

**PRA RANCANGAN PABRIK *LIQUIFIED METHANE*
GAS (LMG) DARI LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN
KAPASITAS 6.924 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Disusun Oleh :

Hendri Danu Setianto : 04 521 060

Sigit riyadi : 04 521 070

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2009**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hendri Danu Setianto Nama : Sigit Riyadi
No. Mahasiswa : 04 521 060 No. Mahasiswa : 04 521 070

Yogyakarta, 06 Februari 2009

Menyatakan bahwa seluruh hasil Tugas Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.



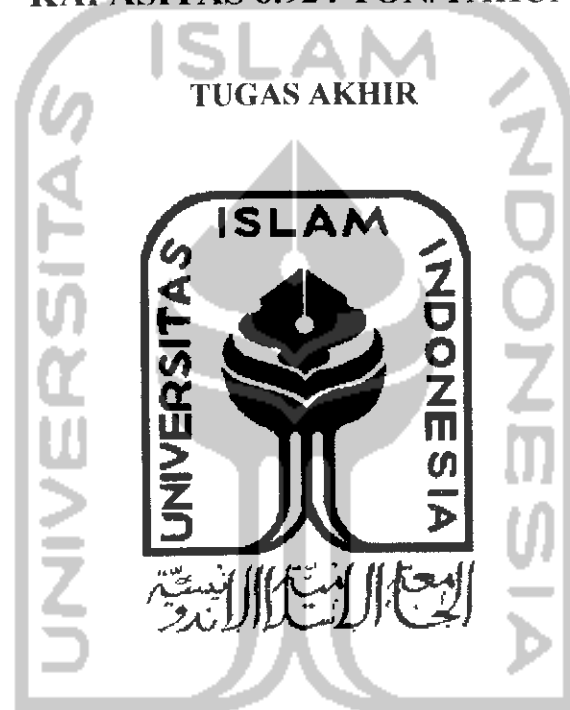
Hendri Danu Setianto



Sigit Riyadi

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK *LIQUIFIED METHANE GAS* (*LMG*) DARI LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN KAPASITAS 6.924 TON/TAHUN



Oleh :

Nama : Hendri Danu Setianto Nama : Sigit Riyadi

No. Mahasiswa : 04 521 060

No. Mahasiswa : 04 521 070

Yogyakarta, 06 Februari 2009

Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus Prasetya', is written over a faint, larger version of the UII logo.

Ir. Agus Prasetya, M.Sc., Ph.D

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK *LIQUIFIED METHANE GAS* (*LMG*) DARI LIMBAH CAIR TAPIOKA DENGAN KAPASITAS 6.924 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Hendri Danu Setianto

Nama : Sigit Riyadi

No. Mahasiswa : 04 521 060

No. Mahasiswa : 04 521 070

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Program Studi Teknik Kimia Fakultas
Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 03 Maret 2009

Tim Penguji,

1. Agus Prasetya, Ir., MSc., PhD.

Ketua

2. Faisal RM., Ir., Drs., MSIE., PhD.

Anggota I

3. Asmanto Subagyo, MSc.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Signature)
Drs. H. Kamanah Anwar, MS.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul Pra Rancangan Pabrik *Liquified Methane Gas (LMG)* dari Limbah Cair Tapioka dengan Kapasitas 6.924 Ton/Tahun ini disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah didapat dibangku kuliah, dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Atas terselesainya laporan Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc., selaku Dekan FTI.
2. Ibu Dra. Kamariah Anwar, MS., selaku ketua jurusan Teknik Kimia.
3. Bapak Ir. Agus Prasetya, M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kebijaksanaan dalam membimbing hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh civitas akademika di lingkungan jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

DAFTAR ISI

Lembar Judul TA Pra Rancangan Pabrik	i
Lembar Pernyataan Keaslian TA Pra rancangan Pabrik	ii
Lembar Pengesahan Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Penguji	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Abstract	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Balakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	9
BAB II. PERANCANGAN PRODUK	
2.1 Spesifikasi Produk	14
2.1.1 Spesifikasi Produk	14
2.1.2 Komposisi Produk	15
2.2 Spesifikasi Bahan	15
2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku	15
2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	16
2.3 Pengendalian Kualitas	17
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	17

2.3.2	Pengendalian Kualitas Produk	18
-------	------------------------------------	----

BAB III. PERANCANGAN PROSES

3.1	Uraian Proses	23
3.2	Metode Penentuan Perancangan	29
3.2.1	Neraca Massa	29
3.2.2	Neraca Panas	32
3.2.3	Spesifikasi Alat Proses	33
3.2.3.1	Alat Besar	33
3.2.3.2	Alat Kecil	40
3.3	Perencanaan Produksi	45
3.3.1	Kemampuan Pasar	45
3.3.2	Kemampuan Pabrik	45

BAB IV. PERANCANGAN PABRIK

4.1	Lokasi Pabrik	47
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik	47
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik	49
4.2	Tata Letak Pabrik	50
4.3	Tata Letak Alat Proses	54
4.4	Pelayanan Teknik (utilitas)	58
4.4.1	Unit Penyediaan Air	59
4.4.2	Unit <i>Refrigerasi</i>	62
4.4.3	Unit Pembangkit Listrik	63

4.4.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	66
4.4.5	Unit Penyediaan Udara Tekan	66
4.4.6	Spesifikasi Alat Utilitas	67
4.5	Organisasi Perusahaan	73
4.5.1	Bentuk Perusahaan	73
4.5.2	Struktur Organisasi Perusahaan	74
4.5.3	Tugas dan Wewenang	77
4.5.3.1	Pemegang Saham	77
4.5.3.2	Dewan Komisaris	77
4.5.3.3	Dewan Direksi	78
4.5.3.4	Staff Ahli	79
4.5.3.5	Kepala Bagian	79
4.5.3.6	Kepala Seksi	81
4.5.4	Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	87
4.5.5	Pembagian Jam Kerja Karyawan	88
4.5.5.1	Jadwal Non Shift	88
4.5.5.1	Jadwal Shift	88
4.5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	90
4.5.6.1	Penggolongan Jabatan	90
4.5.6.2	Perincian Jumlah Karyawan	91
4.5.6.3	Sistem Gaji Pegawai	92
4.5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	94
4.5.8	Manajemen Produksi	95

4.6	Evaluasi Ekonomi	98
4.6.1	Penaksiran Harga Peralatan	98
4.6.2	Dasar Perhitungan	101
4.6.3	Perhitungan Biaya	102
4.6.3.1	<i>Capital Investment</i>	102
4.6.3.2	<i>Manufacturing Cost</i>	102
4.6.3.3	<i>General Expense</i>	103
4.6.4	Analisa Kelayakan	103
4.6.4.1	<i>Percent Return of Investment (ROI)</i>	103
4.6.4.2	<i>Pay Out Time (POT)</i>	103
4.6.4.3	<i>Discounted Cash Flow of Return (DCFR)</i>	104
4.6.4.4	<i>Break Even Point (BEP)</i>	104
4.6.4.5	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	104
4.6.5	Hasil Perhitungan	105
4.6.5.1	Penentuan <i>Total Capital Investment</i>	105
4.6.5.2	Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>)	106
4.6.5.3	Keuntungan (<i>Profit</i>)	108
4.8.5.4	Analisa Kelayakan	108
BAB V.	PENUTUP	112
	DAFTAR PUSTAKA	114
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perusahaan, Kapasitas Produksi, dan Sumber Dana	3
Tabel 1.2 Sumber Daya Energi yang tersedia	4
Tabel 1.3 Sumber Pemanasan Global	6
Tabel 1.4 Impor Bahan Bakar Minyak Tahun 2006 (dalam barel)	8
Tabel 2.1. Komposisi <i>LMG</i>	15
Tabel 3.1 Neraca Massa Total	29
Tabel 3.2 Neraca Massa pada Kolam Pertama	29
Tabel 3.3 Neraca Massa pada Kolam Kedua	30
Tabel 3.4 Neraca Massa pada RDVF	30
Tabel 3.5 Neraca Massa pada Kolam Ketiga	30
Tabel 3.6 Neraca Massa pada Kolam Keempat	31
Tabel 3.7 Neraca Massa pada <i>Reaktor</i>	31
Tabel 3.8 Neraca Massa pada <i>Adsorber</i>	31
Tabel 3.9 Neraca Panas Pada <i>Reaktor</i>	32
Tabel 3.10 Neraca Panas pada <i>Adsorber</i>	32
Tabel 3.11 Neraca Panas pada <i>Compressor</i>	32
Tabel 3.12 Neraca Panas pada <i>Cooler</i>	32
Tabel 3.13 Neraca Panas pada <i>Condensor</i>	33
Tabel 3.14 Spesifikasi Alat Kecil Proses	40
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	52
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Pendingin	61

Tabel 4.3 Kebutuhan Air Pengencer	61
Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik Alat Proses	64
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas	65
Tabel 4.6 Jadwal Pembagian Kerja Shift	89
Tabel 4.7 Penggolongan Jabatan	90
Tabel 4.8 Jumlah Karyawan pada masing-masing Bagian	91
Tabel 4.9 Perincian Golongan dan Gaji	93
Tabel 4.10 Indeks Harga Alat pada berbagai Tahun	99
Tabel 4.11 <i>Fixed Capital Investment</i>	105
Tabel 4.12 <i>Working Capital Investment</i>	106
Tabel 4.13 <i>Manufacturing Cost</i>	106
Tabel 4.14 <i>General Expense</i>	107
Tabel 5.1 Hasil Evaluasi Ekonomi	112



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tahap Pembentukan <i>Biogas</i>	12
Gambar 3.1. Diagram Alir Kualitatif	27
Gambar 3.2. Diagram Alir Kuantitatif	28
Gambar 4.1. Tata Letak Pabrik <i>LMG</i>	53
Gambar 4.2. Tata Letak Peralatan Pabrik <i>LMG</i>	58
Gambar 4.3. Struktur Organisasi Perusahaan	97
Gambar 4.4. Grafik Indeks Harga	100
Gambar 4.5. Nilai <i>BEP</i> dan <i>SDP</i>	111



ABSTRACT

Preliminary plant design of liquified methane gas (LMG) from tapioca waste water with capacity 6,924 tons/year is build to fulfill requirement of alternative energy beside requirement methane in indonesia, so can be reduce dependence about industrial overseas, and also for export to overseas and finally will add foreign exchange. The plant will be built in Tulang Bawang, lampung. Raw material off the LMG is tapioca waste water providable from tapoca plant off PT Menggala Tapioka Riyasentosa. Hydrolisis reaction take place on the open lagoon and formation off methane consist in UASB reactor, it operated on ishotermal at 30°C off temperatur and 1 atm off pressure. Raw material as used is organic waste water as many 67,017.7 kg/hour. Instrument to used it is UASB reactor and Adsorber. To support production process, founding unit consist of water unit to suply water requirement as many 3,187.5 kg/hour, refrigeration unit for fulfill requirement of cooling propane in biogas liquefaction process, electric unit for fulfill requirement of electric as many 382.9 kW and fuel unit for fulfill requirement of fuel as many 19.8 liter/hour. Water as used in coverage process and utilities is coming from lake and well. The plant will be planned on the land of 30,000 m², and this factory will in form of limited liability. Totalize required labour is 130 people. Result of economic analysis of preliminary plant design of liquified methan gas providable fixed capital investment is Rp.61.514.811.350, working capital is Rp.6.802.615.315, profit before tax is Rp.11.237.383.237/year and profit after tax is Rp.6.742.429.942/year. Return on investment (ROI) before tax and after tax are 18.3 % and 11 %, respectively. Pay out time (POT) before tax is 3.5 years and after tax is 4.8 years. Break Even Point (BEP) is 51.6 % of capacity, while Shut Down Point (SDP) is 17.1 % of capacity. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) is 18.5 %. Total price sale of product is Rp.38.081.601.530/year and total production cost is Rp.26.844.218.294. Based on the above factors, it can be concluded that the preminilary plant design of Liquified Methane Gas is visible to be built.

ABSTRAKSI

Pra Rancangan Pabrik *Liquified Methane Gas (LMG)* dari Limbah Cair Tapioka dengan kapasitas 6.924 ton/tahun didirikan untuk memenuhi kebutuhan energi alternatif disamping kebutuhan *methane* di Indonesia, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap industri luar negeri, dan juga untuk di ekspor ke luar negeri yang pada akhirnya akan dapat menambah devisa Negara. Pabrik ini direncanakan akan didirikan di Tulang Bawang, Lampung. Bahan baku berupa limbah cair tapioka yang diperoleh dari Pabrik Tapioka PT. Menggala Tapioka Riyasentosa. Reaksi hidrolisis terjadi pada kolam terbuka dan pembentukan *methane* terjadi di dalam *reaktor Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)* yang beroperasi secara *isothermal* pada temperatur 30 °C dan tekanan 1 atm. Bahan baku yang digunakan adalah limbah cair organik sebanyak 67.017,7 kg/jam. Alat-alat yang digunakan adalah *reaktor UASB* dan *adsorber*. Untuk menunjang proses produksi didirikan unit pendukung proses yang terdiri dari unit penyediaan air untuk mensuplai kebutuhan air sebanyak 3.187,5 kg/jam, unit refrigerasi untuk memenuhi kebutuhan *propane* pendingin dalam proses pencairan biogas, unit pengadaan listrik untuk memenuhi kebutuhan listrik sebanyak 382,9 kW dan unit pengadaan bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar sebanyak 19,8 liter/jam. Air yang digunakan dalam pemenuhan proses dan utilitas berasal dari air sungai dan air sumur. Pabrik ini direncanakan didirikan dengan luas area 30.000 m² dan berbentuk perseroan terbatas. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 130 orang. Hasil analisa ekonomi Pra Rancangan Pabrik *LMG* diperoleh modal tetap (FCI) sebesar Rp.61.514.811.350, modal kerja (WCI) sebesar Rp. 6.802.615.315, keuntungan sebelum pajak Rp.11.237.383.237 dan keuntungan sesudah pajak Rp. 6.742.429.942, *percent return on investment (ROI)* sebelum pajak 18,3 % dan sesudah pajak 11 %, *pay out time (POT)* sebelum pajak 3,5 tahun dan sesudah pajak 4,8 tahun, *break event point (BEP)* sebesar 51,6 % dan *shut down point (SDP)* sebesar 17,1 %, *Discounted Cash Flow (DCF)* 18,5 %, harga penjualan produk Rp.38.081.601.530, dan total biaya produksi Rp.26.844.218.294. Berdasarkan perhitungan ekonomi maka dapat disimpulkan bahwa Pabrik *LMG* ini layak dan sangat menarik untuk didirikan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Dilihat dari prospek pasar, baik dari sisi permintaan maupun sisi pasok, maka masa depan industri energi alternatif, khususnya disini adalah *biogas* yang disebut dengan *Liquefied Methane Gas (LMG)*, yaitu *biogas* dari proses fermentasi limbah cair tapioka akan sangat cerah, bahkan di masa yang akan datang akan lebih cerah dari prospek industri minyak bumi itu sendiri. Karena disamping cadangan minyak yang semakin berkurang, pemanfaatan limbah cair tapioka yang merupakan bahan baku pembuatan *biogas* yang tersedia cukup melimpah masih belum optimal, hingga saat ini sebagian besar limbah cair tapioka hanya dibuang tanpa bisa dimanfaatkan. Limbah cair tapioka ini memiliki kandungan senyawa organik yang cukup tinggi diantaranya adalah karbohidrat, protein, dan lemak. Kandungan inilah yang memiliki andil besar terhadap terciptanya *biogas*.

Masalah yang terbesar jika pada penanganan limbah cair tapioka 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 pengolahan tapioka yang terdapat pemukiman penduduk. Oleh karena itu perlu upaya penanggulangan dan pemanfaatan kembali limbah cair 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 karena limbah cair yang dihasilkan dari pengolahan *biogas* terbukti memiliki kadar COD dan BOD yang rendah, sehingga bisa langsung dibuang ke lingkungan.

Pada tahun 1996 sampai 2001 Indonesia menghasilkan rata-rata 15 sampai 16 juta ton tapioka dari industri tapioka yang berlokasi di Sumatra, Jawa, dan Sulawesi. Jumlah produksi tapioka yang terserap pasar dalam negeri sebanyak 13 juta ton dan permintaan dalam negeri mengalami peningkatan 10% per tahun. Saat ini, produksi tapioka Indonesia belum dapat memenuhi pasar dengan maksimal karena setiap tahun meningkat 10% atau 1,3 juta ton pertahun. Sementara 70% produksi dihasilkan dari Pulau Sumatra, sedangkan 30% merupakan produksi Pulau Jawa dan Sulawesi (foodmarketexchange.com). Hal tersebut mengindikasikan masih luasnya potensi usaha dan permintaan tapioka di Indonesia.

Di Provinsi Lampung, pabrik tapioka dapat mengolah sekitar 4000-5000 ton perhari. Berikut ini merupakan tabel produksi tapioka yang ada di Provinsi Lampung, khususnya Lampung Timur per tahunnya.

Tabel 1.1 Perusahaan, Kapasitas Produksi, dan Sumber Dana

Kecamatan	Nama Perusahaan	Kapasitas(ton)	Sumber Dana
Batanghari	PT Wira Kencana Adi Perdana	6,500.00	Swasta
	PT Eka Inti Tapioka	6,000.00	Swasta
	PT Sumber Agung	1,600.00	Swasta
	Hendra Sumardi	1,350.00	Swasta
	Sumber Maju	547.20	Swasta
	Anugrah Jaya	547.20	Swasta
	Sejahtera Mandiri	820.80	Swasta
	Tohalo	410.40	Swasta
	Kopastara	n.a	n.a
Pekalongan	Ngudi Makmur	820.00	Swasta
	Wahyu Utama	382.04	Swasta
	Surya Perdana	383.04	Swasta
	Warga Sehati I	339.00	Swasta
	Warga Sukabumi	n.a	Swasta
	Warga Sehati II	665.00	Swasta
	Sinar Metro	1,440.00	Swasta
	Wonosari	630.00	Swasta
	Mini Surya Pudana	1,200.00	Pembangunan
Sukadana	Muara jaya	n.a	Swasta
	Sido Rukun	638.40	Swasta
	Rukun Santosa	912.00	Swasta
	Sido Rukun	1,200.00	Pembangunan
Bumi Agung	Harapan Sejahtera	684.00	Swasta
Labuhan Ratu	Surya Perdana	450.00	Swasta
	Lestari Jaya	n.a	Pembangunan
Way Jepara Sekampung Udik	PT Bumi Acid	12,500.00	Swasta
	PT Umas Jaya	15,084.00	Swasta
Raman Utara	Sentral Intan	n.a	Swasta
	Way Raman	n.a	Swasta
	Waliyem	912.00	Swasta
Way Bungur	Subur Jaya	912.00	Swasta
Jumlah	31 perusahaan	56,927.08	

Sumber: Dinas Pertanian Lampung Timur (2003).

Dengan data yang diperoleh dari pabrik tapioka PT. Budi Acid Jaya bahwa 1 ton produksi tepung tapioka dapat menghasilkan kira-kira 35,5556 m³ limbah cair, maka dapat diperkirakan jumlah limbah cair tapioka yang bisa diproduksi untuk wilayah Indonesia adalah 16.000.000 ton tapioka x 35,5556 m³ limbah cair = 568.889.600 m³ limbah cair tapioka. Dengan produksi tapioka yang sedemikian besar di beberapa daerah Indonesia, maka dapat disimpulkan bahwa begitu besar limbah yang dihasilkan dan kurang dimanfaatkan dengan baik, karena para pengusaha tapioka cenderung kurang memahami proses pembuatan *biogas* dan kurangnya biaya untuk instalasi pengolahan limbah menjadi *biogas*.

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

Berikut ini adalah sumber daya energi yang tersedia di alam.

Tabel 1.2. Sumber daya energi yang tersedia

Sumber daya	Cadangan	Kapasitas produksi pertahun
Minyak bumi	9,8 Milyar BOE	0,5 Milyar BOE
Gas alam	165,89 TSCF	3,19 TSCF
Batubara	38,01 Milyar TCE	0,05 Milyar TCE
Tenaga	75.000 MW	3200 MW
<i>Geothermal</i>	20.000 Mwe	230 Mwe
<i>Biomassa</i>	1,085 juta Km ²	
Energi gelombang	Teridentifikasi	

Energi angin	Prospektif	
<i>Peat (biomassa)</i>	200 Milyar Ton	

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

Dengan didirikannya pabrik ini di Indonesia diharapkan dapat menanggulangi krisis energi serta masalah lingkungan terutama masalah limbah tapioka.

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

❖ Terus bertambahnya konsumsi gas dunia

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

❖ Permintaan impor yang cukup tinggi

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

❖ Masalah Lingkungan dan *Global Warming*

Masalah lingkungan yang sebelumnya dikesampingkan mulai banyak diperhatikan. *Global warming* (pemanasan global) yang diakibatkan adanya lapisan CO_2 dan CH_4 di atmosfer bumi membuat bumi semakin panas. CO_2 merupakan hasil pembakaran minyak bumi yang sebelumnya tersimpan di dalam tanah, sedangkan CH_4 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. Sumber pemanasan 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 *train* yang lebih besar. Biaya pembawa (*carrier*) LMG juga berkurang cukup signifikan. Pengurangan biaya pengembangan LMG ini membuka peluang untuk meningkatkan penggunaan teknologi LMG ini dimana mungkin sebelumnya teknologi ini sulit mencapai keekonomiannya.

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

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

- ❖ Krisis minyak tahun 1973 yang mengakhiri era tersedia minyak secara murah dan mantap,
- ❖ Cadangan energi dunia terutama minyak mentah yang terus berkurang,

- ❖ Munculnya kepedulian lingkungan hidup yang mendorong untuk menggunakan sumber energi yang ramah lingkungan,
- ❖ Perkembangan teknologi yang mendukung kegiatan proses produksi gas alam hingga pencairan biogas menjadi *LMG*, dan perkembangan teknologi pengangkutannya.

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

- a. Memenuhi permintaan akan gas alam oleh negara lain yang diproyeksikan persentasenya akan terus meningkat,
- b. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya pabrik-pabrik yang menggunakan gas alam sebagai bahan bakar,
- c. Memenuhi kebutuhan bahan bakar untuk konsumsi rumah tangga,
- d. Membantu memperlancar roda perekonomian pemerintah, dengan menambah devisa Negara,
- e. Menciptakan lapangan pekerjaan,
- f. Membantu proses diversifikasi energi alternatif,
- g. 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.

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, PT. BAJ di Lampung dan BPPT *project* di Jakarta yang memanfaatkan limbahnya untuk dijadikan *biogas* diproses selanjutnya untuk menghasilkan tenaga listrik. Berikut ini merupakan kebutuhan impor BBM Indonesia.

Table.1.3 Impor Bahan Bakar Minyak Tahun 2006 (dalam barel)

Bulan	Solar	M. Tanah	M. Bakar	Premium	Avtur
Januari	7.906.285,49	1.228.857,00	726.083,00	3.684.069,08	589.976,00
Februari	4.902.628,31	509.166,00	931.257,00	2.814.136,90	342.130,00
Maret	7.217.457,60	1.237.440,00	969.997,00	3.037.081,00	347.401,88
April	6.206.850,71	589.942,00	570.947,00	4.032.701,29	0,00
Mei	5.349.328,29	1.474.302,00	190.000,00	1.813.015,83	237.376,00
Jun	6.371.887,76	892.398,00	737.696,00	1.778.546,00	239.202,00
Juli	11.943.730,68	903.853,00	369.311,00	3.416.216,16	228.381,00
Agustus	10.366.739,34	2.384.041,00	793.696,58	4.486.292,82	597.296,00
September	5.397.760,03	2.464.758,00	1.830.404,57	4.187.765,84	487.540,00
Oktober	7.350.534,34	2.169.670,00	1.238.355,04	4.238.910,77	342.198,00
November	7.903.417,63	975.029,00	630.964,66	2.339.605,27	485.468,00
Desember	8.238.915,68	1.569.296,00	539.921,34	3.158.610,00	247.673,00
Total	90.854.907,82	16.378.352,00	9.820.636,19	38.951.283,80	4.112.631,88

Sumber: Departemen Perdagangan, 2006

Dari tabel diatas impor BBM terbesar Indonesia ialah solar dengan total impor 90.854.907,82 barell, peringkat kedua ialah premium total impor 38.951.283,80 barell, dan peringkat ketiga ialah minyak tanah/*kerosin* dengan total impor 16.378.352,00 barell. Dengan berdirinya pabrik *LMG* ini maka

diharapkan kebutuhan impor BBM terutama minyak tanah dapat dikurangi dan ini akan menghemat APBN sehingga dana yang seharusnya untuk membeli minyak tanah dapat dialokasikan untuk prasarana lain.

Berdasarkan pertimbangan faktor diatas maka ditentukan perancangan pabrik *Liquified methane gas (LMG)* dari gas alam sebesar 6.924 ton/tahun perlu direalisasikan.

1.2 Tinjauan Pustaka

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable gas*) yang diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam *biomassa* sebagai akibat aktivitas *mikroorganisme (fermentasi)* pada kondisi tanpa udara (*anaerobic*). Kandungan utama *biogas* adalah gas *methane (CH₄)* dan *carbon dioxide (CO₂)*. Sebagian kecil adalah gas *hydrogen sulfide (H₂S)*, *nitrogen (N₂)*, *hydrogen (H₂)*, dan *carbon monoxide (CO)*. Kehadiran gas *methane* yang besar ini membuat *biogas* mudah terbakar dan dapat dipakai sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan, bahkan pada skala besar dapat menghasilkan energi listrik. Agar dapat menghasilkan nilai kalori yang besar maka perlu dimurnikan dengan menghilangkan gas *H₂S* dan *CO₂*.

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

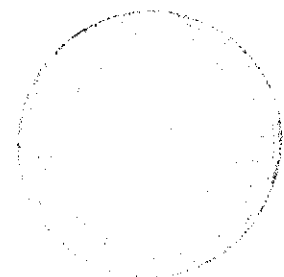
1. Limbah peternakan, seperti kotoran sapi (perah atau pedaging), ayam, kambing, kerbau, babi, dan kuda.
2. Sampah-sampah organik perkotaan, seperti sampah pasar dan sampah rumah tangga.

3. Limbah-limbah pertanian, seperti jerami, sekam padi, batang dan daun-daunan sisa panen, tandan kosong sawit, dan bonggol jagung.
4. Limbah organik industri, seperti ampas pabrik tahu, limbah pabrik gula, dan limbah pabrik tapioka.
5. *Feses/kotoran manusia.*

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

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

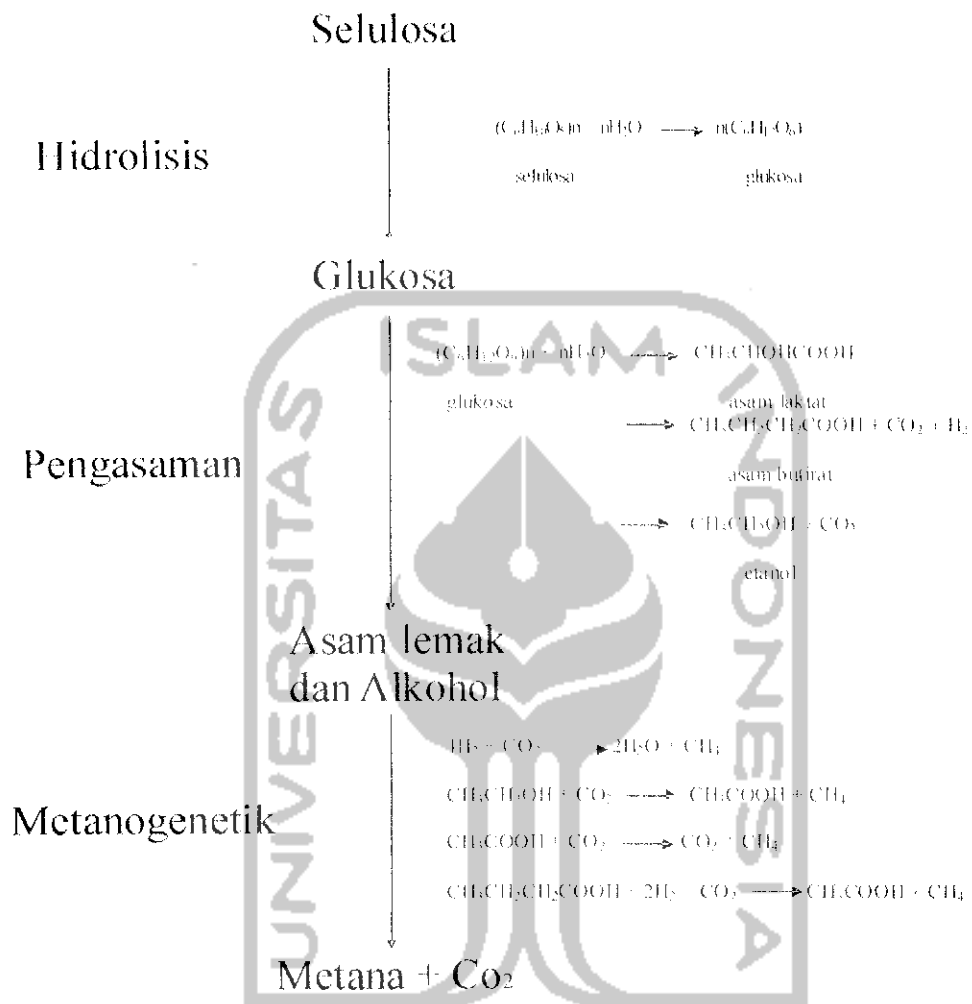
1. Pada tahap *hidrolisis* terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk *monomer*.
2. Pada tahap pengasaman komponen *monomer* (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap *hidrolisis* akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan *asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol*, dan sedikit *butirat, gas carbon dioxide, hydrogen* dan *ammonia*.
3. Sedangkan pada tahap *metanogenik* adalah proses pembentukan gas *methane*.



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

1. Bakteri pembentuk asam (*acidogenic bacteria*) yang merombak senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu berupa asam organik, CO_2 , H_2 , dan H_2S .
2. Bakteri pembentuk *asetat* (*acetogenic bacteria*) yang merubah asam organik dan senyawa netral yang lebih besar dari *methanol* menjadi *asetat* dan *hydrogen*.
3. Bakteri penghasil *methane* (*methanogens*), yang berperan dalam merubah asam-asam lemak dan alkohol menjadi *methane* dan *carbon dioxide*. Bakteri pembentuk *methane* antara lain *methanococcus*, *methanobacterium*, dan *methanosarcina*.





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

LMG berasal dari *biogas* yang telah dimurnikan, *biogas* dapat dipakai sebagai sumber energi selayaknya Bahan Bakar Minyak (BBM) atau Bahan Bakar Gas (BBG). Nilai kalor (*heating value*) rata-rata *biogas* mencapai kisaran 4700 – 6000 kkal/m³ (20 – 24 J/Nm³), tetapi dengan pemurnian nilai kalor yang diperoleh mencapai 6000 kkal/m³. Dengan nilai kalor sebesar itu, penggunaan 1 m³ *biogas* (dihasilkan oleh 0.4425 m³ limbah tapioka) 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)

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

1. Gas dicairkan dengan cara mendinginkannya sampai dibawah titik cair jenuhnya pada tekanan atmosferis. Seperti apa yang dilakukan untuk gas alam menjadi *LNG* atau *LMG* hasil fermentasi dengan cara pendinginan sampai suhu mencapai -160°C pada tekanan atmosferis, sedangkan *LPG* didinginkan sampai suhu mencapai -40°C . Proses ini terdiri dari proses pendinginan bertingkat.
2. Gas dimampatkan atau ditekan sampai tekanan tertentu, sehingga berbentuk cairan pada suhu -83°C (seperti apa yang dilakukan untuk gas alam menjadi *BBG* atau *CNG* yang ditekan sampai tekanan 200 bar atau 2900 psig, serta gas alam menjadi *LPG* yang ditekan sampai 70 psig untuk *LPG butane*, 120 psig untuk *LPG campuran propane* dan *butane* serta 210 psig untuk *LPG propane*).

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk Pabrik LMG memiliki komposisi *methane* (CH_4) 96,01%, *carbon dioxide* (CO_2) 3,98%, dan *hydrogen sulfide* (H_2S) 0,01%, masing-masing spesifikasi sebagai berikut :

2.1.1 Spesifikasi Produk

LMG

- ❖ BM rata – rata = 18,8672
- ❖ Viskositas rata – rata = 0,0613 cP
- ❖ *Freezing Point* = -182,33 °C
- ❖ *Boiling point* = -161,34 °C
- ❖ *Flammability limits in air %* = 5 – 15
- ❖ *Density (-83°C, 45atm)* = 247,88 kg/m³
- ❖ Panas penguapan = 150 Btu/lb
- ❖ Kompresibilitas = 0,28
- ❖ *Specific gravity* = 0,8251
- ❖ Sifatnya yang hampir tidak menimbulkan polusi udara
- ❖ Tidak Beracun
- ❖ Lebih ringan dari udara
- ❖ Mempunyai nilai bakar yang tinggi
- ❖ Tidak Bersifat *Carcinogenic*

2.1.2 Komposisi Produk

Tabel 2.1 Komposisi LMG

Komponen	Komposisi (% vol)
<i>Methane (CH₄)</i>	96,01
<i>Carbon dioxide (CO₂)</i>	3,98
<i>Hydrogen sulfide (H₂S)</i>	0,01

2.2 Spesifikasi Bahan

2.2.1 Spesifikasi Bahan Baku

Pabrik LMG menggunakan limbah cair organik dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Limbah Cair Organik Tapioka

Densitas = 1070 kg/m³

Komposisi (% berat) = - Karbohidrat (selulosa, pati) 31,53 %

- Protein 1,22 %

- Lemak 0,3 %

- Pengotor (sekam, kotoran besar dan kecil) 1 %

- Ampas 0,22 %

- Organik lain 0,73 %

- Air 65 %

Fase = Cair

2.2.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

1. *CaO*

Densitas	= 3350 kg/m ³
Berat molekul	= 56,10 kg/kmol
Titik didih	= 2850 °C
Fase	= padat (25 °C, 1 atm)

2. *H₂O*

Densitas	= 995,647 kg/m ³
Berat molekul	= 18 kg/kmol
Titik didih	= 100 °C
Fase	= cair (25 °C, 1 atm)

3. *Zeolit*

Rumus molekul	= $M_x/n(AlO_2)_x(SiO_2)_y \cdot xH_2O$
Densitas	= 720,7579 kg/m ³
Suhu proses	= 20-200°C
Fase	= padat (25 °C, 1 atm)

4. *Acidogenic Bacteria*

Jenis	= bakteri
Fungsi	= pembentuk asam
Nutrisi	= glukosa

Kondisi optimum = 25 – 35 °C

5. *Acetogenic Bacteria*

Jenis = bakteri

Fungsi = pembentuk asetat

Nutrisi = asam lemak dan alkohol

Kondisi optimum = 25 – 35 °C

6. *Methanogens*

Jenis = bakteri (*Methanococcus*, *Methanobacterium*
dan *Methanosarcina*)

Fungsi = penghasil *methane*

Nutrisi = asam asetat

Kondisi optimum = 25 – 35 °C

2.3 Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

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

2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk

Untuk memperoleh kualitas produk standar maka diperlukan pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada. Pengendalian dan pengawasan jalannya produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan beberapa indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau diset baik berupa *flow rate* bahan baku atau produk, suhu operasi maupun tekanan operasi dapat diketahui dari syarat yang diberikan, maka secara otomatis akan melakukan set point yang telah ditentukan sesuai dengan yang diinginkan.

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

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

- ❖ *Temperature control*

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

❖ *Pressure control*

Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan isyarat jika terjadi penyimpangan tekanan dan *pressure control* akan mengesetnya kembali sesuai dengan tekanan semula. Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang sesuai standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai spesifikasinya.

❖ *Level control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

❖ *Ratio control*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran keluar *reaktor*. Alat ini berfungsi untuk mengeset secara otomatis dengan membagi jumlah aliran yang masuk sebagai *recycle* menuju *reaktor* dan aliran yang akan dibuang.

❖ *Level indikator*

Merupakan alat yang ditempatkan/dipasang pada tangki bahan baku. Alat ini hanya berfungsi untuk mengetahui seberapa besar ketinggian dari cairan yang berada di dalam alat tersebut, harga ketinggian dari cairan tersebut dapat dilihat secara visualisasi pada monitor yang tersedia pada alat tersebut.

❖ *Temperature indikator*

Merupakan alat yang ditempatkan/dipasang pada tangki produk. Alat ini hanya berfungsi untuk mengetahui seberapa besar temperatur dari cairan yang berada di dalam alat tersebut, harga temperatur dari cairan tersebut dapat dilihat secara visualisasi pada monitor yang tersedia pada alat tersebut.



BAB III

PERANCANGAN PROSES

Biogas adalah gas yang mudah terbakar yang diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam *biomassa* sebagai akibat aktivitas *mikroorganisme (fermentasi)* pada kondisi tanpa udara (*anaerob*). Kandungan utama *biogas* adalah gas *methane (CH₄)*, *carbon dioxide (CO₂)*, dan sebagian kecil adalah gas *hydrogen sulfide (H₂S)*. Produk samping *biogas* adalah air, residu organik, dan organik lain.

Bahan baku pembuatan *biogas* adalah limbah cair tapioka yang dihasilkan dari PT. Menggala Tapioka Riyasentosa, Tulang Bawang, Lampung.

Bahan pembantu pembuatan *biogas* adalah:

Air (H_2O), CaO (padat), *zeolit* (padat), *acidogenic bacteria*, *acetogenic bacteria* dan *methanogens*.

Pembentukan *biogas* dilakukan oleh bakteri pada kondisi *aerob* dan *anaerob* meliputi tiga tahap, yaitu tahap *hidrolisis*, tahap pengasaman dan tahap *metanogenik*.

1. Tahap *Hidrolisis*

Bahan padat yang mudah larut atau yang sukar larut akan berubah menjadi senyawa organik yang larut, dengan kondisi *aerob*.

2. Tahap Pengasaman

Merupakan tahap terbentuknya asam-asam organik dan pertumbuhan atau perkembangan sel bakteri, dengan kondisi *aerob*.

3. Tahap *Metanogenik*

Merupakan tahap dominasi perkembangan sel *mikroorganisme* dengan bakteri tertentu yang menghasilkan *methane*, dengan kondisi *anaerob*.

Bakteri-bakteri yang berperan dalam 3 tahap diatas adalah terdiri dari:

a. Bakteri pembentuk asam (*acidogenik*)

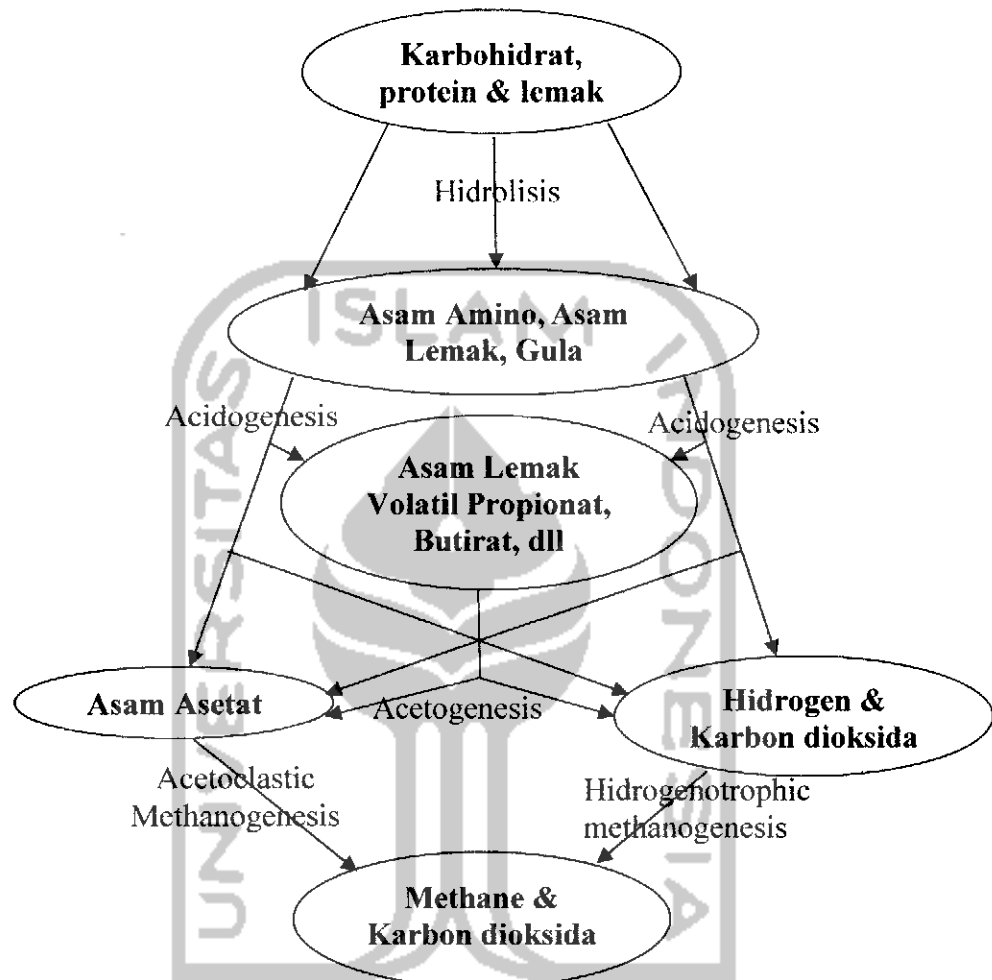
Merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu asam organik, CO_2 , H_2 , dan H_2S .

b. Bakteri pembentuk *asetat* (*acetogenik*)

Mengubah asam organik dan senyawa netral yang lebih besar dari *methanol* menjadi *asetat* dan *hidrogen*.

c. Bakteri penghasil *methane* (*metanogenik*)

Mengubah *asam asetat* menjadi *methane* dan CO_2 . Bakteri pembentuk *methane* antara lain *methanoccus*, *methonobacterium*, dan *methanosarcina*



3.1 Uraian Proses

Secara umum proses pembuatan *biogas*:

1. Proses fermentasi limbah organik menjadi *biogas*,
2. Pengurangan kadar gas CO_2 dan H_2S dengan *adsorpsi* secara kimiawi memakai *zeolit*,
3. Proses pemampatan dengan menggunakan *compressor*,
4. Proses pendinginan awal dengan menggunakan *cooler*,
5. Proses pancairan (*kondensasi*) dengan menggunakan *condensor*.

Penjelasan proses pengolahan gas *methane* dari proses fermentasi limbah cair organik adalah sebagai berikut :

1. Pengolahan awal limbah organik

Limbah tapioka yang dihasilkan dari pabrik masuk ke dalam *lagoon*/kolam-kolam penampungan, limbah ini memiliki pH 4. Limbah cair masuk kedalam kolam pertama dan dibiarkan selama \pm 5 jam. Di dalam kolam ini akan terjadi *primary treatment* oleh bakteri dan terjadi juga pengendapan. Kemudian limbah cair tadi dipompa kedalam kolam kedua. Kolam ini berfungsi untuk mengendapkan lumpur dan menjerat sekam yang ada. Kemudian limbah dialirkan masuk kedalam *rotary drum vacuum filter* untuk membersihkan ampas singkong yang masih ada. Limbah cair kemudian masuk ke dalam kolam ketiga. Disini terjadi *secondary treatment*, prosesnya meliputi 2 tahap yaitu, tahap ke-1 adalah tahap *hidrolisis* dimana terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk *monomer* dengan bantuan *acidogenic bacteria*. Tahap ke-2 adalah tahap pengasaman komponen *monomer* (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap *hidrolisis* akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan *asam asetat*, *propionat*, *format*, *laktat*, dan sedikit *butirat*, gas *carbon dioxide*, *hydrogen* dan *ammonia*. Bakteri yang berperan adalah *acetogenik bacteria*. Limbah kemudian masuk ke dalam kolam keempat. Disini terjadi

proses menaikkan pH sampai dengan 7 dengan menambahkan $Ca(OH)_2$, penambahan $Ca(OH)_2$ juga berfungsi untuk makanan bakteri. Limbah kemudian dialirkan masuk *reaktor* yang nantinya akan menghasilkan *methane* (CH_4).

2. Fermentasi limbah dengan bakteri-bakteri pembentuk *methane*

Methane merupakan *biogas* yang diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dari *biomasa* sebagai akibat aktivitas *mikroorganisme* (*fermentasi*) pada kondisi tanpa udara (*anaerob*). Kandungan *biogas* terbesar adalah gas *methane* yang nantinya akan dicairkan, sedangkan kandungan lain seperti CO_2 dan H_2S akan dipisahkan dengan proses *adsorpsi* di CO_2 - H_2S *adsorber*. Pembentukan *biogas* (*methane*) yang dilakukan *mikroba* pada situasi *anaerob* di *reaktor* meliputi tahap *metanogenik* yaitu pembentukan gas *methane* oleh bakteri-bakteri penghasil *methane* antara lain seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, *methanobacterium* yang berperan dalam merubah asam lemak menjadi *methane*.

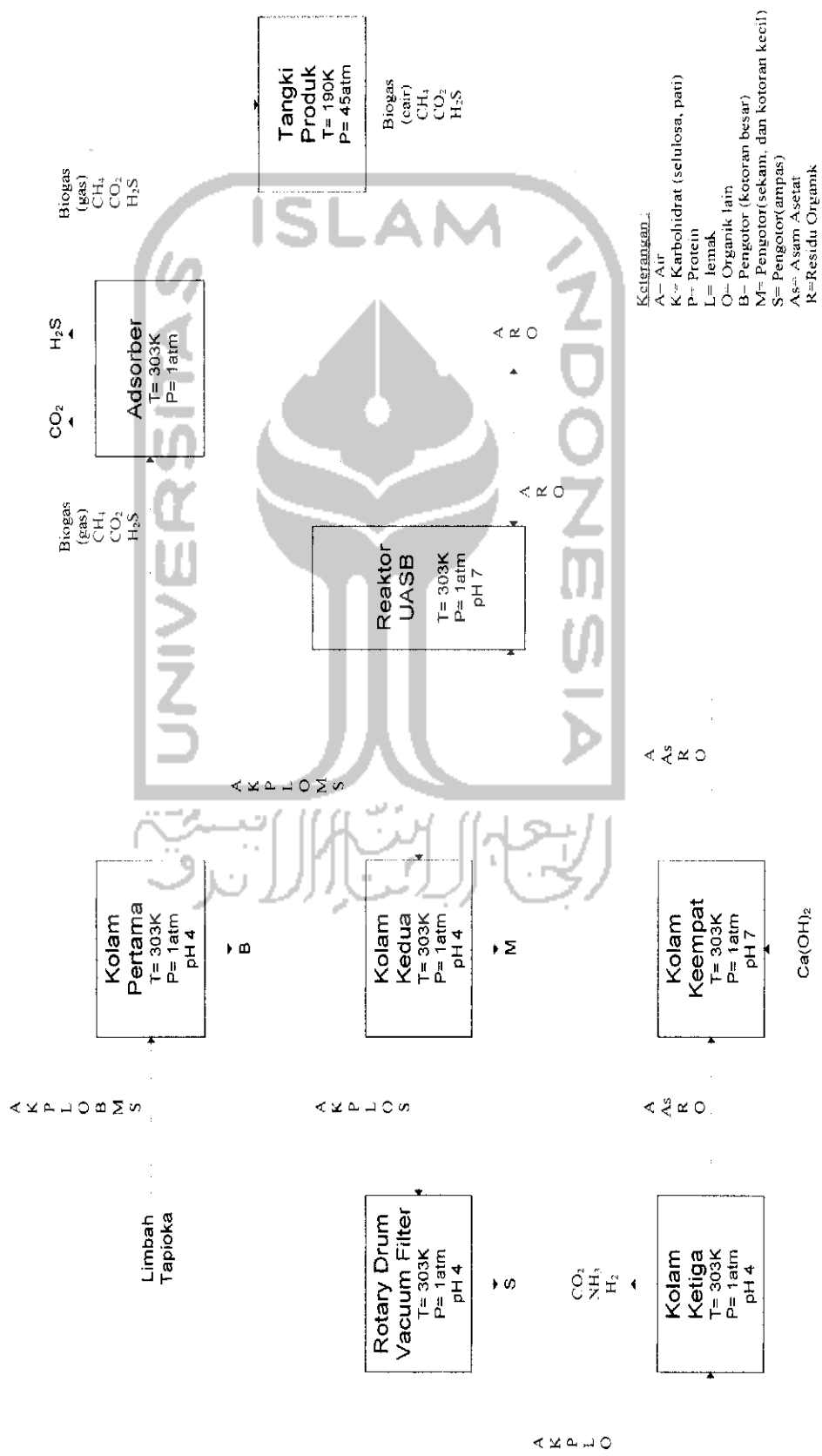
3. CO_2 – H_2S Removal Unit

Unit ini merupakan unit pemurnian gas dimana CO_2 dan H_2S dikurangi kadarnya hingga memenuhi standar sebuah LNG dimana kandungan maksimum CO_2 adalah 5% volume dan H_2S 0,01% volume. Unit ini terdiri dari CO_2 - H_2S *adsorber*, yang merupakan menara bahan

isian. Gas dari *reaktor* masuk dari bagian bawah *CO₂-H₂S adsorber*, dimana gas kontak secara *counter current* dengan *zeolit* pada temperatur 30 °C dan tekanan atmosferis.

4. *Liquefaction unit* atau unit pendinginan

Proses pencairan *biogas* sebenarnya hanyalah teknologi untuk memungkinkan mengangkut gas *methane* dengan menggunakan alat transportasi laut maupun darat. Unit ini berguna untuk mendinginkan dan mencairkan *biogas* hingga dapat disimpan dalam kondisi operasi yang diinginkan yaitu pada tekanan 45 atm dan pada temperatur -83°C. Unit ini terdiri dari 3 tahap utama yaitu pemampatan, pendinginan, dan pencairan. Gas keluar dari *CO₂-H₂S adsorber* dikompresi hingga 45 atm, lalu didinginkan oleh *cooler* hingga suhu gas mencapai -83°C. Setelah itu gas dialirkan ke dalam *condenser* hingga mencair. Kemudian gas yang telah dicairkan tersebut dialirkan ke dalam tangki penyimpanan produk.



Gambar 3.1 Diagram Alir Kualitatif

3.2 Metode Penentuan Perancangan

Setting perencanaan pendirian pabrik *biogas* dari proses *fermentasi* limbah cair organik dengan kapasitas 6.924 ton per tahun meliputi neraca massa, neraca panas dan spesifikasi alat.

3.2.1 Neraca Massa

A. Neraca Massa Total

Tabel 3.1 Neraca massa total

Komponen	input(kg)	output(kg)
Limbah cair organik	67017,6667	-
$Ca(OH)_2$	335,0883	-
Pengotor (kotoran besar)	-	402,106
Pengotor (kotoran kecil dan sekam)	-	268,0707
Ampas singkong	-	147,4389
<i>Biogas (CH₄, CO₂, H₂S)</i>	-	824,2771
Limbah sisa proses	-	64253,322
CO_2	-	971,8835
NH_3	-	245,2847
H_2	-	221,4934
H_2S	-	18,8789
Total	67352,755	67352,755

B. Neraca Massa Alat

Tabel 3.2 Neraca massa pada Kolam Pertama (K-01)

Komponen	input(kg)	output(kg)
Air	43561,4833	-
Karbohidrat (selulosa, pati)	21130,6703	-
Protein	817,6155	-
Lemak	201,053	-
Organik lain	489,229	-
Pengotor (kotoran besar)	402,106	402,106
Pengotor (kotoran kecil dan sekam)	268,0707	-

Pengotor (ampas singkong)	147,4389	-
Limbah cair sisa	-	66615,5607
Total	67017,6667	67017,6667

Tabel 3.3 Neraca massa pada Kolam Kedua (K-02)

Komponen	input(kg)	output(kg)
Air	43561,4833	-
Karbohidrat (selulosa, pati)	21130,6703	-
Protein	817,6155	-
Lemak	201,053	-
Organik lain	489,229	-
Pengotor (kotoran kecil dan sekam)	268,0707	268,0707
Pengotor (ampas singkong)	147,4389	-
Limbah cair sisa	-	66347,49
Total	66615,5607	66615,5607

Tabel 3.4 Neraca massa pada *Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF)*

Komponen	input(kg)	output(kg)
Air	43561,4833	-
Karbohidrat (selulosa, pati)	21130,6703	-
Protein	817,6155	-
Lemak	201,053	-
Organik lain	489,229	-
Pengotor (ampas singkong)	147,4389	147,4389
Limbah cair sisa	-	66200,0511
Total	66347,49	66347,49

Tabel 3.5 Neraca massa pada Kolam Ketiga (K-03)

Komponen	input(kg)	output(kg)
Air	43561,4833	-
Karbohidrat (selulosa, pati)	21130,6703	-
Protein	817,6155	-
Lemak	201,053	-
Organik lain	489,229	-
CO ₂	-	213,3172

NH_3	-	245,2847
H_2	-	221,4934
Limbah cair sisa	-	65519,9559
Total	66200,0511	66200,0511

Tabel 3.6 Neraca massa pada Kolam Keempat (K-04)

Komponen	input(kg)	output(kg)
Air	43738,2089	-
<i>Asam asetat</i>	1362,9651	-
Residu organik	19929,5529	-
Organik lain	489,2290	-
$Ca(OH)_2$	335,0883	-
Limbah cair sisa	-	65855,0442
Total	65855,0442	65855,0442

Tabel 3.7 Neraca massa pada Reaktor (R)

Komponen	input(kg)	output(kg)
Air	44073,2973	44250,0228
<i>Asam asetat</i>	1362,9651	-
Residu organik	19929,5529	19690,7957
Organik lain	489,2290	312,5034
CH_4	-	739,8013
CO_2	-	842,8477
H_2S	-	19,0732
Total	65855,0442	65855,0442

Tabel 3.8 Neraca massa pada Adsorber (AD)

Komponen	input(kg)	output(kg)
CH_4	739,8013	739,8013
CO_2	842,8477	84,2814
H_2S	19,0732	0,1944
<i>Zeolit</i>	4800	5577,4451
Total	6401,7222	6401,7222

3.2.2 Neraca Panas

Tabel 3.9 Neraca panas pada *Reaktor*

input (kj/jam)	output (kj/jam)
1. Panas masuk $\Delta H_{in} = 89673628,2764$ kJ/j	1. Panas keluar $\Delta H_{out} = 741383,3720$ kJ/j
	2. Panas yang hilang $Q_{loss} = 88932244,9044$ kJ/j
89673628,2764	89673628,2764

Tabel 3.10 Neraca panas pada *Adsorber*

input (kj/jam)	output (kj/jam)
1. Panas masuk $\Delta H_{in} = 741383,3720$ kJ/j	1. Panas keluar $\Delta H_{out} = 534120,2617$ kJ/j
	2. Panas yang hilang $Q_{loss} = 207263,1103$ kJ/j
741383,3720	741383,3720

Tabel 3.11 Neraca panas pada *Compressor*

input (kj/jam)	output (kj/jam)
1. Panas masuk $\Delta H_{in} = 534120,2617$ kJ/j	1. Panas keluar $\Delta H_{out} = 534120,2617$ kJ/j
	2. Panas yang hilang $Q_{loss} = 0$ kJ/j
534120,2617 kJ/j	534120,2617 kJ/j

Tabel 3.12 Neraca panas pada *Cooler*

input (kj/jam)	output (kj/jam)
1. Panas masuk $\Delta H_{in} = 938119,5334$ kJ/j	1. Panas keluar $\Delta H_{out} = 663801,9562$ kJ/j
	2. Beban Panas $Q_s = 274317,5772$ kJ/j
938119,5334 kJ/j	938119,5334 kJ/j

Tabel 3.13 Neraca panas pada *Condensor*

input (kJ/jam)	output (kJ/jam)
1. Panas masuk $\Delta H_{in} = 4779361,4531 \text{ kJ/j}$	1. Panas keluar $\Delta H_{out} = 4728944,2646 \text{ kJ/j}$
	2. Beban Panas $Q_s = 50417,1885 \text{ kJ/j}$
4779361,4531 kJ/j	4779361,4531 kJ/j

3.2.3 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik *biogas* dirancang dengan pertimbangan *efisiensi* dan *optimasi* proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik *biogas* dari limbah cair organik meliputi :

3.2.3.1 Alat Besar

1. Kolam Pertama (K-01)

Fungsi : Mengendapkan kotoran-kotoran besar pada limbah

Jenis : Kolam berbentuk balok

Bahan : Semen beton

Kondisi operasi : Tekanan 1 atm, temperatur 30 °C

Volume : 13.271,264 ft³

Panjang : 37,5825 ft

Lebar : 18,7912 ft

Tinggi : 18,7912 ft

Jumlah : 1 buah
 Harga : Rp. 37.580.000,02

2. Kolam Kedua (K-02)

Fungsi : Mengendapkan kotoran-kotoran kecil dan sekam pada limbah

Jenis : Kolam berbentuk balok

Bahan : Semen beton

Kondisi operasi : Tekanan 1 atm, temperatur 30 °C

Volume : 13.271,264 ft³

Panjang : 37,5825 ft

Lebar : 18,7912 ft

Tinggi : 18,7912 ft

Jumlah : 1 buah

Harga : Rp. 37.580.000,02

3. Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF)

Fungsi : Memisahkan ampas singkong dari limbah yang keluar dari kolam kedua.

Jenis : *Rotary Drum Vacuum Filter*

Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Luas Medium Filter	: 59,2454 ft ²
Diameter Drum	: 4,3437 ft
Lebar Drum	: 4,3437 ft
Tebal Cake	: 2 in
Putaran	: 1 rpm
Daya	: 30 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 112,469.12

4. Kolam Ketiga (K-03)

Fungsi	: Proses <i>hidrolisis</i> dan pengasaman
Jenis	: Kolam berbentuk balok
Bahan	: Semen beton
Kondisi operasi	: Tekanan 1 atm, temperatur 30 °C
Volume	: 31.462,452 ft ³
Panjang	: 59,6468 ft
Lebar	: 19,8823 ft
Tinggi	: 19,8823 ft
Jumlah	: 1 buah
Harga	: Rp. 89.091.657,55

Pengaduk

Jenis	: <i>Marine Propeller with 3 blades</i>
Jumlah	: 4 buah
Tinggi	: 17,89 ft
Diameter	: 6,63 ft
Lebar	: 0,66 ft
Tenaga motor	: 60 Hp
Jumlah putaran	: 36,6067 rpm
Harga	: \$ 30.143,37

5. Kolam Keempat (K-04)

Fungsi	: Mengatur pH limbah
Jenis	: Kolam berbentuk balok
Bahan	: Semen beton
Kondisi operasi	: Tekanan 1 atm, temperatur 30 °C
Volume	: 5.243,7419 ft ³
Panjang	: 17,3688 ft
Lebar	: 17,3688 ft
Tinggi	: 17,3688 ft

Jumlah : 1 buah
 Harga : Rp. 14.848.609,59

Pengaduk

Jenis : *Marine Propeller with 3 blades*
 Jumlah : 1 buah
 Tinggi : 15,63 ft
 Diameter : 5,79 ft
 Lebar : 0,58 ft
 Tenaga motor : 10 Hp
 Jumlah putaran : 41,9042 rpm
 Harga : \$ 5,908.50

6. Tangki Penyimpanan Bahan Baku (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku $Ca(OH)_2$ selama 7 hari
 Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap kerucut
 Bahan : *Carbon steel SA 283 Grade C*
 Kondisi operasi : Tekanan 1 atm, temperatur 30 °C
 Volume : 1.768,715 ft³
 Diameter : 15 ft
 Tinggi : 18 ft

Jumlah : 1 buah

Pengaduk

Jenis : *Marine Propeller with 3 blades*

Jumlah : 2 buah

Tinggi : 13,5 ft

Diameter : 5 ft

Lebar : 0,5 ft

Tenaga motor : 20 Hp

Jumlah putaran : 61,4154 rpm

Harga : \$ 38,968.67

7. Reaktor (R)

Fungsi : Tempat terjadinya pembentukan *biogas*

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap *torispherical*

Bahan : SA-283 grade C

Kondisi operasi : Tekanan 1 atm, temperatur 30 °C

Volume : 11221,4113 ft³

Diameter : 19,94 ft

Tinggi : 39,88 ft

Jumlah : 8 buah
 Harga : \$ 936,040.23

8. Adsorber (AD)

Fungsi : Menyerap gas CO_2 dan H_2S sehingga CO_2 yang tersisa tinggal 4% dan H_2S yang tersisa tinggal 0,01%

Jenis : Tangki silinder tegak dan beratap *torispherical*

Kondisi operasi : Tekanan 1 atm suhu 30 °C

Adsorben : Zeolit

Tinggi packing : 3,09 ft

Bahan : SA-283 grade C

Diameter : 9,84 ft

Tinggi : 13,09 ft

Jumlah : 1 buah
 Harga : \$ 14,381.61

9. Tangki Penyimpan Produk (T-02)

Fungsi : Menyimpan produk *biogas* cair (LMG) selama 3 hari

Jenis	: Tangki berbentuk bola
Bahan	: <i>Carbon steel SA 285 Grade C</i>
Kondisi operasi	: Tekanan 45 atm, temperatur -83 °C
Volume	: 10.146,2825 ft ³
Diameter	: 26,8575 ft
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 258,673.82

3.2.3.2 Alat Kecil

Tabel 3.14 Spesifikasi alat kecil proses

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	Pompa (P-01)	Jenis : <i>Centrifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 330,9196 gpm Head : 48,8987 ft Tenaga Motor : 7,5 Hp Harga : \$ 3,753.26	Mengalirkan limbah cair tapioka dari pabrik menuju kolam pertama
2	Pompa (P-02)	Jenis : <i>Centrifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i>	Mengalirkan limbah cair tapioka dari

		Kapasitas : 328,9341 gpm Head : 5,6836 ft Tenaga Motor : 1 Hp Harga : \$ 3,739.73	kolam pertama menuju kolam kedua
3	Pompa (P-03)	Jenis : <i>Centifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 327,6104 gpm Head : 6,1962 ft Tenaga Motor : 1 Hp Harga : \$ 3,730.70	Mengalirkan limbah cair tapioka dari kolam kedua menuju RDVF
4	Pompa (P-04)	Jenis : <i>Centifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 323,5242 gpm Head : 6,5669 ft Tenaga Motor : 1 Hp Harga : \$ 3,702.71	Mengalirkan limbah cair tapioka dari kolam ketiga menuju kolam keempat
5	Pompa (P-05)	Jenis : <i>Centifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 1,3126 gpm	Mengalirkan $Ca(OH)_2$ dari tangki pertama menuju

		Head : 0,3168 ft Tenaga Motor : 0.05 Hp Harga : \$ 135.97	kolam keempat
6	Pompa (P-06)	Jenis : <i>Centifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 325,1788 gpm Head : 40.8041 ft Tenaga Motor : 7,5 Hp Harga : \$ 3,714.06	Mengalirkan limbah cair tapioka dari kolam keempat menuju <i>reaktor</i>
7	Pompa (P-07)	Jenis : <i>Centifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 317,2698 gpm Head : 14,1272 ft Tenaga Motor : 3 Hp Harga : \$ 3,659.59	Mengalirkan limbah cair tapioka dari <i>reaktor</i> menuju saluran pembuangan
8	Pompa (P-08)	Jenis : <i>Centifugal single stage</i> Bahan : <i>Stainless steel</i> Kapasitas : 4,0701 gpm Head : 47,4223 ft	Mengalirkan <i>LMG</i> dari <i>condensor</i> menuju tangki produk

		<p>Tenaga Motor : 0,25 Hp</p> <p>Harga : \$ 2,631.88</p>	
14	Cooler (CL)	<p>HE 1-2</p> <p>Shell</p> <p>Temperatur: 30 °C</p> <p>Fluida panas: <i>methane</i> gas</p> <p>- ID Shell: 12 in</p> <p>- Pass: 1</p> <p>Tube</p> <p>Temperatur: -90 °C</p> <p>Fluida dingin: <i>Propane</i> cair</p> <p>- OD: 1 in</p> <p>- BWG: 10</p> <p>- Pitch: 1,25 in</p> <p>- Length: 14 ft</p> <p>- Pass : 2</p> <p>Harga : \$ 12,297.01</p>	<p>Mendinginkan</p> <p><i>biogas</i> keluar dari</p> <p><i>compressor (C-02)</i></p> <p>hingga dicapai suhu</p> <p>-83 °C</p>
15	Condensor (CD)	<p>HE 1-2</p> <p>Shell</p>	<p>Mengembunkan</p> <p><i>biogas</i> dari <i>cooler</i></p>

		<p>Temperatur: -83 °C</p> <p>Fluida panas: <i>methane</i> gas</p> <p>- ID Shell: 13 in</p> <p>- Pass: 1</p> <p>Tube</p> <p>Temperatur: -105 °C</p> <p>Fluida dingin: <i>Propane</i> cair</p> <p>- OD: 1 in</p> <p>- BWG: 10</p> <p>- Pitch : 1,25 in</p> <p>- Length: 14 ft</p> <p>- Pass : 2</p> <p>Harga : \$ 6,780.66</p>	hingga mencair
16	Compressor (C)	<p>Jenis : <i>Centrifugal multi stage</i></p> <p>Bahan : <i>Stainless steel</i></p> <p>Power : 15 Hp</p> <p>Harga : \$ 21,719.30</p>	<p>Menaikkan tekanan gas yang keluar dari <i>adsorber</i> dari tekanan 1 atm menjadi 45 atm</p>

3.3 Perencanaan 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

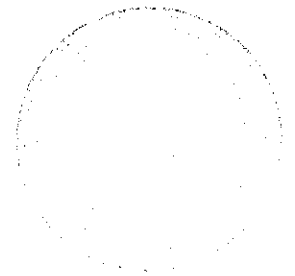
Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan, kemungkinan pertama yaitu bila kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal. Sedangkan kemungkinan kedua yaitu bila kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Bila yang terjadi adalah kemungkinan 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 merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Pabrik *Liquified Methane Gas (LMG)* dari limbah cair tapioka dengan kapasitas 6.924 ton/tahun direncanakan akan didirikan di kawasan industri Tulang Bawang, Lampung. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik ini antara lain :

4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor yang secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi proses produksi dan distribusi, adapun faktor-faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik adalah :

1. Penyediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku relatif mudah karena limbah cair tapioka dapat diperoleh dari kawasan industri Tulang Bawang, Lampung.

2. Pemasaran

Produk pabrik ini merupakan bahan bakar untuk industri dan rumah tangga, sehingga sistem pemasarannya bisa dijual melalui distributor gas atau langsung dijual kepada pabrik-pabrik terdekat.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, *CaO* (padat), *zeolit* (padat), *propane* pendingin, bahan bakar dan listrik. Lokasi pabrik yang akan didirikan dekat dengan sumber air, baik sumber air untuk minum, cuci, pendingin, pengencer dan kebutuhan umum lainnya. Untuk *propane* (cair) dibeli dari PT. Pertamina di Sumatera Selatan. Sedangkan bahan baku *CaO* (padat) dan *zeolit* (padat) dibeli dari PT. Langgeng Perkasa, Cengkareng, Banten.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di kawasan industri Tulang Bawang yang padat penduduknya memungkinkan untuk memperoleh tenaga kerja dengan mudah dan berkualitas. Namun tidak menutup kemungkinan untuk memperoleh tenaga kerja dari luar daerah agar tenaga kerja yang diperoleh benar-benar berkualitas.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat dan laut. Letak pabrik *LMG* ini di tepi jalan raya yang akan memudahkan transportasi lewat darat. Selain itu juga posisi pabrik tidak jauh dari pelabuhan, sehingga memudahkan transportasi melalui laut khususnya untuk mensuplai bahan baku dan produk yang akan didistribusi ke luar pulau.

4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses industri, akan tetapi sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Areal Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik berada di kawasan industri Tulang Bawang Lampung, sehingga memungkinkan adanya perluasan areal pabrik dengan tidak mengganggu pemukiman penduduk.

2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih pada daerah khusus untuk kawasan industri, sehingga memudahkan dalam perijinan pendirian pabrik.

Pengaturan tata letak pabrik merupakan bagian yang penting dalam proses pendirian pabrik, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- a. Segi keamanan kerja terpenuhi,
- b. Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman,
- c. Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin,
- d. Transportasi yang baik dan efisien.

3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya harus tersedia, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana pendidikan, ibadah,

hiburan, bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

4.2 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku dan produk yang saling berhubungan. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik efisien dan proses produksi serta distribusi dapat berjalan dengan lancar, keamanan, keselamatan, dan kenyamanan bagi karyawan dapat terpenuhi. Selain peralatan proses, beberapa bangunan fisik lain seperti kantor, bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, pemadam kebakaran, pos penjagaan, dan sebagainya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu lalu lintas, barang dan proses.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak pabrik adalah :

1. Daerah Proses

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi. Dimana daerah proses ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

2. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun harus benar-benar diperhatikan di dalam menentukan tata letak pabrik. Untuk itu harus dilakukan penempatan alat-alat pengamanan

seperti hidran, penampung air yang cukup, dan penahan ledakan. Tangki penyimpanan bahan baku dan produk yang berbahaya harus diletakkan di area khusus dan perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan lainnya guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

3. Luas Area yang Tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyedia area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi, maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruangan hingga peralatan tertentu diletakkan diatas peralatan yang lain, ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Instalasi dan Utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatan. Penempatan peralatan proses di tata sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah menjangkaunya dan dapat terjalin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Disini merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendalian proses serta produk.

2. Daerah proses

Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.

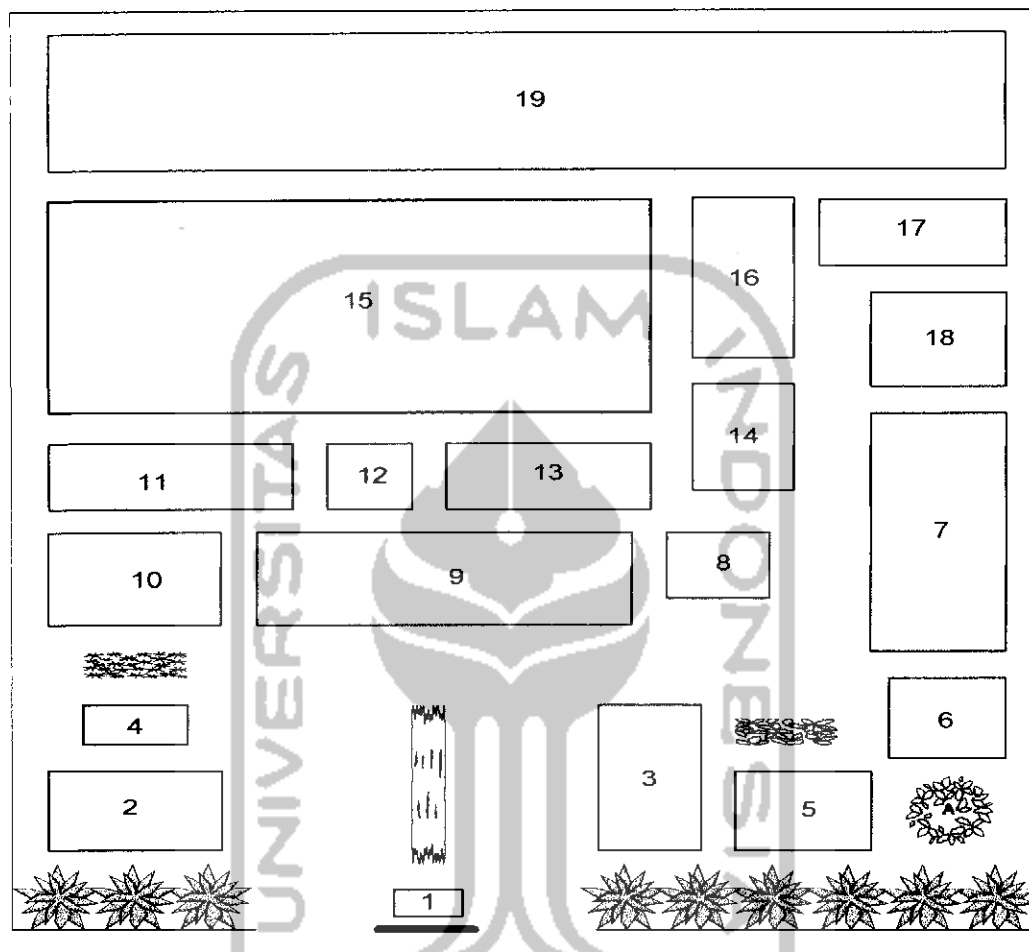
3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi.

4. Daerah utilitas.

Tabel 4.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran (m)	Luas (m ²)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Kantor utama	44 x 14	616
2	Pos Keamanan/satpam	8 x 4	32
3	Mess	16 x 36	576
4	Parkir Tamu	12 x 22	264
5	Parkir Truk	20 x 12	240
6	Ruang timbang truk	12 x 6	72
7	Kantor teknik dan produksi	20 x 14	280
8	Klinik	12 x 10	120
9	Masjid	14 x 12	168
10	Kantin	16 x 12	192
11	Bengkel	12 x 24	288
12	Unit pemadam kebakaran	16 x 14	224
13	Gudang alat	22 x 10	220
14	Laboratorium	12 x 16	192
15	Utilitas	24 x 10	240
16	Area proses	70 x 32	2240
17	Control Room	28 x 10	280
18	Utility Control	10 x 10	100
19	Jalan dan taman	60 x 40	2400
20	Perluasan pabrik	110 x 20	2200

LAYOUT PABRIK LMG
KAPASITAS 6.924 TON/TAHUN



Gambar 4.1. Tata letak pabrik LMG

Skala 1 : 100

Keterangan :

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Pos Keamanan | 11. <i>Control Room</i> |
| 2. Parkir Truk | 12. <i>Utility Control</i> |
| 3. Parkir Tamu | 13. Utilitas |
| 4. Ruang Timbang Truk | 14. Laboratorium |
| 5. Kantin | 15. Area proses |
| 6. Mesjid | 16. Bengkel |
| 7. <i>Mess</i> | 17. Gudang Alat |
| 8. Klinik | 18. Unit Pemadam Kebakaran |
| 9. Kantor Utama | 19. Area Perluasan |
| 10. Kantor Teknik dan Produksi | — — — — Jalan raya |

4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu juga diperhatikan penempatan pipa, dimana untuk pipa diatas tanah perlu dipasang pada ketinggian tiga meter atau lebih, sedangkan untuk pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan disekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat mengakibatkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan pekerja. Disamping itu juga perlu diperhatikan arah hembusan angin.

3. Cahaya

Penerangan seluruh pabrik harus memadai pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi.

4. Lalu lintas manusia

Dalam hal perancangan tata letak peralatan perlu diperhatikan agar pekerja dapat menjangkau seluruh alat proses dengan cepat dan mudah.

Jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keamanan pekerja dalam menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

5. Tata letak alat proses

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dengan tetap menjamin kelancaran dan keamanan produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan pada alat-alat proses lainnya.

7. *Maintenance*

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 bahan baku 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 alat meliputi :

a. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang rusak, kemudian dikembalikan seperti kondisi semula.

b. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat yang rusak. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance* adalah :

◆ Umur alat

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

◆ Bahan baku

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

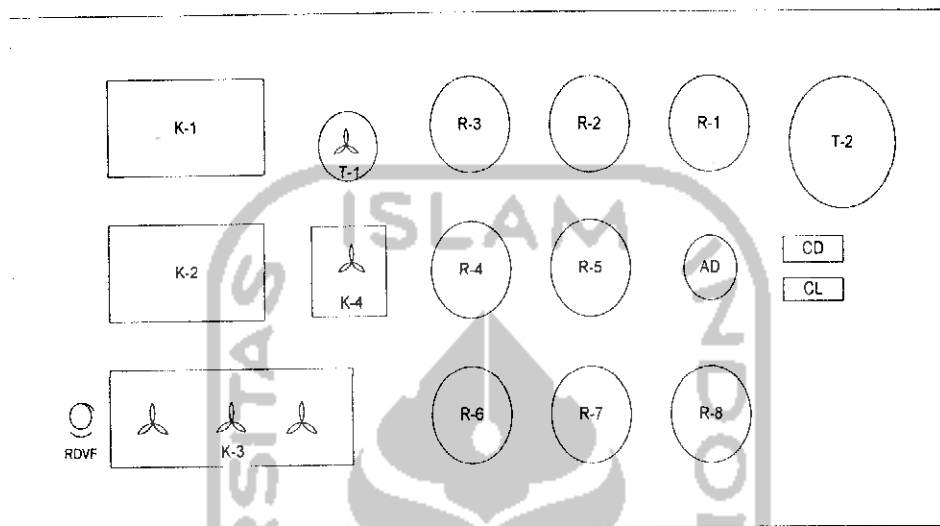
Tata letak alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga :

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin,
- b. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan,

- c. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya kapital yang tidak penting,
- d. Jika tata letak peralatan proses sudah benar dan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu memakai alat angkut dengan biaya mahal.



Tata letak peralatan pabrik *LMG* dari limbah cair organik tapioka dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2 Tata letak peralatan proses

4.4. Pelayanan Teknik (Utilitas)

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik adalah penyediaan utilitas dalam pabrik *LMG* ini. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Adapun penyediaan utilitas ini meliputi:

1. Unit Penyediaan Air
2. Unit *Refrigerasi*
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.4.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Dalam perancangan pabrik *LMG* ini, sumber air yang digunakan berasal dari air sungai dan air sumur.

Penggunaan air sungai sebagai sumber air dengan pertimbangan:

1. Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari,
2. Pengolahan air sungai relatif mudah dan sederhana serta biaya pengolahannya relatif murah.

Kebutuhan air tawar diperoleh dari sungai yang terletak tidak jauh dari pabrik. Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air sungai digunakan untuk:

1. Air pengencer,
2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain.

Air yang diperlukan di lingkungan pabrik yang berasal dari air sumur digunakan untuk:

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar,
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya,
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi per satuan volume,

- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin,
- e. Tidak terdekomposisi.

2. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, dan masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : dibawah suhu udara
- Warna : jernih
- Rasa : tidak berasa
- Bau : tidak berbau

b. Syarat kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air,
- Tidak mengandung bakteri.

3. Air minum

Kebutuhan air dapat dibagi menjadi :

a. Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2. Kebutuhan air pendingin

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Compressor</i>	C	2384,9934
Jumlah			2384,9934

b. Kebutuhan air pengencer

Tabel 4.3. Kebutuhan air pengencer

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Tangki</i>	T-01	284,8251
Jumlah			284,8251

c. Kebutuhan umum

Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga = 227,9396 kg/jam.

Maka, total air = 3187,5339 kg/jam.

4.4.2 Unit Refrigerasi

Unit ini berfungsi sebagai penyedia kebutuhan bahan pendingin (*refrigeran*) dan juga sebagai sistem *recycle* dari *refrigeran* tersebut. Bahan yang digunakan untuk pendingin (*refrigeran*) dalam unit ini adalah *propane*. Alasan utama pemilihan *propane* sebagai pendingin adalah karena karakteristik dari *propane* yang bisa digunakan untuk mendinginkan *methane* sampai suhu $-83\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan juga mudahnya bahan ini diperoleh. *Propane* yang digunakan diperoleh dengan cara membeli di Pertamina Unit Pengolahan III, Plaju, Sumatera Selatan. Harga pembelian untuk 1 kg *propan* adalah Rp 2000,00.

Karena unit ini berupa sebuah sistem yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu atau kalor, maka dari itu pada unit ini terdapat sistem *refrigerasi*. Hal ini dilakukan untuk menjaga kestabilan suhu dari *propane* agar terus terjaga pada kisaran suhu $-105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selain untuk menjaga kestabilan temperatur *propane*, sistem *refrigerasi* pada unit ini juga dimaksudkan untuk penghematan terhadap pembelian *propane*, agar *propane* yang telah digunakan untuk mendinginkan *methane* tidak terbuang begitu saja dan dapat digunakan berulang kali.

Sistem *refrigerasi* yang digunakan pada unit ini membutuhkan beberapa alat pendukung diantaranya adalah pompa, *expander valve* dan *condenser*.

Spesifikasi dari *propane* adalah sebagai berikut:

- Densitas : 0.6507 kg/ltr
- Temperatur : $-105\text{ }^{\circ}\text{C}$
- *Heat Capacity (Cp)* : 1,9112 Btu/kg. $^{\circ}\text{K}$
- BM : 44 g/mol

Kebutuhan total *propane* selama 6 bulan adalah:

- $16,7431 \text{ m}^3$

Kebutuhan total *propane* selama 1 tahun adalah

- $16,7431 \text{ m}^3 \times 2 = 33,4861 \text{ m}^3$

4.4.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik di pabrik ini sebesar 382,9174 KW. Sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut, pabrik *LMG* menggunakan listrik dari PLN, dan sebagai cadangan listrik digunakan generator diesel dengan kapasitas 382,9174 KW jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi generator diesel yang digunakan adalah:

- Kapasitas : 382,9174 KWatt
- Jenis : Generator *Diesel*
- Jumlah : 1 buah

Prinsip kerja dari generator diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik, tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari *diesel*.

Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi :

a. Listrik untuk keperluan proses

◆ Peralatan proses

Tabel 4.4. Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@ alat	Total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	<i>Filter</i>	RDVF	1	30	30
2	Pompa	P - 01	1	7,5	7,5
3	Pompa	P - 02	1	1	1
4	Pompa	P - 03	1	1	1
5	Pompa	P - 04	1	1	1
6	Pompa	P - 05	1	0,05	0,05
7	Pompa	P - 06	1	7,5	7,5
8	Pompa	P - 07	1	3	3
9	Pompa	P - 08	1	0,25	0,25
10	<i>Compressor</i>	C	1	15	15
11	<i>Agitator</i>	Ag - 01	4	15	60
12	<i>Agitator</i>	Ag - 02	1	10	10
13	<i>Agitator</i>	Ag - 03	1	20	20
Total					156,3

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = 156,3 Hp

◆ Peralatan utilitas

Tabel 4.5. Kebutuhan listrik untuk utilitas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@ alat	Total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Pompa	PU - 01	1	0,125	0,125
2	Pompa	PU - 02	1	1	1
3	Pompa	PU - 03	1	0,25	0,25
4	Pompa	PU - 04	1	1	1
5	Pompa	PU - 05	1	0,05	0,05
6	<i>Compressor</i>	CU	1	0,5	0,5
Total					2,925

Kebutuhan listrik untuk utilitas = 2,925 Hp.

Total kebutuhan listrik untuk keperluan proses :

$$156,3 \text{ Hp} + 2,925 \text{ Hp} = 159,225 \text{ Hp.}$$

Diambil angka keamanan 20 % = 191,07 Hp.

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- ◆ Alat kontrol diperkirakan sebesar 40 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 76,428 Hp.
- ◆ Penerangan diperkirakan sebesar 50 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu = 95,535 Hp.

c. Listrik untuk keperluan umum

- ◆ Laboratorium, rumah tangga, perkantoran dan lain-lain diperkirakan 25 % dari kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas, yaitu 47,7675 Hp.

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar

$$= 410.8005 \text{ Hp}$$

Jika faktor daya 80 %, maka total kebutuhan listrik = 513,5006 Hp

$$= 382,9174 \text{ kW}$$

4.4.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar *Industrial Diesel Oil (IDO)* yang diperoleh dari PT. Pertamina, Plaju, Sumatra Selatan.

Unit ini menyimpan kebutuhan bahan bakar untuk generator sebesar 19,7701 liter/jam.

Alat untuk penyediaan bahan bakar berupa tangki bahan bakar yang berbentuk tangki silinder dengan *Conical Roof* dan *Flat Bottomed*.

4.4.5 Unit Penyediaan Udara Tekan

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 500 m³/jam.

4.4.6 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Tangki Refrigeran (TU-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *propane* selama 2 jam

Jenis : Tangki silinder tegak dan bcratap *torispherical*

Bahan : *Carbon steel SA 283 Grade C*

Kondisi operasi : Tekanan 1 atm, temperatur -105 °C

Volume : 591,2765 ft³

Diameter : 7,2197 ft

Tinggi : 14,4394 ft

Jumlah : 1 buah

Harga : \$ 9.420,67

2. Condensor Utilitas (CDU)

Fungsi : Mengembunkan *propane gas* dari cooler (CL) hingga mencair

Jenis : *Shell and Tube HE 1-2*

Shell

Temperatur : -50 °C

Fluida panas : *Propane gas*

- ID Shell : 8 in

- Pass : 1

Tube

Temperatur : -90 °C

Fluida dingin : *Propane cair*

- OD : 1 in

- BWG : 10

- Pitch : 1,25 in

- Length : 10 ft

- Pass : 2

Harga : \$ 2.613,11

3. Expander Valve (EV-01)

Fungsi : Menurunkan tekanan *propane* dari 1 atm menjadi 0,72 atm

Jenis : *Gate valve ½ opened*

Kapasitas : 389,7871 kg/jam

Suhu masuk : -40°C

Suhu keluar : -50°C

Diameter : 2,067 in

Harga : \$ 4.846,64

4. *Expander Valve (EV-02)*

Fungsi : Menurunkan tekanan *propane* dari 0,72 atm menjadi 0,03 atm

Jenis : *Gate valve ½ opened*

Kapasitas : 389,7871 kg/jam

Suhu masuk : -40°C

Suhu keluar : -105°C

Diameter : 0,493 in

Harga : \$ 4.846,64

5. *Expander Valve (EV-03)*

Fungsi : Menurunkan tekanan *propane* dari 1 atm menjadi 0,12 atm

Jenis : *Gate valve ½ opened*

Kapasitas : 3878,4845 kg/jam

Suhu masuk : -68,48°C

Suhu keluar : -105°C

Diameter : 1,049 in

Harga : \$ 4.846,64

6. **Generator (GU)**

Fungsi : Membangkitkan listrik untuk keperluan proses ,utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN padam

Jenis : Generator *diesel*
 Jumlah : 1 buah
 Kapasitas : 382,9174 kW
 Kebutuhan bahan bakar : 19,8011 liter/jam
 Harga : \$ 49,053.95

7. Tangki Bahan Bakar (TU-02)

Fungsi : Menyimpan kebutuhan bahan bakar bahan bakar
 Generator (GU)
 Jenis : Tangki Silinder dengan *Conical Roof dan Flat Bottomed*
 Kapasitas : 6,6427 m³
 Dimensi :
 ◆ Diameter : 2,0378 m
 ◆ Tinggi : 2,0378 m
 Harga : \$ 12.257,35

8. Pompa Utilitas 1 (PU-01)

Fungsi : Mengalirkan air dari sungai menuju tangki-01
 Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*
 Bahan : *Stainless steel*
 Jumlah : 1 buah
 Kapasitas : 1,5114 gpm
 Head : 65,6277 ft

Tenaga motor : 0,125 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 147,98

9. Pompa Utilitas 2 (PU-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari sumur menuju *compressor*

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 12,6561 gpm

Head : 79,8771 ft

Tenaga motor : 1 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 529.61

10. Pompa Utilitas 3 (PU-03)

Fungsi : Mengalirkan air dari sumur menuju perkantoran, perumahan,dll.

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction,radial flow)*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 1,2096 gpm

Head : 162,7088 ft

Tenaga motor : 0,25 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 128,58

11. Pompa Utilitas 4 (PU-04)

Fungsi : Menaikkan tekanan *propane* menjadi 1 atm

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, mixed flow)*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 34,6567 gpm

Head : 52,7369 ft

Tenaga motor : 1 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 969,28

12. Pompa Utilitas 5 (PU-05)

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki *propane* menuju *cooler* dan *condensor*

Jenis : *Centrifugal pumps (single stage, single suction, axial flow)*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 24,0899 gpm

Head : 2,0370 ft

Tenaga motor : 0,05 Hp Standar NEMA

Harga : \$ 779,2288

4.5 ORGANISASI PERUSAHAAN

4.5.1 Bentuk Perusahaan

Setiap organisasi perusahaan didirikan dengan tujuan untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Tujuan yang ingin dicapai adalah sebuah kondisi yang lebih baik dari sebelumnya. Faktor yang berpengaruh terhadap tercapainya tujuan yang diinginkan adalah kemampuan manajemen dan sifat-sifat dari tujuan itu sendiri.

Pabrik *LMG* ini direncanakan didirikan pada tahun 2012 dengan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Faktor-faktor yang mendasari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah :

- ◆ Modal mudah didapat, yaitu dari penjualan saham perusahaan kepada masyarakat,
- ◆ Dari segi hukum, kekayaan perusahaan jelas terpisah dari kekayaan pribadi pemegang saham,
- ◆ *Kontinuitas* perusahaan lebih terjamin karena perusahaan tidak tergantung pada satu pihak sebab kepemilikan dapat berganti,
- ◆ *Effisiensi* manajemen para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan direksi yang cakap dan berpengalaman,

- ◆ Pemegang saham menanggung resiko perusahaan hanya sebatas sebesar dana yang disertakan di perusahaan,
- ◆ Lapangan usaha lebih luas dengan adanya penjualan saham, dan usaha dapat dikembangkan lebih luas lagi.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas antara lain :

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang,
- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham,
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham,
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham,
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum-hukum perburuhan.

4.5.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi merupakan susunan yang terdiri dari fungsi-fungsi dan hubungan-hubungan yang menyatakan seluruh kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Secara fisik, struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk grafik yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

Salah satu faktor yang menunjang kemajuan perusahaan adalah struktur organisasi yang terdapat dan dipergunakan dalam perusahaan tersebut, karena hal ini berhubungan dengan komunikasi yang terjadi di dalam perusahaan, demi tercapainya hubungan kerja yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa asas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain perumusan tugas perusahaan dengan jelas, pendelegasian wewenang, pembagian tugas kerja yang jelas, kesatuan perintah dan tanggung jawab, sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan, dan organisasi perusahaan yang fleksibel.

Sistem struktur organisasi perusahaan ada tiga yaitu *line*, *line* dan *staff*, serta sistem fungsional. Dengan berpedoman terhadap asas-asas tersebut maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line/lini* dan *staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk *staff* ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh *staff* ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line/lini* dan staf ini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan yang disebut lini dan orang-orang yang

menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional dan disebut staf.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh Dewan Komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur yang dibantu oleh Kepala Bidang Produksi serta Kepala Bidang Keuangan dan Umum. Kepala Bidang membawahi beberapa Kepala Seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi Seksi Operasi dan Seksi Teknik. Sedangkan Kepala Bidang Keuangan dan Umum yang membidangi kelancaran pelayanan dan pemasaran, membawahi Seksi Umum, Seksi Pemasaran, dan Seksi Keuangan & Administrasi. Masing-masing Kepala Seksi akan membawahi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain :

- ◆ Menjelaskan dan menjernihkan persoalan mengenai pembagian tugas, tanggungjawab, wewenang, dan lain-lain,
- ◆ Penempatan pegawai yang lebih tepat,
- ◆ Penyusunan program pengembangan manajemen perusahaan akan lebih terarah,
- ◆ Ikut menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada,

- ◆ Sebagai bahan orientasi untuk pejabat,
- ◆ Dapat mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

4.5.3 Tugas dan Wewenang

4.5.3.1 Pemegang Saham

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut, para pemegang saham bertugas untuk :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris,
2. Mengangkat dan memberhentikan Direktur,
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

4.5.3.2 Dewan Komisaris

Dewan Komisaris merupakan pelaksana dari pemilik saham dan bertanggungjawab terhadap pemilik saham. Tugas Dewan Komisaris meliputi :

1. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba perusahaan , alokasi sumber-sumber dana dan pengarahan pemasaran,
2. Mengawasi tugas direksi,
3. Membantu direksi dalam hal yang penting.

4.5.3.3 Dewan Direksi

Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggungjawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur Utama bertanggungjawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain :

1. Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham,
2. Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan,
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham,
4. Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Umum, serta Personalia.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain :

1. Bertanggungjawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik,
2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan Umum antara lain :

1. Bertanggungjawab kepada Direktur Utama dalam bidang keuangan, pelayanan umum, K3 dan litbang serta pemasaran,

2. Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan kepala bagian yang dibawahinya.

4.5.3.4 Staff Ahli

Staff ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Dewan Direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknis maupun administrasi. *Staff* ahli bertanggungjawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang *staff* ahli antara lain :

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan,
2. Mengadakan evaluasi teknik dan ekonomi perusahaan,
3. Memberikan saran dalam bidang hukum.

4.5.3.5 Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai *staff* direktur bersama-sama dengan *staff* ahli. Kepala bagian ini bertanggungjawab kepada direktur masing-masing.

a. Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian membawahi :

- Seksi Proses
- Seksi Pengendalian
- Seksi Laboratorium

b. Kepala Bagian Teknik

Bertanggungjawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang peralatan proses dan utilitas serta mengkoordinasi kepala-kepala seksi yang dibawahinya. Kepala bagian teknik membawahi :

- Seksi Pemeliharaan
- Seksi Utilitas

c. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala Bagian Pemasaran membawahi :

- Seksi Pembelian
- Seksi Pemasaran/Penjualan

d. Kepala Bagian Keuangan

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan.

Kepala Bagaian Keuangan membawahi :

- Seksi Administrasi
- Seksi Kas

e. Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada Direktur Keuangan dan Umum dalam bidang personalia, hubungan masyarakat dan keamanan.

Kepala Bagian Umum membawahi :

- Seksi Personalia
- Seksi Humas
- Seksi Keamanan

4.5.3.6 Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing supaya diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggungjawab kepada kepala bagian sesuai dengan seksinya masing-masing.

a. Kepala Seksi Proses

Tugas Kepala Seksi Proses bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Seksi Proses :

Tugas Seksi Proses antara lain :

- ◆ Mengawasi jalannya proses dan produksi, dan
- ◆ Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang.

b. Kepala Seksi Pengendalian

Tugas Kepala Seksi Pengendalian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal kelancaran proses produksi yang berkaitan dengan keselamatan aktivitas produksi.

Seksi Pengendalian :

Tugas Seksi Pengendalian antara lain :

- ◆ Menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada,
- ◆ Bertanggung jawab terhadap perencanaan dan pengawasan keselamatan proses, instalasi peralatan, karyawan, dan lingkungan (inspeksi).

c. Kepala Seksi Laboratorium

Tugas Kepala Seksi Laboratorium bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Produksi dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Seksi Laboratorium :

Tugas Seksi 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 Bagian Produksi.

d. Kepala Seksi Pemeliharaan

Tugas Kepala Seksi pemeliharaan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi, keselamatan proses dan lingkungan, ikut memberikan bantuan teknik kepada seksi operasi.

Seksi Pemeliharaan :

Tugas Seksi Pemeliharaan antara lain :

- ◆ merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

e. Kepala Seksi Utilitas

Tugas Kepala Seksi Utilitas adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Teknik dalam hal utilitas.

Seksi Utilitas :

Tugas Seksi Utilitas antara lain :

- ◆ Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, kebutuhan bahan pembantu dan tenaga kerja.

f. Kepala Seksi Penelitian

Tugas Kepala Seksi Penelitian adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal mutu produk.

Seksi Penelitian :

Tugas Seksi Penelitian antara lain :

- ◆ Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk.

g. Kepala Seksi Pengembangan

Tugas Kepala Seksi Pengembangan adalah bertanggungjawab kepada Kepala Bagian R & D dalam hal pengembangan produksi.

Seksi Pengembangan :

Tugas seksi Pengembangan antara lain :

- ◆ Mengadakan pemilihan pemasaran produk ke suatu tempat dan mempertinggi efisiensi kerja,
- ◆ Mempertinggi mutu suatu produk, memperbaiki proses pabrik/perencanaan alat dan pengembangan produksi.

h. Kepala Seksi Administrasi

Tugas Kepala Seksi Administrasi ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal administrasi.

Seksi Administrasi :

Tugas Seksi Administrasi antara lain :

- ◆ Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi, persediaan kantor, pembukuan serta masalah perpajakan.

i. Kepala Seksi Keuangan

Tugas Kepala Seksi Keuangan ini bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dalam hal keuangan/anggaran.

Seksi Keuangan :

Tugas Seksi Keuangan antara lain :

- ◆ Menghitung penggunaan uang perusahaan,

- ◆ Mengamankan uang dan meramalkan tentang keuangan masa depan, serta
- ◆ Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

j. Kepala Seksi Penjualan

Tugas Kepala Seksi Penjualan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang pemasaran hasil produksi.

Seksi Penjualan :

Tugas Seksi Penjualan antara lain :

- ◆ Merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi hasil produksi dari gudang.

k. Kepala Seksi Pembelian

Tugas Kepala Seksi Pembelian bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Pemasaran dalam bidang penyediaan bahan baku dan peralatan.

Seksi Pembelian :

Tugas Seksi Pembelian 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.

l. Kepala Seksi Personalia

Tugas Kepala Seksi Personalia bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal sumber daya manusia.

Seksi personalia :

Tugas Seksi 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.

m. Kepala Seksi Humas

Tugas Kepala Seksi Humas bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum dalam hal hubungan masyarakat.

Seksi Humas :

Tugas Seksi Humas antara lain :

- ◆ Mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

n. Kepala Seksi Keamanan

Tugas Kepala Seksi Keamanan bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Umum yang menyangkut keamanan di sekitar pabrik.

Seksi Keamanan :

Tugas Seksi 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.

4.5.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik *LMG* ini sistem gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain :

1). Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2). Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

3). Karyawan Borongan

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

4.5.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik LMG beroperasi 24 jam sehari dan 350 hari dalam setahun. Jadwal kerja di perusahaan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.5.5.1 Jadwal Non Shift

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*). Dalam satu minggu jam kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut :

- Senin – Jum'at : 08.00 – 16.30 WIB.
- Istirahat : 12.00 – 13.00 WIB.
- Coffee Break I : 09.45 – 10.00 WIB.
- Coffee Break II : 14.45 – 15.00 WIB.
- Sabtu : 08.00 – 13.30 WIB.
- Istirahat Sabtu : 12.00 – 12.30 WIB.

4.5.5.2. Jadwal Shift

Jadwal kerja ini biasanya berlaku untuk karyawan yang bertugas di unit Produksi, Utilitas dan Laboratorium Produksi.

a. Shift Operasi dibagi tiga :

- i. Shift pagi : 07.00 – 15.00
- ii. Shift sore : 15.00 – 23.00
- iii. Shift malam : 23.00 – 07.00

b. Shift sekurity dibagi tiga :

- i. Shift pagi : 06.00 – 14.00
- ii. Shift sore : 14.00 – 22.00
- iii. Shift malam : 22.00 – 06.00

Karyawan shift terdiri atas 4 kelompok, yaitu A, B, C dan D. Dalam satu hari kerja hanya 3 kelompok yang masuk, sehingga ada 1 kelompok yang libur. Tiap kelompok bekerja 6 hari dan libur 2 hari. Tiap kelompok kerja berubah shiftnya setiap 2 hari. Jadwal pembagian kerja (siklus) shift selama 10 hari tersaji dalam tabel berikut (siklus berulang tiap 8 hari) :

Tabel 4.6. Jadwal pembagian kerja shift

Shift	Hari ke-									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	A	A	B	B	C	C	D	D	A	A
II	D	D	A	A	B	B	C	C	D	D
III	C	C	D	D	A	A	B	B	C	C
Libur	B	B	C	C	D	D	A	A	B	B

Diluar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (overtime) dengan perhitungan gaji yang tersendiri. Untuk hari besar (hari libur nasional), karyawan kantor diliburkan. Sedangkan karyawan pabrik tetap masuk kerja sesuai jadwalnya dengan perhitungan lembur.

4.5.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

4.5.6.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.7. Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
(1)	(2)	(3)
1.	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2.	Direktur Teknik dan Produksi	Sarjana Teknik Kimia
3.	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi
4.	Kepala Bagian Produksi	Sarjana Teknik Kimia
5.	Kepala Bagian Teknik	Sarjana Teknik Mesin/Elektro
6.	Kepala Bagian R & D	Sarjana Teknik Kimia
7.	Kepala Bagian Keuangan	Sarjana Ekonomi
8.	Kepala Bagian Pemasaran	Sarjana Ekonomi
9.	Kepala Bagian Umum	Sarjana Hukum
10.	Kepala Seksi	Sarjana Muda Teknik Kimia
11.	Operator	STM/SMU/Sederajat
12.	Sekretaris	Akademi Sekretaris
13.	<i>Staff</i>	Sarjana Muda / D III
13.	Medis	Dokter
14.	Paramedis	Perawat
15.	Lain-lain	SD/SMP/Sederjat

4.5.6.2 Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.8. Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

NO	Jabatan	Jumlah
(1)	(2)	(3)
1.	Direktur Utama	1
2.	Direktur Teknik dan Produksi	1
3.	Direktur Keuangan dan Umum	1
4.	<i>Staff Ahli</i>	2
5.	Sekretaris	2
6.	Kepala Bagian Umum	1
7.	Kepala Bagian Pemasaran	1
8.	Kepala Bagian Keuangan	1
9.	Kepala Bagian Teknik	1
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian R & D	1
12.	Kepala Seksi Personalia	1
13.	Kepala Seksi Humas	1
14.	Kepala Seksi Keamanan	1
15.	Kepala Seksi Pembelian	1
16.	Kepala Seksi Pemasaran	1
17.	Kepala Seksi Administrasi	1
18.	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
19.	Kepala Seksi Proses	1
20.	Kepala Seksi Pengendalian	1
21.	Kepala Seksi Laboratorium	1
22.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
23.	Kepala Seksi Utilitas	1
24.	Kepala Seksi Pengembangan	1

25.	Kepala Seksi Penelitian	1
26.	Karyawan Personalia	3
27.	Karyawan Humas	3
28.	Karyawan Keamanan	8
29.	Karyawan Pembelian	4
30.	Karyawan Pemasaran	4
31.	Karyawan Administrasi	3
32.	Karyawan Kas/Anggaran	3
33.	Karyawan Proses	28
34.	Karyawan Pengendalian	4
35.	Karyawan Laboratorium	4
36.	Karyawan Pemeliharaan	4
37.	Karyawan Utilitas	8
38.	Karyawan KKK	4
39.	Karyawan Litbang	4
40.	Karyawan Pemadam Kebakaran	4
41.	Medis	1
42.	Paramedis	3
43.	Sopir	3
44.	Cleaning Service	8
	Total	130

4.5.6.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu :

1. Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2. Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3. Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan.

Penggolongan Gaji Berdasarkan Jabatan

Tabel 4.9. Perincian golongan dan gaji

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
(1)	(2)	(3)
1	Direktur Utama	Rp. 20.000.000,00
2	Direktur	Rp. 15.000.000,00
3	Staff Ahli	Rp. 5.000.000,00
4	Kepala Bagian	Rp. 8.000.000,00
5	Kepala Seksi	Rp. 4.500.000,00
6	Sekretaris	Rp. 1.800.000,00
7	Dokter	Rp. 4.000.000,00
8	Paramedis	Rp. 1.500.000,00
9	Karyawan	Rp. 1.500.000,00
10	Satpam	Rp. 1.200.000,00
11	Sopir	Rp. 1.000.000,00
12	<i>Cleaning service</i>	Rp. 800.000,00

4.5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan *staff* di perusahaan ini akan mendapat :

1. *Salary*

- a. *Salary*/bulan,
- b. Bonus per tahun untuk *staff*, min 2 kali *basic salary*,
- c. THR per tahun untuk semua *staff*, 1 kali *basic salary*,
- d. Natal per tahun untuk semua *staff*, 1 kali *basic salary*,
- e. Jasa per tahun untuk semua *staff*, 1 kali *basic salary*.

2. Jaminan sosial dan pajak pendapatan

- a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan.
- b. Jamsostek : 3,5 % kali *basic salary*.
 - 1,5 % tanggungan perusahaan,
 - 2 % tanggungan karyawan.

3. *Medical*

- a. *Emergency* : tersedia poliklinik pengobatan gratis.
- b. Tahunan : pengobatan untuk *staff* dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.

4. Perumahan

Untuk *staff* disediakan mess.

5. Rekreasi dan olahraga

- a. Rekreasi : Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan.

- b. Olahraga : tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis.
6. Kenaikan gaji dan promosi
- a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.
 - b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.
7. Hak cuti dan ijin
- a. Cuti tahunan : setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 20 hari).
 - b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.
8. Pakaian kerja dan sepatu.
- Setiap tahunnya mendapat jatah 2 stell.

4.5.8 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor-faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perencanaan dan manajemen pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi adalah mengusahakan akan diperoleh kualitas produk sesuai dengan rencana dan dalam

waktu yang tepat. Dengan meningkatkan kegiatan produksi maka selayaknya untuk diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar dapat dihindari terjadinya penyimpangan-penyimpangan yang tidak terkendali. Perencanaan ini sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat segera diketahui dan selanjutnya dikendalikan kearah yang sesuai.



4.6 EVALUASI EKONOMI

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik LMG ini dibuat evaluasi atau penilaian investasi yang ditinjau dengan metode:

1. *Return Of Investment*
2. *Pay Out Time*
3. *Discounted Cash Flow rate Of Return*
4. *Break Even Point*
5. *Shut Down Point*

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran Modal Industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Modal Tetap (*Fixed Capital*)
 - b. Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Production Investment*) yang terdiri atas:
 - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
3. Total Pendapatan.

4.6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga.

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat sekarang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dalam hubungan ini:

E_x = harga alat pada tahun X

E_y = harga alat pada tahun Y

N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

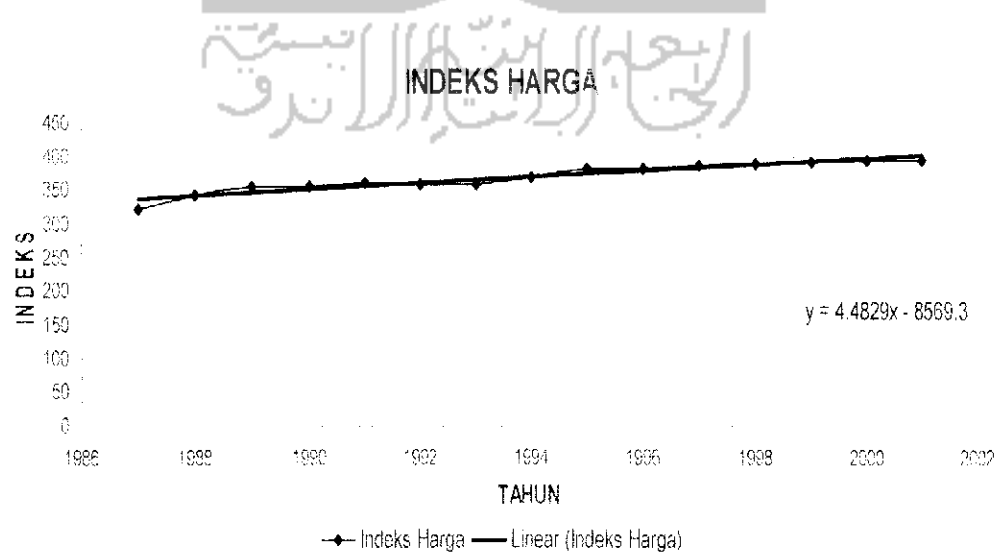
Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dengan menggunakan data indeks dari tahun 1987 sampai 2012:

Table 4.10. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y (Index)
(1)	(2)	(3)
1987	1	324
1988	2	343
1989	3	355
1990	4	356
1991	5	361,3
1992	6	358,2
1993	7	359,2
1994	8	368,1
1995	9	381,1
1996	10	381,7
1997	11	386,5
1998	12	389,5

1999	13	390,6
2000	14	394,1
2001	15	394,3
2002	16	405,5
2003	17	409,9
2004	18	414,4
2005	19	418,9
2006	20	423,4
2007	21	427,9
2008	22	432,4
2009	23	436,8
2010	24	441,3
2011	25	445,8
2012	26	450,3

(Sumber: Petters & Timerhaus, 1995)



Gambar 4.4. Grafik index harga

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$E_b = E_a \left(\frac{C_b}{C_a} \right)^x$$

Dimana:

E_a = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

E_b = Harga alat dengan kapasitas dicari.

C_a = Kapasitas alat A.

C_b = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peters & Timmerhaus 2th edition, halaman 170.

4.6.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi	= 6924 ton/tahun
Satu tahun operasi	= 350 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan	= 2012
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 10.000,00

4.6.3 Perhitungan Biaya

4.6.3.1 *Capital Investment*

Capital investment adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- a. *Fixed Capital Investment* adalah investasi untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembuatannya.
- b. *Working Capital* adalah investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

4.6.3.2 *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- a. *Direct Cost* adalah adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- b. *Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.
- c. *Fixed Cost* merupakan harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

4.6.3.3 *General Expense*

General expense atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*.

4.6.4 Analisa Kelayakan

Untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak, maka dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

4.6.4.1 Percent Return of Investment (ROI)

Return of Investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali per tahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

$$\text{FCI} = \text{Fixed Capital Investment}$$

4.6.4.2 *Pay Out Time (POT)*

Pay Out Time adalah jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan sebuah penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.

4.6.4.3 *Discounted Cash Flow of Return (DCFR)*

Evaluasi keuntungan dengan cara *discounted cash flow* uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik (*present value*).

4.6.4.4 *Break Even Point (BEP)*

Break even point adalah titik impas (kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian). Kapasitas pabrik pada saat *sales value* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi di bawah BEP dan untung jika beroperasi di atasnya.

$$BEP = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

Dengan:

Fa = *Annual Fixed Expense*

Ra = *Annual Regulated Expense*

Va = *Annual Variabel Expense*

Sa = *Annual Sales Value Expense*

4.6.4.5 *Shut Down Point (SDP)*

Shut down point adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100$$

4.6.5 Hasil Perhitungan

4.6.5.1 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

A. *Modal Tetap (Fixed Capital Investment)*

Tabel 4.11. *Fixed Capital Investment*

No	Type of Capital Investment	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Delivered Equipment</i>	1,702,414.25	-
2	<i>Equipment Instalation</i>	186,525.39	720.047.211,74
3	<i>Piping</i>	1,300,496.45	832.554.588,57
4	<i>Instrumentation</i>	179,863.77	67.504.426,10
5	<i>Insulation</i>	48,111.71	112.507.376,83
6	<i>Electrical</i>	148,036.02	-
7	<i>Buildings</i>	-	634.400.000,00
8	<i>Land and Yard Improvement</i>	-	1.094.400.000,00
9	<i>Utilities</i>	117,110.33	50.588.336,07
<i>Physical Plant Cost</i>		3,682,557.93	3.512.001.939,31
10	<i>Engineering and Construction</i>	920,639.48	878.000.484,83
<i>Direct Plant Cost</i>		4,603,197.41	4.390.002.424,14
11	<i>Contractor's Fee</i>	322,223.82	307.300.169,69
12	<i>Contingency</i>	690,479.61	658.500.363,62
<i>Fixed Capital</i>		5,615,900.84	5.355.802.957,45

Total *Fixed Capital Investment* dalam rupiah

$$= (\$ 5,615,900.84 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 5.355.802.957,45$$

$$= \text{Rp. } 61.514.811.350,10$$

B. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Tabel 4.12. *Working Capital Investment*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	2,192.17	-
2	<i>In Process Inventory</i>	758.35	5.891.925,94
3	<i>Product Inventory</i>	101,112.69	785.590.125,19
4	<i>Extended Credit</i>	317,346.68	-
5	<i>Available Cash</i>	101,112.69	785.590.125,19
Total Working Capital		522,522.58	1.577.389.522,99

Sehingga *Total Working Capital* :

$$= (\$ 522,522.58 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 1.577.389.522,99$$

$$= \text{Rp. } 6.802.615.315,04$$

4.6.5.2 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

A. *Manufacturing Cost*

Tabel 4.13. *Manufacturing Cost*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Raw Materials</i>	26,306.00	-
2	<i>Labor Cost</i>	-	3.850.800.000,00
3	<i>Supervision</i>	-	385.080.000,00
4	<i>Maintenance</i>	-	231.048.000,00
5	<i>Plant Supplies</i>	-	34.657.200,00
6	<i>Royalties and Patents</i>	76,163.20	-

7	<i>Utilities</i>	-	802.029.917,76
<i>Direct Manufacturing Cost</i>		102,469.20	5.303.615.117,76
1	<i>Payroll and Overhead</i>	-	654.636.000,00
2	<i>Laboratory</i>	-	462.096.000,00
3	<i>Plant Overhead</i>	-	2.310.480.000,00
4	<i>Packaging ang Shipping</i>	380,816.02	-
<i>Indirect Manufacturing Cost</i>		380,816.02	3.427.212.000,00
1	<i>Depreciation</i>	561,590.08	535.580.295,74
2	<i>Property Taxes</i>	112,318.02	107.116.059,15
3	<i>Insurance</i>	56,159.01	53.558.029,57
<i>Fixed Manufacturing Cost</i>		730,067.11	696.254.384,47
<i>Total Manufacturing Cost</i>		1,213,352.33	9.427.081.502,23

Sehingga *Total Manufacturing Cost* :

$$= (\$ 1,213,352.33 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 9.427.081.502,23$$

$$= \text{Rp. } 21.560.604.777,04$$

B. *General Expense*

Tabel 4.14. *General Expense*

No	Type of Expenses	US \$	Rupiah (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)
1	<i>Administration</i>	485,34.09	377.083.260,09
2	<i>Sales</i>	84,934.66	659.895.705,16
3	<i>Research</i>	48,534.09	377.083.260,09
4	<i>Finance</i>	184,152.70	207.995.774,41
<i>General expense</i>		366,155.55	1.622.057.999,75

Sehingga *Total General Expense* :

$$= (\$ 366,155.55 \times \text{Rp. } 10.000 / \$ 1) + \text{Rp. } 1.622.057.999,75$$

$$= \text{Rp. } 5.283.613.516,51$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{MC} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp. } 26.844.218.293,55$$

4.6.5.3 Keuntungan (*Profit*)

$$\text{Keuntungan} = \text{Total Penjualan Produk} - \text{Total Biaya Produksi}$$

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

$$\text{Total Penjualan Produk} = \text{Rp. } 38.081.601.530,28$$

$$\text{Total Biaya Produksi} = \text{Rp. } 26.844.218.293,55$$

Pajak keuntungan sebesar 40%.

$$\text{Keuntungan Sebelum Pajak} = \text{Rp. } 11.237.383.236,73$$

$$\text{Keuntungan Setelah Pajak} = \text{Rp. } 6.742.429.942,04$$

4.6.5.4 Analisa Kelayakan

1. *Persent Return of Investment (ROI)*

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit}}{\text{FCI}} \times 100\%$$

$$\blacklozenge \text{ ROI sebelum Pajak} = 18,2678 \%$$

$$\blacklozenge \text{ ROI setelah Pajak} = 10,9607 \%$$

2. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FCI}{Keuntungan + Depresiasi} \times 100\%$$

- POT sebelum Pajak = 3,5376 tahun
- POT setelah Pajak = 4,7708 tahun

3. Break Even Point (BEP)

$$\text{Fixed Manufacturing Cost (Fa)} = \text{Rp. } 7.996.925.475,51$$

$$\text{Variabel Cost (Va)} = \text{Rp. } 5.634.882.101,52$$

$$\text{Regulated Cost (Ra)} = \text{Rp. } 13.212.410.716,51$$

$$\text{Penjualan Produk (Sa)} = \text{Rp. } 38.081.601.530,28$$

$$BEP = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$BEP = 51,56 \%$$

4. Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100 \%$$

$$SDP = 17,09 \%$$

5. Discounted Cash Flow (DCF)

$$\text{Umur Pabrik} = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{Fixed Capital (FCI)} = \text{Rp. } 61.514.811.350,10$$

$$\text{Working Capital (WCI)} = \text{Rp. } 6.802.615.315,04$$

Cash Flow (CF) = Rp. 14.943.433.877,00

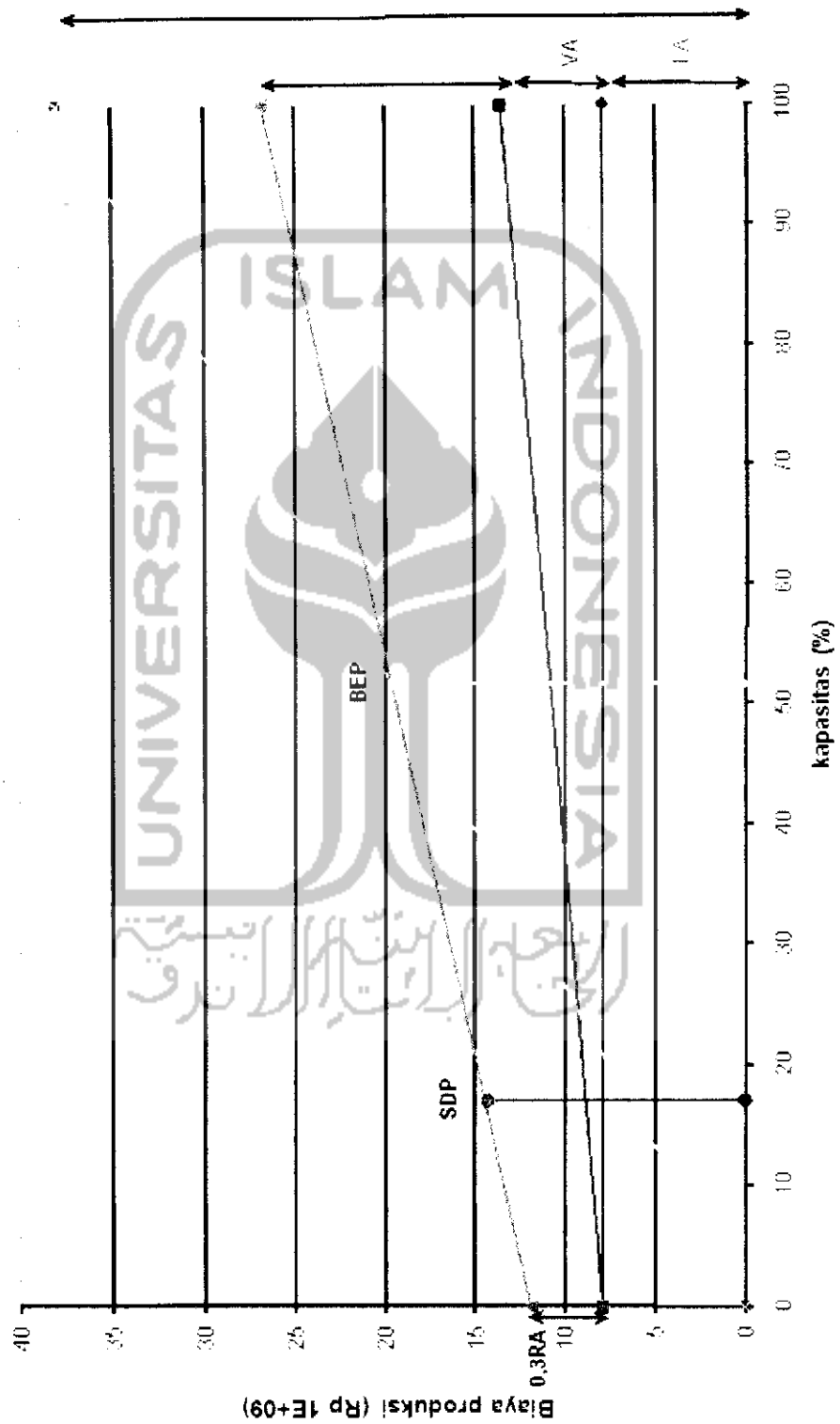
Salvage Value (SV) = Rp. 6.151.481.135,01

DCFR = 18,5 %

Bunga Bank rata-rata saat ini = 8 % sampai 10 %



Grafik BEP dan SDP



Gambar 4.5. Nilai BEP dan SDP

BAB V

PENUTUP

Perancangan Pabrik *Liquified Methane Gas (LMG)* dari bahan baku limbah cair tapioka dengan kapasitas produksi 6.924 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 (*atmosferis*), 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 *kompresi* yang beroperasi pada tekanan yang sangat tinggi. Kontinuitas produksi dijamin oleh suplay bahan baku (limbah organik) dari pabrik tepung tapioka PT. Menggala Tapioka Riyasentosa.
- 3). Hasil evaluasi ekonomi ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Hasil evaluasi ekonomi

Parameter kelayakan	Hasil hitungan	Standart Kelayakan
Keuntungan(sebelum pajak)	Rp. 11.237.954.507	-
Keuntungan(setelah pajak)	Rp. 6.742.772.704	-
ROI (sebelum pajak)	18,3 %	Min. 11% (Aries Newton,1954)
ROI (setelah pajak)	11 %	
POT (sebelum pajak)	3,5 tahun	Max. 5 tahun (Aries Newton,1954)
POT (setelah pajak)	4,8 tahun	
BEP	51,6 %	40% - 60%
SDP	17,1 %	< BEP
DCFR	18,5 %	> 1,5 kali bunga bank

Dari hasil analisa ekonomi di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa Pabrik *Liquified Methane Gas (LMG)* dari limbah cair organik tapioka dengan kapasitas 6.924 ton/tahun ini layak untuk direalisasikan.

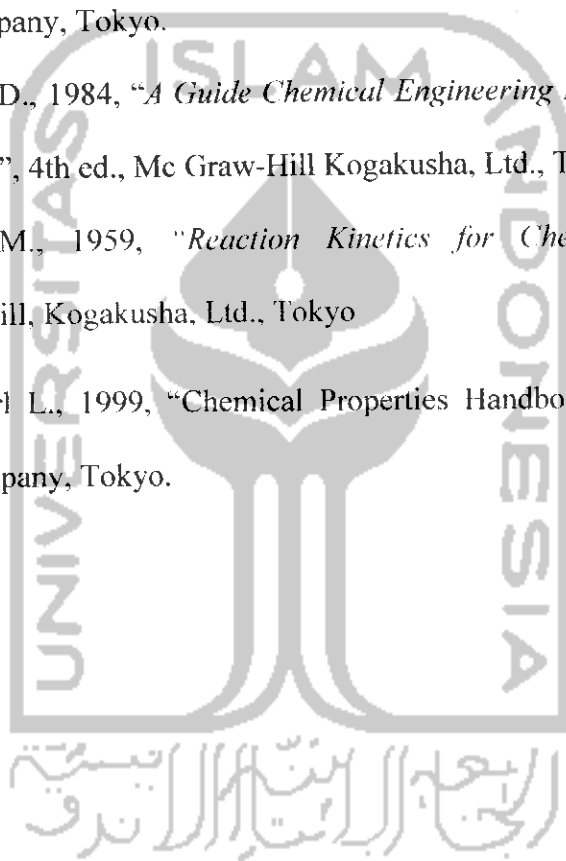


DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariens, R. S. And Newton, R. D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc. Graw Hill Book Company, New York.
- [2] Badan Pengkajian dan Pengembangan Teknologi (BPPT), Jakarta.
- [3] Biogas Plant Influent Quantity And Quality Characterization For The Biogas Plant With Biogas Reuse As Fuel In Electrical Power Generator 200 TPD Strach Factory, 2007, Ketapang, Lampung.
- [4] Biro Pusat Statistik, 2003, "*Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia*", Vol. I&III, PT. Cakra Indah Pustaka. Jakarta.
- [5] Brown, G. G., et. al, 1978, "*Unit Operation*", Modern Asia Edition, John Willey and Sons, Tokyo.
- [6] Brownell, I. E. and Young, E. H., 1979, "*Process Equipment Design*", 1st e.d., Willey Eastern, Ltd, New Delhi.
- [7] Clean Development Mechanism Project design Document Form (CDM-PDD), Version 03, 2006, PT. Budi Acid Jaya, Lampung.
- [8] Coulson, J. M. and Richardson, J. F., 1983, "*Chemical Engineering Design*", Vol. 6., Pergamon Press, Oxford.
- [9] Evan ,F.L.,1974, "*Equitment Design Handbook (for Refineries and Chemical Plants)*", Vol I & II, Gulf Publishing Company, Houston.
- [10] Groggins, P. H., 1958, "*Unit Process in Organic Chemistry* ", 5th ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha.

- [11] Kern, 1983, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw-Hill International Book Company.
- [12] Kirk, R. E., & Othmer, D. F., 1978, "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*", Vol. 11, 23., John Willey and sons, New York.
- [13] Perry, R. H., and Green, D., 1984, "*Perrys Engineering Handbook*", 6th ed., Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- [14] Peter, M. S., and Timmerhouse, K. D., 1980, "*Plant Design & Economical for Chemical Engineering*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [15] Price, Elizabeth C and Cheremisinoff, Paul N., 1979, "*Biogas Production and Utilization*", Ann Arbor Science.
- [16] Process Operation Manual For The Waste Water Treatment and Biogas Plant With Biogas Reuse As Fuel In Electrical Power Generator Of PT. Budi Acid Jaya, 2008, Ketapang, Lampung.
- [17] Rase. H. R., 1977, "*Chemical Reactor Design For Process Plants*, Vol 1, A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, New York
- [18] Reid, K.C., and Sherwood, T.K., 1966, "*Property of Gases and Liquid*", 2nd ed., McGraw Hill Co. Ltd., New York.
- [19] Rittman, Bruce E and McCarty, Perry L, 2000, "*Environmental Biotechnology: Principles and Applications*" , Mc Graw Hill Book Company, Tokyo.

- [20] Smith, J. M., and Van Ness, H. C., 1975, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [21] Treybal, R. E., 1981, "*Mass Transfer Operation*", 3rd ed., Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.
- [22] Ulrich, G. D., 1984, "*A Guide Chemical Engineering Process Design and Economics*", 4th ed., Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- [23] Walas, S.M., 1959, "*Reaction Kinetics for Chemical Engineers*", McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd., Tokyo
- [24] Yaws, Carl L., 1999, "*Chemical Properties Handbook*", Mc Graw-Hill Book Company, Tokyo.





PERANCANGAN REAKTOR UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET (UASB)

Waktu tinggal (referensi Pabrik BAJ) = 1,2 hari

$$= 28,8 \text{ jam}$$

Debit limbah awal masuk (Q_{v_0}) = $73,5641 \text{ m}^3/\text{jam}$

Jumlah Reaktor = 8 buah

Sehingga, debit limbah masuk reaktor (Q_v) menjadi = $9,1955 \text{ m}^3/\text{jam}$

Volume cairan di UASB = $Q_v \times \tau$

$$= 9,1955 \text{ m}^3/\text{jam} \times 28,8 \text{ jam}$$

$$= 264,8308 \text{ m}^3$$

$$= 9351,17607 \text{ ft}^3$$

Volume design 20% = $1,2 \times 264,8308 \text{ m}^3$

$$= 317,7970 \text{ m}^3$$

$$= 11221,4113 \text{ ft}^3$$

$$= 83953,095 \text{ gallon}$$

Menghitung diameter dan tinggi

Dimana $H_s = 2 ID$

Head dipilih bentuk Torispherical dished head

$$V_{shell} = \frac{\pi}{4} ID^2 H \quad (\text{Eq. 3.1, P - 41, Brownell and Young})$$

$$V_{head} = \frac{0,000049 ID^3}{12} \quad (\text{Eq. 5.11, P - 88, Brownell and Young})$$

$$V_{reaktor} = \frac{1}{2} \pi ID^3 + \frac{0,000049 ID^3}{12}$$

$$\text{Volume reaktor} = 1,57 ID^3$$

$$ID^3 = 7147,3771 \text{ ft}^3$$

$$ID = 19,2626 \text{ ft}$$

$$= 5,8712494 \text{ m}$$

$$= 231,15155 \text{ in}$$

$$H_s = 2 ID$$

$$= 2 \times 19,2626 \text{ ft}$$

$$= 38,5253 \text{ ft}$$

$$= 11,7425 \text{ m}$$

$$= 462,3031 \text{ in}$$

Menghitung tebal dinding reaktor

Dipilih bahan konstruksi reaktor SA-283 grade C :

(Tabel 13.1, P-251, Brownell and Young)

$$t_s = \frac{P \cdot r_i}{f \cdot E - 0,6 \cdot P} + c \quad (\text{Eq. 13.1, P - 254, Brownell and Young})$$

Dimana:

t_s = tebal shell, in

P = tekanan, psi

r_i = jari-jari silinder dalam, in

f = maksimum allowable stress, psi

E = efisiensi pengelasan

C = faktor korosi

Allowable stress (f) = 12650 psi

Sambungan yang dipilih : double welded butt joint

Effisiensi sambungan (E) = 0,8

Corrosion allowance (C) = $1/8$ in = 0,125 in

Tekanan (P) = 1 atm = 14,696 psi

Jari-jari (ri) = 115,5758 in

ts = 0,29 in

Maka, ketebalan shell standar = 0,3125 in (Table 5.4. P-87, Brownell & Young)

ID shell = 231,1516 in

= 19,2626 ft

= 5,8712 m

OD shell = ID shell + 2 ts standar

= 231,7766 in

= 19,3147 ft

= 5,8871 m

Dari tabel 5.7 Brownell & Young untuk OD shell = 240 in

icr = 14,4375 in

rc = 180 in

IDs = 239,375 in

= 6,080125 m

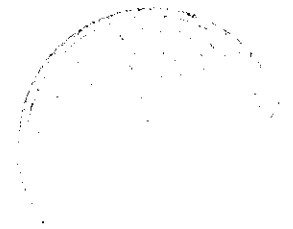
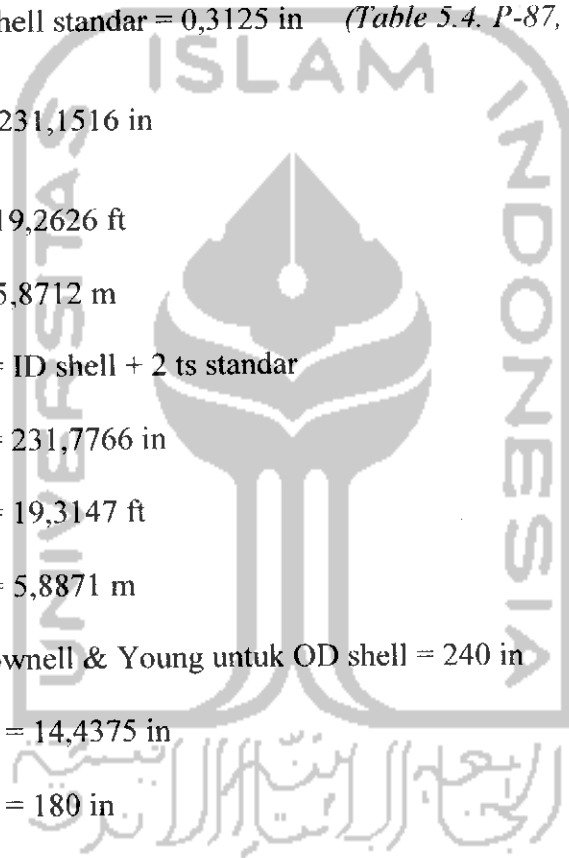
= 19,94 ft

Hs = 2 IDs

= 478,75 in

= 12,16025 m

= 39,88 ft



Perancangan dimensi head

Menentukan jenis dan ukuran Head dan Bottom reaktor

Pertimbangan yang dilakukan dalam pemilihan jenis head meliputi :

1. Flanged & Standard Dished Head

Umumnya digunakan untuk tekanan operasi rendah, harganya murah dan digunakan untuk tangki dengan diameter kecil.

2. Torispherical Flanged & Dished Head

Digunakan untuk tekanan operasi hingga 15 bar dan harganya cukup ekonomis.

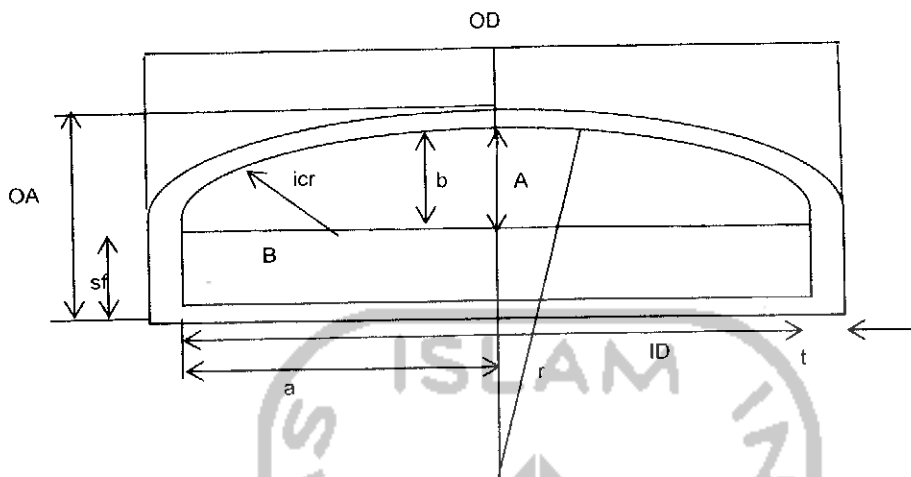
3. Elliptical Dished Head

Digunakan untuk tekanan operasi tinggi dan harganya cukup mahal.

4. Hemispherical Head

Digunakan untuk tekanan operasi sangat tinggi. Kuat dan ukuran yang tersedia sangat terbatas.

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas dan tekanan operasi perancangan yang dibuat, maka dipilih tutup atas bentuk torispherical Flanged & Dished Head.



(Fig 5.8, P - 87, Brownell and Young)

Diameter luar kolom, OD = 240 in

Dari Tabel 5.7 Brownell, OD = 240 in, sehingga diperoleh :

icr standard = 14,4375 in

rc standard = 180 in

IDs = 239,375 in

→ Menentukan tebal Head :

$$W = \frac{1}{4} \left(3 + \sqrt{\frac{rc}{icr}} \right) \quad (\text{Eq. 7.76, P - 138, Brownell and Young})$$

$$= 1,6327$$

$$t_h = \frac{P \cdot rc \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0.2 \cdot P} + C \quad (\text{Eq. 7.77, P - 138, Brownell and Young})$$

$$= 0,3384 \text{ in}$$

Dari Tabel 5.8, P - 93 Brownell & Young, Standar $t_h = 0,375$ in

Maka, digunakan $sf = 2$ in

$$\text{OD head} = 240 \text{ in}$$

$$= 6,10 \text{ m}$$

Standarisasi dari tabel 5.7 Brownell&Young p.91 diperoleh :

$$\text{OD head standar} = 240 \text{ in, dengan : } icr = 14,4375 \text{ in}$$

$$rc = 180 \text{ in}$$

$$\text{ID head} = \text{OD} - 2 \text{ th}$$

$$= 239,25 \text{ in}$$

$$= 19,94 \text{ ft}$$

$$= 6,08 \text{ m}$$

$$b = rc - \sqrt{(rc - icr)^2 - \left(\frac{\text{ID}}{2} - icr\right)^2} \quad (P - 87, \text{Brownell and Young})$$

$$= 52,1464 \text{ in}$$

$$= 1,32 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Head : } \text{OA} = \text{th} + b + \text{sf}$$

$$\text{OA} = 54,5214 \text{ in}$$

$$= 1,38 \text{ m}$$

$$= 4,54 \text{ ft}$$

→ **Menentukan tebal Bottom :**

Menghitung Tebal Plat Bottom:

$$t_b = \frac{P.d}{2.f.E} + C \quad (\text{Brownell \& Young Eq.6.15 p.118})$$

Dimana :

P = tekanan design, psi

$$= 18,37 \text{ psi}$$

D = diameter tangki, in

$$= 239,375 \text{ in}$$

f = allowable stress

$$= 12650 \text{ psi}$$

E = efisiensi penyambungan

$$= 0,8$$

C = faktor korosi

$$= 0,125 \text{ in}$$

$$t_b = 0,3423 \text{ in}$$

Maka, tebal bottom standar = 0,375 in (Table 5.4, P-87, Brownell & Young)

Tinggi Reaktor = tinggi shell + tinggi head

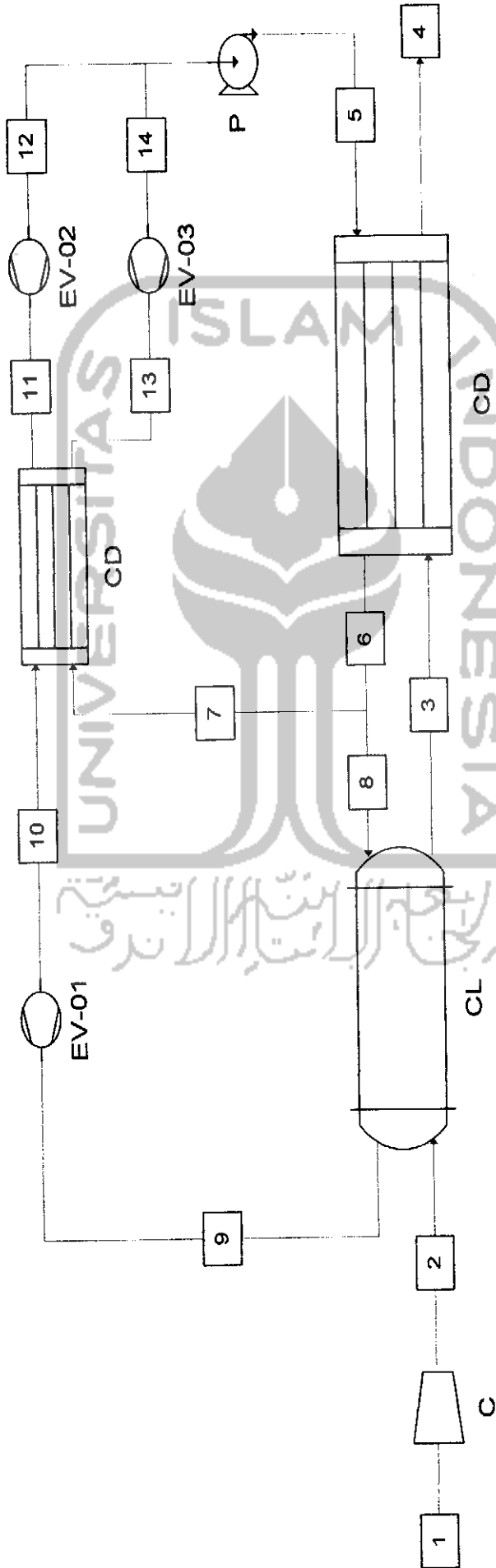
= 533,2174 in

= 13,55 m

= 44,44 ft



UNIT REFRIGERASI LMG



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Arus														
Temperature, K	303	303	190	190	168	183	183	183	233	223	223	168	197,5	168
Pressure, atm	1	45	45	45	1	1	1	1	1	0,72	0,72	0,03	1	0,17
Vapor Frac.	1	1	0,3	0	0	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0
Mole Flow, kg/hr	824,3	824,3	824,3	824,3	4268,3	4268,3	3997,1	271,2	271,2	271,2	271,2	271,2	3997,1	3997,1
Mass Flow, kmol/hr	48,2	48,2	48,2	48,2	97,0	97,0	90,8	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	90,8	90,8
Volume Flow, l/hr	1196338,3	1196338,3	749342,8	3325	6559,5	6716,4	6289,7	426,7	117910,1	112997,2	457,9	416,8	6443,8	6142,7
Enthalpy, Btu/hr	460855,6	460855,6	263034,8	681674,4	1370470	1524736,3	1427859,1	96877,2	86028,2	80091,1	126243,4	87075,6	157587,2	1283394,4
Mass Flow, kg/hr :														
Methane	739,8	739,8	739,8	739,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO ₂	84,3	84,3	84,3	84,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H ₂ S	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Propane	0	0	0	0	4268,3	4268,3	3997,1	271,2	271,2	271,2	271,2	271,2	3997,1	3997,1