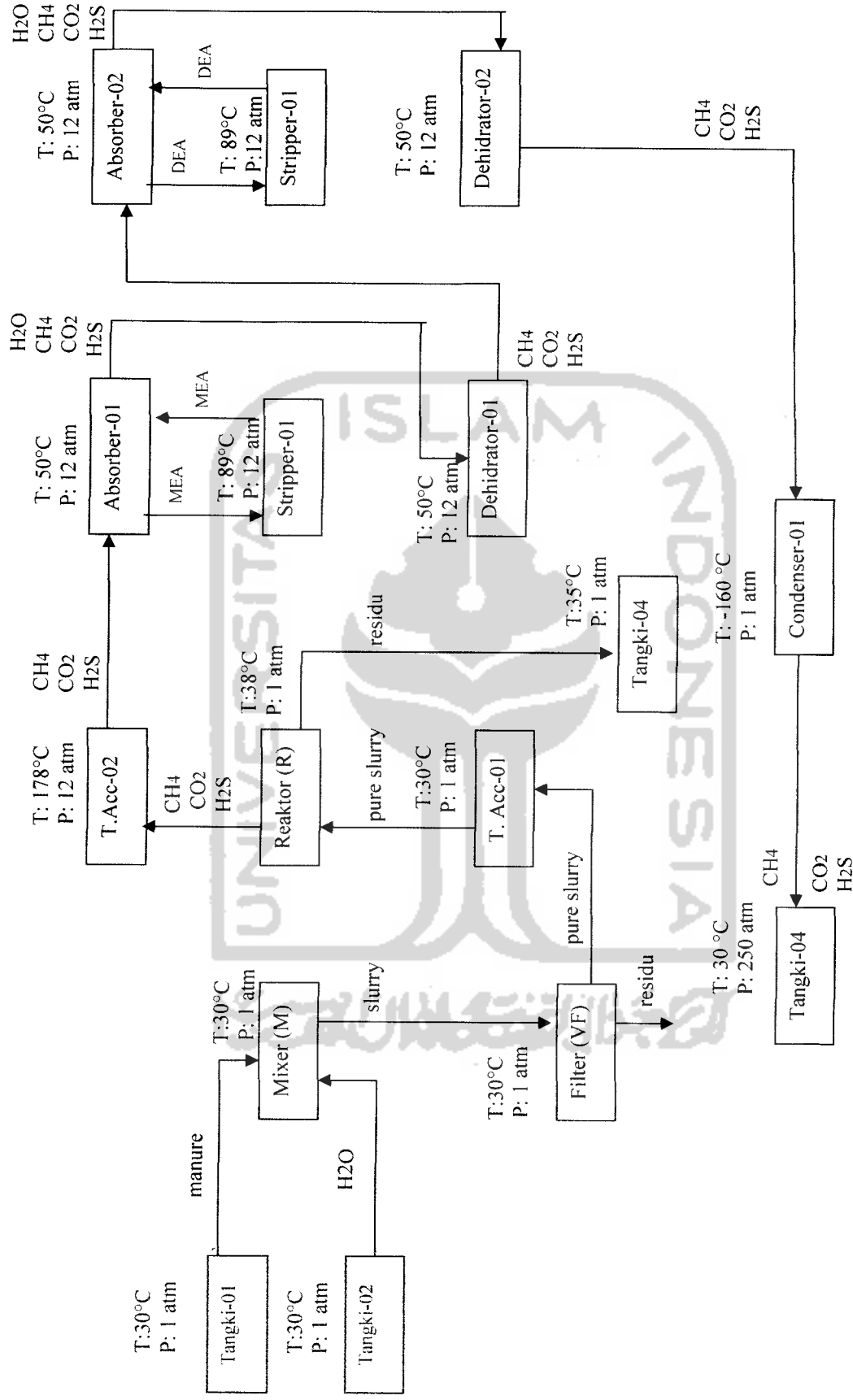
Panas Masuk (Kcal/Jam)		Panas Keluar (Kcal/Jam)	
Panas Masuk	1110983,683	Panas Keluar	1377235,702
Beban Panas	266252,019		
Total	1377235,702	Total	1377235,702

❖ 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
Total	-4904940,014	Total	-4904940,014



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 H₂O

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 CO₂ 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 H₂O 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 H₂O 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 ²
Ukuran	:
<i>Shell</i>	
Temperatur	: 37 °C
Fluida dingin	: <i>aqueous solution</i>
ID	: 1.4 in
Pass	: 1
Pressure drop	: 0.0127 Psi
<i>Tube</i>	
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 ² K
RD	: 0.000481 W/ m ² 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 ft²

Ukuran

Shell

Temperatur : 37 °C

Fluida dingin : *aqueous solution*

ID : 1.4 in

Pass : 1

Pressure drop : 0.0127 Psi

Tube

Temperatur : 144.2 °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/ m² K

RD : 0.000481 W/ m² 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 ft²

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/ m² K
RD : 0.000481 W/ m² 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 HIE*

Luas transfer panas : 405.47 ft²

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/ m² K

RD : 0.000481 W/ m² 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 ft²

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/m²K

RD : 0.00129 W/m²K

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 ²
Ukuran	:
Shell	
Temperatur	: 98.6 °C
Fluida Panas	: <i>aqueous solution</i>
ID	: 0.62 in
Pass	: 1

Pressure drop : 0.000385 Psi

Tube

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 ² K
RD	: 0.00129 W/m ² 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 ²
Ukuran	:

Shell

Temperatur	: 84.25 °C
Fluida panas	: <i>Light organic</i>
ID	: 0.62 in
Pass	: 1
Pressure drop	: 0.009 Psi

Tube

Temperatur	: 27 °C
Fluida dingin	: <i>Water</i>
OD	: 0.75 in
Pass	: 2
Pitch	: 1 in <i>square pitch</i>
Pressure drop	: 0.65 Psi
UD	: 260 W/m ² 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 : 657.43ft²

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/m²K
RD : 0.00409 W/m²K
Panjang pipa : 6.095 meter
Jumlah Pipa : 186 buah
Jumlah : 1 buah
Bahan : Stel
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 : 434.2489937ft²

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/m²K

RD : 0.00409 W/m²K

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 ft²

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 ² K
RD	: 0.00021 W/m ² 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 ²
Ukuran	:
Shell	
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/m²K

RD : 0.005 W/m²K

Panjang pipa : 6.095 meter

Jumlah pipa : 1058 buah

Jumlah : 1 buah

Bahan : Stel

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 : 5001.1ft²

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/m²K
RD : 0.006575653 W/m²K
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 m³

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 ft²

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/m²K

RD	: 0.002 W/m ² 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 ²
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 square pitch
Pressure drop	: 0.41 Psi
UD	: 110 W/m ² K
RD	: 0.004 W/m ² K
Jumlah pipa	: 164 buah
Jumlah	: 1
Bahan	: Steel
Harga	: \$ 21646.27

27. Pompa-01 (POMP-01)

Fungsi : Mengalirkan manure dari tangki penyimpanan kedalam mixer
sebanyak 163126.8375 kg/jam

Jenis : *flow imperial single stage*

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	: <i>flow imperial single stage</i>
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	: <i>Carbon stell</i>
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 : *Carbon stell*
Harga : \$ 21972.60

36. Pompa-10 (POMP-10)

Fungsi : Mengalirkan Biogas dari KOD ke Absorber H₂S sebanyak
150340.2796kg/jam

Jenis : *flow imperial single stage*

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 : *Carbon stell*

Harga : \$ 21972.60

37. Pompa-11 (POMP-11)

Fungsi : Mengalirkan Biogas dari Absorber H₂S ke KOD H₂S sebanyak
122726.08kg/jam.

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
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	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 21319.95

38. Pompa-12 (POMP-12)

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

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
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 :

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 CO2
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	: <i>flow imperial single stage</i>
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	: <i>Carbon stell</i>
Harga	: \$ 26323.61

42. Pompa-16 (POMP-16)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah stripper CO₂ menuju ke Reboiler
sebanyak 491219.4713kg/jam.

Jenis	: <i>flow imperial single stage</i>
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 : *Carbon stell*
Harga : \$ 26323.61

43. Pompa-17 (POMP-17)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah stripper dari reboiler menuju absorber
H₂S sebanyak 28704.4697kg/jam

Jenis : *flow imperial single stage*
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 *vertical* tertutup

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm

Suhu : 35 °C

Ukuran	:
Diameter	: 29.18 meter
Tinggi	: 10.93 meter
Volume	: 7317.0106 m ³
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 ₂ 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 ³
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 ³
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 m³

Tebal shell : 3/2

Tebal head : 9/8

Bahan :

Outer shell : Carbon Steel 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.

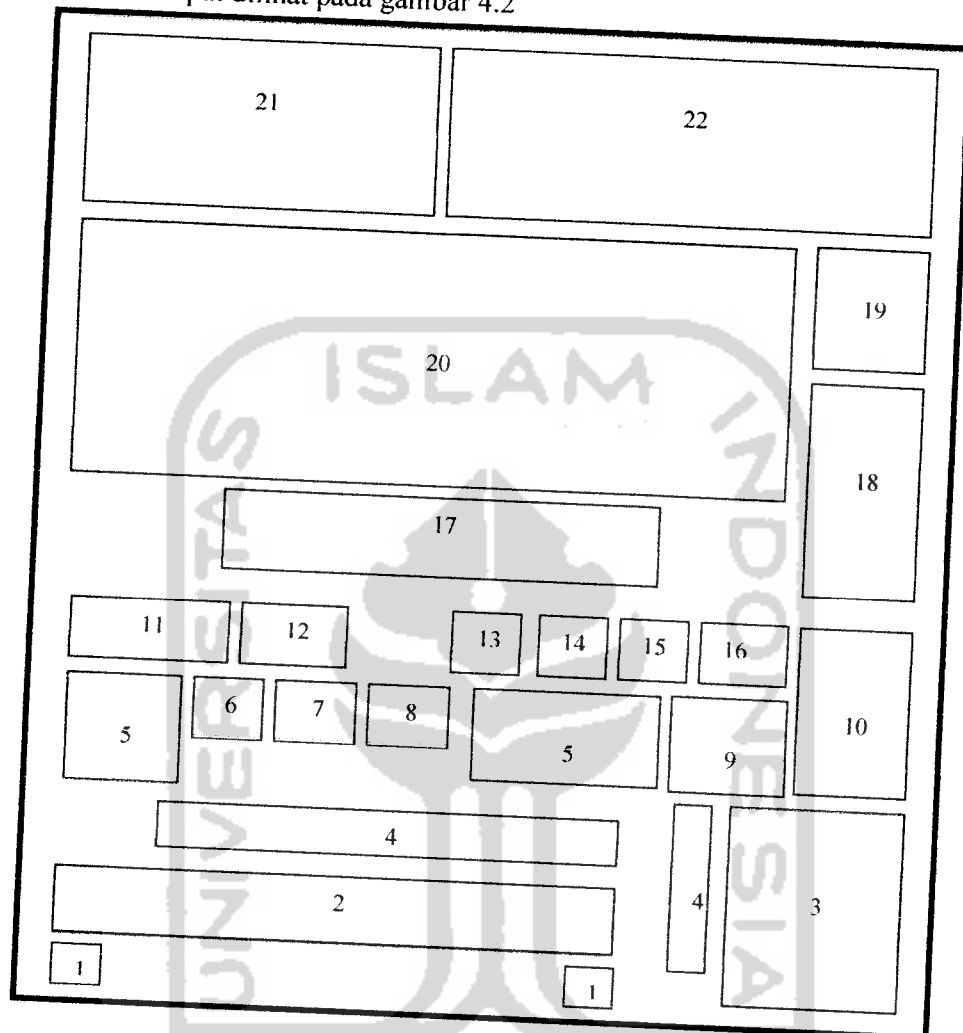
Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan tata letak suatu pabrik antara lain :

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.



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. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, 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:

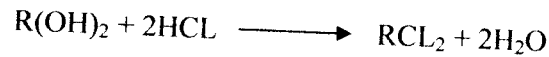
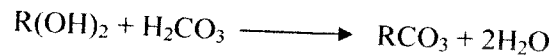


b. Anion Exchanger

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

anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan 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:

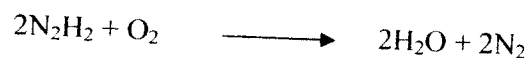


c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2).

Air yang telah mengalami demineralisasi (*polish water*) dipompakan kedalam *deaerator* dan diinjeksikan *Hidrazin* (N_2H_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 :

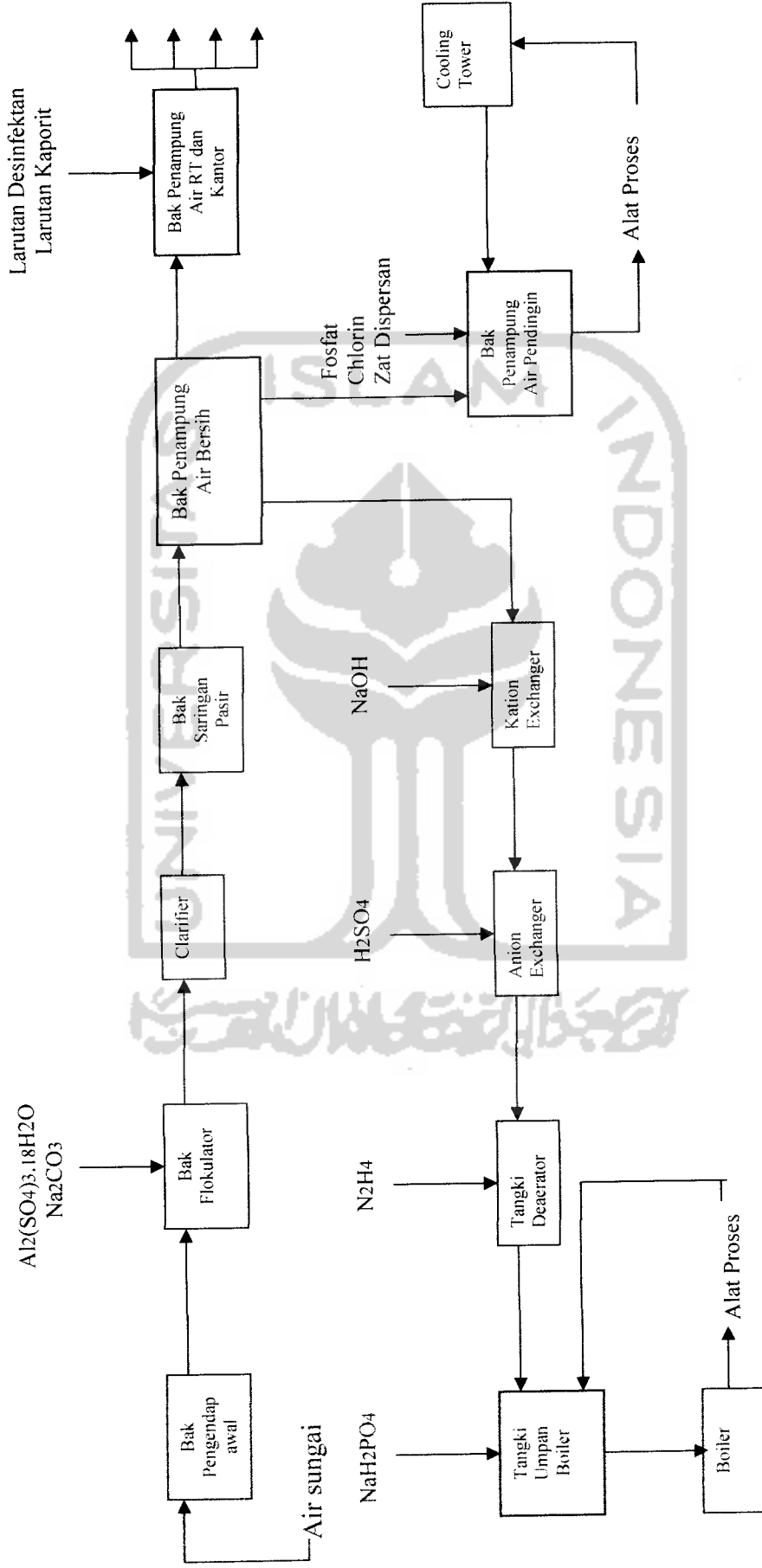
❖ Blow down	: 2986.4382 Kg/Jam
❖ Make up	: 2986.4382 Kg/Jam

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 Utilities

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 lumpuran 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 Clarifiers

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 m²
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 m²

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 m²

Diameter : 0.92 meter

Tinggi : 1.20 meter

11. Deaerator (DAU)

Tugas : Menghilangkan kandungan gas dalam air terutama O₂, CO₂, NH₃ dan H₂S.

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 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 : Mengalirkan 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 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 : Mengalirkan 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 m³/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 *flange* tebal untuk *shell*, sehingga harganya lebih murah.
- ❖ Tidak memerlukan tembok dan batu tahan 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 conten*) 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 perseroan, 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 menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor 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 suatau 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.

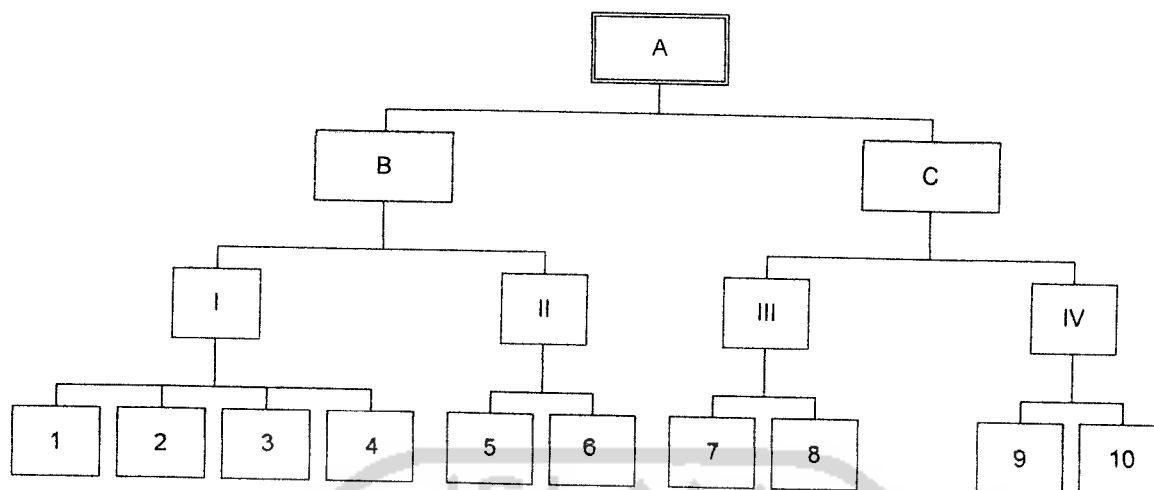
Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem lini dan staf ini, yaitu:

- 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 kebijaksanaan 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 kebijaksanaan 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 di kantor. 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
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L
IV	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
			1 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.

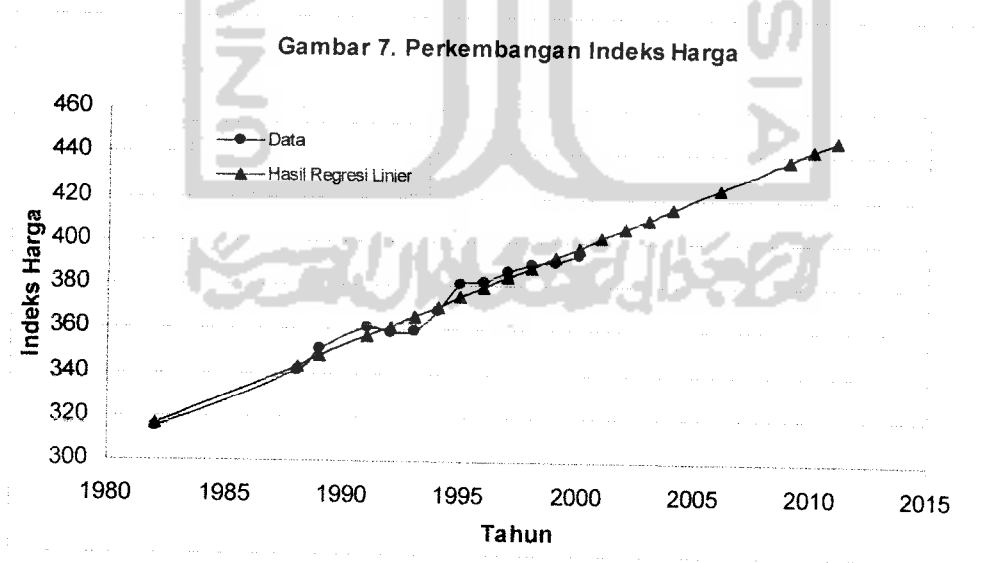
Harga indeks tahun 2011 diperkirakan secara garis dengan menggunakan data indeks dari tahun 1987 sampai 2001:

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	Delivered Equipment	48,262,902.69	-
2	Equipment Instalation	5,980,403.16	30.619.664.177,54
3	Piping	10,449,967.63	14.352.967.583,22
4	Instrumentation	5,854,499.93	2.870.593.516,64
5	Insulation	1,552,806.43	4.784.322.527,74
6	Electrical	4,196,774.14	-
7	Buildings	-	56.262.500.000,00
8	Land and yard improvement	-	225.000.000.000,00
9	Utilities	8,821,266.82	20.993.530.664,63
10	Physical Plant Cost	85,118,620.81	354.883.578.469,79
	Engineering and Contruction	17,023,724.16	70.976.715.693,96
11	Direct Plan Cost	102,142,344.97	425.860.294.163,75
	Contractor's fee	5,107,117.25	21.293.014.708,19
12	Contingency	15,321,351.75	63.879.044.124,56
	Fixed Capital	122,570,813.97	511.032.352.996,50

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	-
	Total Working Capital	28,496,799.51	65.425.902.246,12

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
	General Expense	31,693,102.42	158.689.328.227,28

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
Direct Manufacturing Cost		24,064,393.65	311.184.324.473,33
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	-
Indirect Manufacturing Cost		20,647,404.92	13.470.300.000,00
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
Fixed Manufacturing Cost		15,934,205.82	66.434.205.889,55
Manufacturing Cost		60,646,004.38	391.088.830.362,87

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.

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

b) *Pay Out Time (POT)*

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

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

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 :

FC = Fixed Cost

ValueCi = Annual Cash Flow

WC = Working Capital

i = Discount Cash Flow

SV = Salvage

n = Umur pabrik

4.7.7 HASIL ANALISA KELAYAKAN

Harga Penjualan Produk = Rp. 1.920.208.657.615,80

Total biaya produksi = Rp. 1.408.531.851.884,46

Keuntungan sebelum pajak = Rp. 511.676.805.731,34

Keuntungan setelah pajak = Rp. 255.838.402.865,67

ROI sebelum pajak = 30,9930 %

ROI setelah pajak = 15,6954 %

POT sebelum pajak = 2,4394 tahun

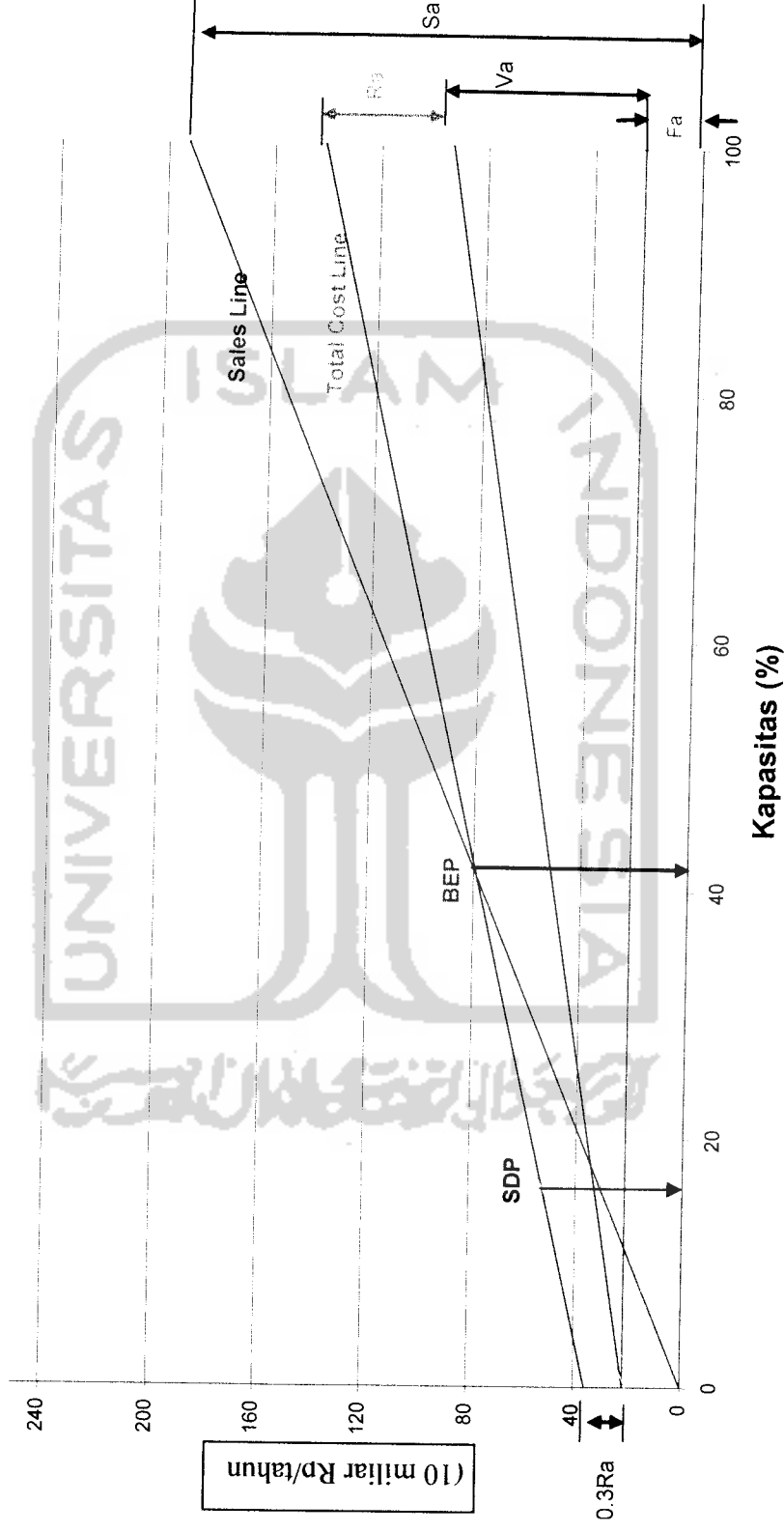
POT setelah pajak = 3,9212 tahun

Break Even Point = 41.2003 %

Shut Down Point = 16,5369 %

Discounted Cash Flow = 30.34 %

Gambar 4.5 Hubungan Kapasitas Produksi dan Biaya



BAB V

PENUTUP

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

- 1). Perancangan produk *Liquified 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 Banchero, 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 ”*, 5th 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 Wiley 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, "*Perry's 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*", 2nd 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/m³

Volume : 2775.89721 m³/hari

: 115.662 m³/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 m³

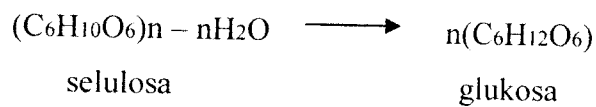
$$= \frac{3608166.711 \text{ kg/hari}}{2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

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

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

$$V_{\text{hidrolisis}} = \frac{Q}{K_{\text{hidrolisis}}} + X_a / (1 - X_a) \quad (\text{Mc Carty, hal 155})$$

Keterangan:

$V_{\text{hidrolisis}}$ = volume hidrólisis (m³)

Q = kecepatan alir substrat/slurry (m³/day)

X = konversi

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

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

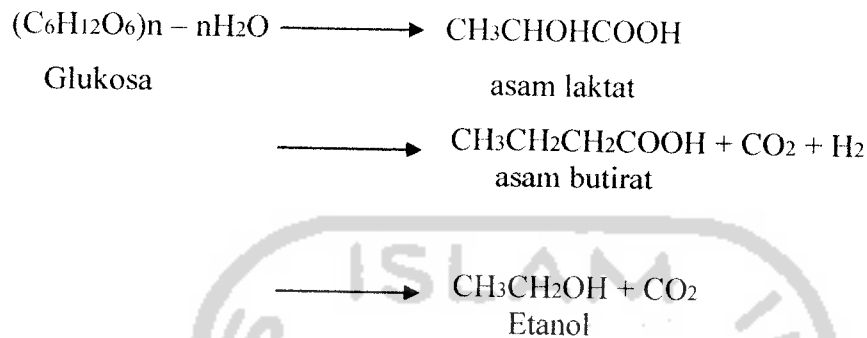
$$\begin{aligned} V_{\text{hid}} &= \frac{2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari}}{3,643/\text{hari}} + (0.85/(1-0.85)) \\ &= 4317.8929 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= 4317.8929 \text{ m}^3 / 2775.89721 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1.555 \text{ hari} \end{aligned}$$

2. Proses Pengasaman

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 butirir, gas Karbondioksida, Hidrogen dan Amoniak



$$\mu = \frac{\mu_{\max} \times S}{K_s + S}$$

Keterangan:

$\mu_{\max}$ = frekwensi max pengasaman
= 3.00/day

S = Gas yang dihasilkan tiap m³
= 1299.82 kg/m³

K_s = konstanta pengasaman
= 0.4 kg/m³

(Ir Djoko Padmono, MSc 2006)

$$\mu = \frac{3.00/\text{hari} \times 1299.82 \text{ kg/m}^3}{0.4 \text{ kg/m}^3 + 1299.82 \text{ kg/m}^3}$$

$$\mu = 2.99 / \text{day}$$

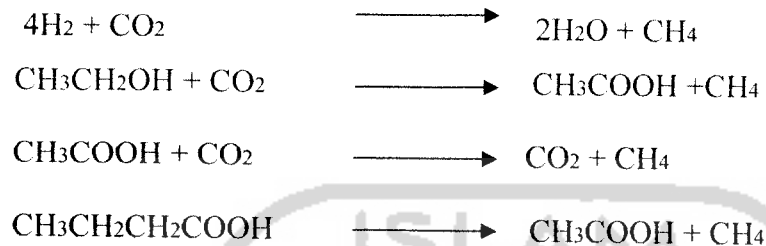
$$\text{waktu tinggal} = 1 / \mu$$

$$= 1 / 2.99/\text{day}$$

$$= 0.333 \text{ day} = 0.333 \text{ hari}$$

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*.



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

Keterangan:

Y = frekwensi pengasaman

= 0.068 mg/mg

S = Gas yang dihasilkan tiap m³

= 1299.82 kg/m³

k = konstanta methanogenesis

= 0.5 kg/m³

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)

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

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu proses} &= (90 + 6) \text{ jam} \\
 &= 96 \text{ jam} \approx 4 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Kondisi operasi =

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

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

Perhitungan Dimensi Alat

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

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

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

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

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

$$P \text{ hidrostatik} = 8.5083 \text{ lb/inci}^2 = 8.5083 \text{ psi}$$

$$P \text{ design} = 8.5083 \text{ psi} + 14.696 \text{ psi}$$

$$= 23.20432319 \text{ psi}$$

Menghitung diameter dan tinggi tangki :

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

(Brownell and Young, P.43)

sehingga :

$$V = \frac{\pi \cdot D^2 H}{4}$$

$$= \frac{\pi \cdot D^2 (3/8) D}{4}$$

$$335.42091 \text{ m}^3 = \frac{3\pi \cdot D^3}{32}$$

$$D^3 = 1139.4340 \text{ m}^3$$

$$D = 10.4447 \text{ m}$$

$$= 34.2674 \text{ ft} = 411.2082 \text{ in}$$

$$H = 3.9118 \text{ m}$$

$$= 12.8342407 \text{ ft} = 154.0106 \text{ in}$$

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
 ρ = Density of water at 60 F = 62.37 lb/ft³

jadi

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

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

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

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

$$= 54.96708333 \text{ in}$$

jadi untuk plate 1 :

$$\text{panjang plate} = 54.96708333 \text{ in}$$

$$\text{lebar plate} = 6 \text{ ft}$$

$$\text{tebal shell} = 0.25 \text{ in}$$

$$= 0.020833333 \text{ ft}$$

b. Plate 2

$$ts1 = (0.008459079(H-1)) + 0.125$$

$$= 0.167295396 \text{ in}$$

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

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

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

$$= 54.95890625 \text{ in}$$

jadi untuk plate 2 :

$$\text{panjang plate} = 54.95890625 \text{ in}$$

$$\text{lebar plate} = 6 \text{ ft}$$

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

$$= 0.015625 \text{ ft}$$

Menghitung Tebal Head

Bentuk head : Elliptikal dished head

Digunakan bahan carbon steel SA 178 Grade C

$$\text{Tekanan design (P)} : 23.20432319 \text{ psi}$$

$$\text{Allowable stress} : 12650$$

$$\text{Effisiensi sambungan} : 0.85$$

$$\text{Faktor korosi} : 0.125 \text{ in}$$

$$\text{Jari-jari tangki} : 205.6041248 \text{ in}$$

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		
		H	P	M	H	P	M	H	P	M	H	P	M
	$\sum R=x(n)*N$												
1	I	✓											
2	II		✓		✓								
3	III			✓		✓		✓					
4	IV				✓		✓		✓				
5		✓											

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

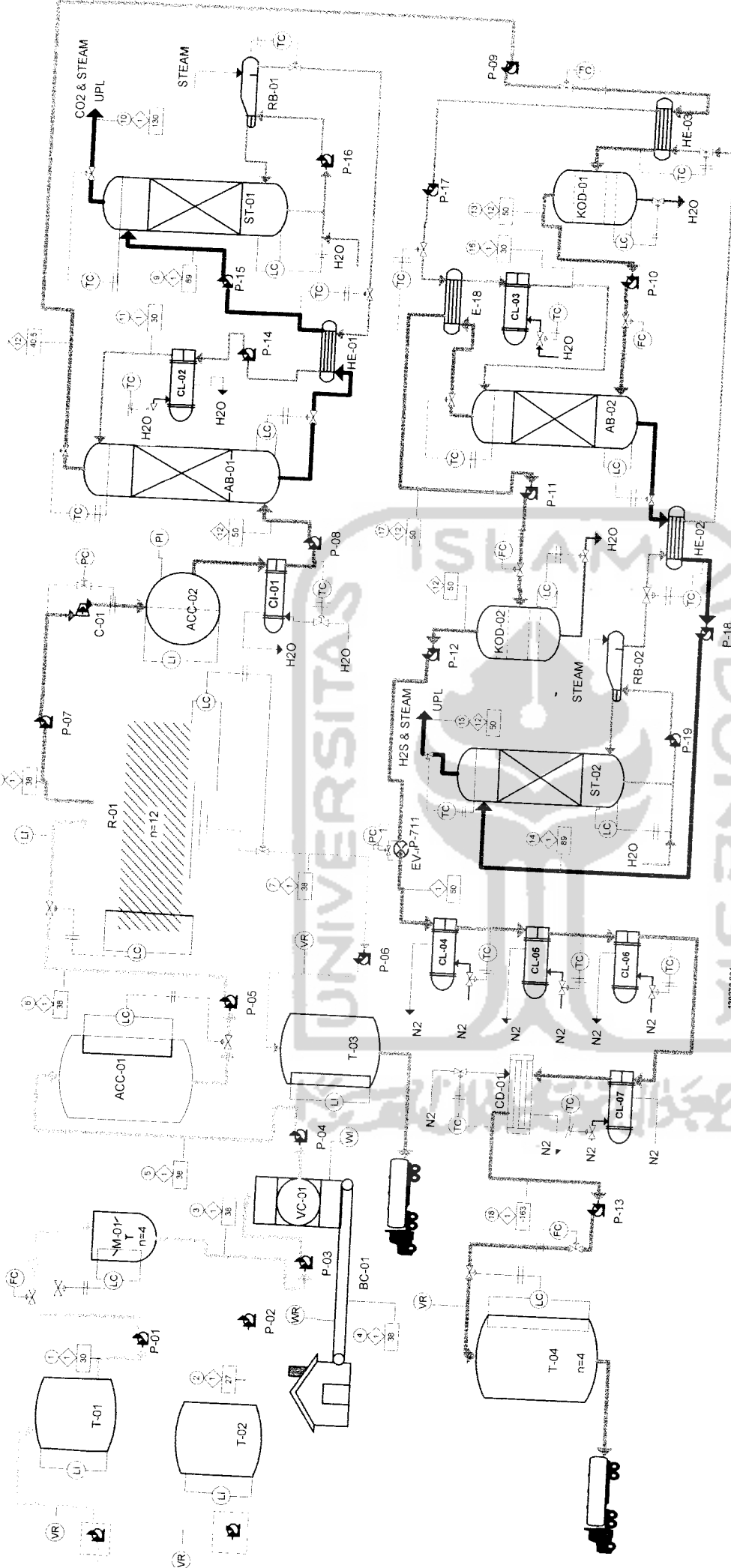
P: Proses pengasaman (0,333 hari)

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



Komponen	No Arus (kg/jam)																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CH4	163126.8374	20084.8648	91211.80	4340.8862	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92
H2S																		
CO2																		
H2O																		
Manure																		
Slurry																		
P Slurry																		
Residu																		
MDEA																		
DEA																		
Total	163126.8374	20084.8648	91211.80	4340.8862	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92	176870.92



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:

Guwadih Syakudin (02 521 152)
Hazad Mustola Khadafi (02 521 157)

Dosen Pembimbing:

1 DR. Dra. Hastuti Mu'tin, ST