TA/TK/2007/295

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

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Kimia



Disusun Oleh :

HAZAD MUSTOFA KHADAFFI (02 521 167)

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

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

TUGAS AKHIR



Oleh :

Nama : **Gusvadillah Syaifudin**
No. Mahasiswa : **02 521 152**

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

Yogyakarta, Juni 2007

Pembimbing I

DR. Dra. Hasnah Mu'in, SU

Pembimbing II

Ariany Zulkania, ST, M. Eng

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

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

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Hazad Mustofa Khadaffi

No.Mahasiswa : 02 521 167

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Juni 2007

Tim Penguji

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

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

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

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Dra. Hj. Kamariah Anwar, MS.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR PRA RANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

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

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

Yogyakarta, Juni 2007



(Hazad Mustofa Khadaffi)

Duve Thx to :

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

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

  kutunggu aksi2 selanjutnya...
- teman-teman tekim 02 kabeh, n sbagian tekim 98-06 sing kenal aku... makasii ntu hilangkan smua rasa raguku terhadap almamaterku dan terhadap Teknik Kimiaku! Saat2 indah bersama kalian tak akan terulang kembali... tapi aku bangga bisa berdiri diantara kalian....
- my patner, gusva makasi ntu smuanya, maaf klo2 ada salah, n met berjuang bro... maap aku duluan....
- my special sohib, szabo-ST n dika makasiiiiiiii…… nice to know you..
- Kos UM, eyang umi, eyang Sudihardjo(Alm), mba mar, mba ipung, pak narto, dimas, pak de untuk tempat tinggal yg ramah, aman, strategis serta lingkungan yg nyaman..

- Anak2 kos UM, Dian(polin), pepen-ST, sulis-ST, wisnu, edi, anan, agus, gun2, rizal, deni, anto, aziz-ST, fery-ST, andi-ST, mas agung-ST, RRC crew n para leluhur UM makasi untuk persaudaraannya....
- Teman2 KKN angktn 33 unit 39, budi,oliph,uswa,rizal n mbanya,astri,lussy,esa n masnya, yudha,aidil,oky piye2??.. akhire aku bisa duluan hihi...
- Teman2 di LIJ jepang,arie,tiw2,nina,lina,linda,riri,dian,dzul,kus,trie,sensei(kadek) o genki desu ka??..Ganbatte kudasai!! Dan Sayonara...
- Teman2 Smaga

  ex 1-9 n 2-9, md,rima(mas naim n ai),erna,arum,jefri,nia,denny,lusi, krisna,diana,gatha,raes,tyas,aas,uwi,ririn,andit,fanny,cahyo,umbu,kokok, dana,donik,bagja,tesar,agus dll

  we are the best class in smuga.. keep it guys n sukses bwt klan smua...

  dullah n ardi(ak duluan yoo..),nunil(makasi ntu smuanya, maaf dan selamat tinggl mba..),uul(makasi yoo)
- MAPALA Unisi, untuk semua pelajaran serta pengalaman berharga, untuk upgrading mentalku, untuk persaudaraan yg gila, untuk menanamkan rasa cintaku kepada alam dan menumbuhkan rasa benciku terhadap para perusak lingkungan, untuk mengenalkanku pd sebuah organisasi yg profesional

  makasih untuk sebuah semboyan :

  " Pantang Kembali Sebelum Tercapai Puncak Idaman "
- Seseorang yang selalu memberi semangat kepadaku ntuk bertahan hidup meski aku belummenemukanmu...(dimana engkau?? Hehe..) selamat berjuang mba!!! suatu saat kita pasti bertemu..

Terima kasih untuk smuanya..
Terima kasih untuk nama Daffi, Tikuz, Pitax, dan dabul
Terima kasih untuk mengukir 4 tahun10 bulanku yang tak terlupakan.....
i'll miss that day

MOTTO

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

QS. Al Mujadillah:11

"Pantang Kembali Sebelum Tercapai Puncak Idaman"

MAPALA Unisi

"Process is number one and result is number eleven"

"You'll Never Walk Alone"

Liverpool FC

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamualaikum Wr., Wb.

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

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

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

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

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

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

Wassalamualaikum Wr.,Wb.

Jogjakarta, Juni 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ----------i

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING ----------ii

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI----------iii

HALAMAN PERSEMBAHAN ----------iv

MOTTO----------v

KATA PENGANTAR----------vi

DAFTAR ISI----------vii

DAFTAR TABEL----------x

DAFTAR GAMBAR ----------xii

ABSTRAKSI----------xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang ----------1

1.2 Kapasitas Perancangan----------8

1.3 Tinjauan Pustaka ----------10

BAB II PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spsifikasi Produk ----------15

2.1.1 Karakteristik Produk ----------15

2.1.2 Komposisi Produk ----------16

2.2 Spesifikasi Bahan Baku----------16

2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu ---------- 17

2.4 Pengendalian Kualitas ---------- 18

2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku ---------- 18

2.4.2 Pengendalian Kualitas Produk ---------- 18

BAB III PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses ---------- 20

3.2 Metode Penentuan Perancangan ---------- 26

3.2.1 Neraca Massa ---------- 26

3.2.2 Neraca Panas ---------- 30

3.2.3 Spesifikasi Alat-alat Proses ---------- 37

3.3 Perancangan Produksi ---------- 82

3.3.1 Kemampuan Pabrik ---------- 82

3.3.2 Kemampuan Pasar ---------- 83

BAB IV PERANCANGAN PABRIK

4.1 Lokasi Pabrik ---------- 84

4.2 Tata Letak Pabrik ---------- 86

4.3 Tata Letak Proses ---------- 89

4.4 Maintenance ---------- 90

4.5 Utilitas ---------- 91

4.5.1 Unit Pengadaan air ---------- 93

4.5.2 Unit Pengadaan Steam ---------- 120

4.5.3 Unit Pengadaan Listrik ---------- 120

4.5.4 Unit Pengadaan Bahan Bakar ---------- 122

4.5.5 Unit Pengolahan Limbah Atau Air Buangan ---------- 123

4.5.6 Unit Pengadaan Nitrogen ---------- 125

4.6 Organisasi Perusahaan ---------- 125

4.6.1 Bentuk perusahaan ---------- 125

4.6.2 Struktur Organisasi ---------- 127

4.6.3 Tugas Dan Wewenang ---------- 128

4.6.4. Pembagian jam Kerja Karyawan ---------- 136

4.6.5 Status Karyawan Dan Sistem Upah ---------- 138

4.6.6 Kesejahteraan Karyawan ---------- 140

4.6.7 Kesehatan dan Keselamatan Kerja ---------- 141

4.7 Evaluasi Ekonomi ---------- 143

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan ---------- 159

DAFTAR PUSTAKA ---------- 161

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Populasi Ternak menurut Provinsi dan Jenis Ternak.....3

Tabel 1.2 Ketersediaan Sumber Daya Energi 4

Tabel 1.3 Kontribusi gas-gas pada efek rumah kaca dan sumber emisi global.....6

Tabel 1.4 Import Bahan Bakar Minyak tahun 2006.....9

Tabel 2.1 Komposisi LMG 16

Tabel 3.1.1 Neraca Massa Pada Mixer 26

Tabel 3.1.2 Neraca Massa Pada Filter 26

Tabel 3.1.3 Neraca Massa Pada Reaktor 27

Tabel 3.1.4 Neraca Massa Pada Absorber-01 27

Tabel 3.1.5 Neraca Massa Pada Stripper-01 28

Tabel 3.1.6 Neraca Massa Pada Dehidrator-01 28

Tabel 3.1.7 Neraca Massa Pada Absorber-02 29

Tabel 3.1.8 Neraca Massa Pada Stripper-02 29

Tabel 3.1.9 Neraca Massa Pada Dehidrator-02 30

Tabel 3.2.1 Neraca Panas Pada Absorber-01 31

Tabel 3.2.2 Neraca Panas Pada Dehidrator-01 31

Tabel 3.2.3 Neraca Panas Pada Stripper -01 32

Tabel 3.2.4 Neraca Panas Pada Absorber-02 32

Tabel 3.2.5 Neraca Panas Pada Dehidrator-02 33

Tabel 3.2.6 Neraca Panas Pada Stripper -02 33

Tabel 3.2.7 Neraca Panas Pada Reboiler-01 34

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tahap Pembentukan Biogas.....12

Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif 31

Gambar 3.2 Diagram Alir Kualitatif.....40

Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik 91

Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses 93

Gambar 4.3 Diaram Alir Utilitas.....107

Gambar 4.3 Struktur Organisasi Perusahaan.....135

Gambar 4.1 Grafik BEP dan SDP.....158

Gambar Process Engineering Flow Diagram.....

ABSTRACTION

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

Raw material, which is called manure, are from cattle waste which can be obtained from some cattles around the factory. The reaction of the manure to be biogas is a fermentation reaction process which the operation is run in the isothermal condition, 38 °C and 1 atm. The raw material needed is 163126.83 kg/hour and water (H_2O) are 28084.96 kg/hour. The convertion of the reaction is 85% and the equipments are fermenter reactor, absorber, stripper, dan Knock Out Drum.

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

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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

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

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

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

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

Sumber : Balai Pusat Statistik, 2006

Gusvadillah Syaifudin (02521152)
Hazad Mustofa Khadaffi (02521167)

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

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

Berikut ini adalah tabel. Sumber daya energi yang tersedia di alam.

Tabel 1.2. *Ketersediaan Sumber Daya Energi*

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

Biomassa	1,085 juta Km^2	
Energi gelombang	Teridentifikasi	
Energi angin	Prospektif	
Peat (*biomasssa*)	200 Milyar Ton	

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

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

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

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

- Terus bertambahnya konsumsi gas dunia

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

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

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

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

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

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

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

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

Bulan	Solar	M. Tanah	M. Bakar	Premium	Avtur
Januari	7.606.265.49	1.228 857.00	728.083.00	3.684.069.08	589.976.00
Februari	4.902.628.31	608 166.00	931.257.00	2.814.136.90	342.130.00
Maret	7.217.451.60	1.237.440.00	959.997.00	3.037.081.00	347.401.86
April	6.206.860.71	589.942.00	570.947.00	4.032.701.29	0.00
Mei	5.649.328.29	1.414.302.00	190.000.00	1.813.015.93	237.376.00
Juni	6.371.881.75	892.398.00	737.696.00	1.778.846.00	239.202.00
Juli	11.043.730.68	903.853.00	369.311.00	3.416.216.16	228.381.00
Agustus	10.366.739.34	2.384.641.00	793.696.58	4.486.292.82	597.296.00
September	8.397.160.03	2.464.758.00	1.830.404.57	4.181.795.64	481.540.00
Oktober	7.350.534.34	2.169.670.00	1.238.359.04	4.208.910.77	342.198.00
November	7.503.411.63	915.029.00	630.964.66	2.339.608.21	485.458.00
Desember	8.238.915.65	1.569.296.00	839.921.34	3.156.610.00	241.673.00
Total	90.854.907.82	16.378.352.00	9.820.636.19	38.951.283.80	4.112.631.88

Sumber: Balai Pusat Statistik, 2006

Dari tabel diatas impor BBM terbesar Indonesia ialah solar dengan total impor 90.854.907,82 barell, peringkat kedua ialah premium total impor 38.951.283,80 barell, dan peringkat ketiga ialah minyak tanah/kerosin dengan totol 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 1 juta ton/tahun perlu direalisasikan.

1.3. Tinjauan Pustaka

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable* gas) yang diperoleh dari menguraikan senyawa-senyawa organik dalam *biomassa* sebagai akibat aktivitas mikro organisme (*Fermentasi*) pada kondisi tanpa udara (*Anaerobic*). Kandungan utama *Biogas* adalah gas *Metana* (CH_4) dan *Karbondioksida* (CO_2). Sebagian kecil adalah gas *Hidrogen Sulfida* (H_2S), *Nitrogen* (N_2), *Hidrogen* (H_2), dan *Karbon monoksida* (CO). Kehadiran gas *Metana* yang besar ini membuat *Biogas* mudah terbakar dan dapat dipakai sebagai sumber energi untuk memasak, penerangan, bahkan pada skala besar dapat menghasilkan energi listrik. Agar dapat menghasilkan nilai kalori yang besar maka perlu dimurnikan untuk menghilangkan gas 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, kuda.
2. Sampah-sampah organik perkotaan, seperti sampah pasar dan sampah rumah tangga.
3. Limbah-limbah pertanian, seperti jerami, sekam Padi, batang dan daun-daunan sisa panen, tandan kosong Sawit, bonggol Jagung.
4. Limbah organik industri, seperti ampas pabrik Tahu, limbah pabrik Gula.
5. *Feses*/kotoran manusia.

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

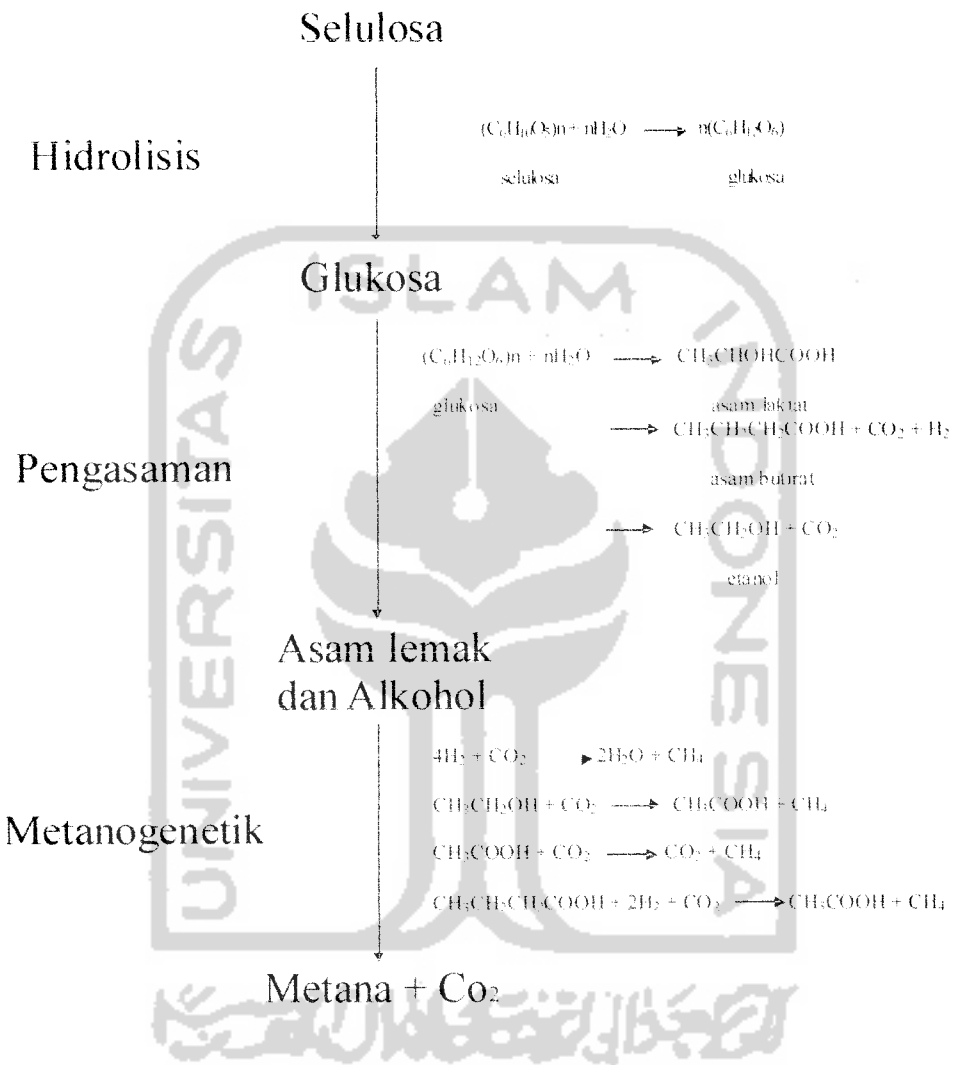
Pembentukan *biogas* dilakukan oleh mikroba pada situasi *anaerob* (*fermentasi*) meliputi tiga tahap, yaitu tahap *hidrolisis*, tahap pengasaman, dan tahap *metanogenik*. (BPPT, 2006)

1. Pada tahap *Hidrolisis* terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang komplek 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 A*setat*, *Propionat*, *Format*, *Laktat*, alkohol, dan sedikit *butirat*, gas *Karbondioksida*, *Hidrogen* dan *Amoniak*.
3. Sedangkan pada tahap *Metanogenik* adalah proses pembentukan gas *Metane*.

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

1. Bakteri pembentuk asam (*Acidogenic bacteria*) yang merombak senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, yaitu berupa asam organik, CO_2, H_2, H_2S.
2. Bakteri pembentuk asetat (*Acetogenic bacteria*) yang merubah asam organik, dan senyawa netral yang lebih besar dari metanol menjadi asetat dan hidrogen.
3. Bakteri penghasil metan (*metanogens*), yang berperan dalam merubah asam-asam lemak dan alkohol menjadi *Metan* dan *Karbondioksida*. Bakteri

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



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

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

alam menjadi LNG atau LMG hasil fermentasi dengan cara pendinginan sampai mencapai suhu –160 °C pada tekanan atmosferis sedangkan LPG didinginkan sampai mencapai suhu -40°C). Proses ini terdiri dari atas proses pendinginan bertingkat.

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

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

1. Proses fermentasi limbah ternak (manure) menjadi biogas
2. Penghilangan gas CO_2 dengan absorbsi secara kimiawi memakai larutan *Methyl Diethanol Amines* (MEA) yang disebut dengan CO_2 *Removal* Unit.
3. Penghilangan gas H_2S dengan absorbsi secara kimiawi memakai larutan *Methyl Diethanol Amines* (DEA) yang disebut dengan H_2S *Removal* Unit.
4. Penghilangan Uap Air (H_2O) secara adsorbsi fisis dengan alat *Silicagel* yang disebut Dehidration Unit.
5. Proses pendinginan awal dengan menggunakan Nitrogen cair
6. *Liquefaction unit* (proses condensasi) atau unit pencairan.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Produk

Produk pabrik LMG memiliki komposisi methana (CH4) 99,751 %, karbon dioksida (CO2) 0,237 % dan hydrogen sulfida (H2S) 0,012 % masing-masing spesifikasi sebagai berikut :

2.1.1 Karakteristik Produk

2.1.1.1 *Liquefied Methane Gas (LMG)*

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

2.1.2 Komposisi Produk

1) LMG

Tabel 2.1 Komposisi LMG

Komponen	% Mole
CH_4	99.9077
CO_2	0.0865
H_2S	0.00589
Total	100.00

2.2. Spesifikasi Bahan Baku

Pabrik LNG Menggunakan limbah ternak dengan spesifikasi sebagai berikut :

2.2.1 Manure

- Densitas = 1529.2 kg/m3
- Komposisi = - Moisture = 30%
  - Cellulose, sugar, starch = 90%
  - Lipid, protein n other organic= 10 %
  - Inert = 23,8

2.2.2 Air (H2O)

- Densitas = 1000 kg/m3
- Berat molekul = 18.01 Kg/Kmol
- Titik didih = 100 ^{0}C
- Fase = cair (25 ^{0}C, 1 atm)

2.3. Spesifikasi bahan pembantu

2.3.1 MEA (Mono Ethanol amina), C_2H_7NO

- Densitas = 1014 kg/m3
- Berat molekul = 61 Kg/Kmol
- Critical temperature = 365 ^{0}C
- Fase = cair (25 ^{0}C, 1 atm)
- Sifat = non volatil, nonkorosif, viskositas yang rendah pada suhu operasi

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

- Densitas = 1169 kg/m3
- Berat molekul = 122 Kg/Kmol
- Critical temperature = 442 ^{0}C
- Fase = cair (25 ^{0}C, 1 atm)
- Sifat = non volatil, nonkorosif, viskositas yang rendah pada suhu operasi

2.3.3 Acidogenic Bacteria

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

2.3.4 Methanogens

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

2.4. Pengendalian Kualitas

2.3.1 Pengendalian kualitas bahan baku

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

2.3.2 Pengendalian kualitas produk

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

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

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

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

- *Temperature control*

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

- *Pressure control*

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

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

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

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

Pencairan gas methane adalah peristiwa perubahan fase (liquid), yang pada dasarnya memerlukan energi yang berbentuk panas sensible dan panas laten dari gas tersebut. Proses pencairan ini dilaksanakan didalam suatu pabrik pencairan gas *Methane Gas Liquifaction (NGL) Plant*, sehingga menghasilkan gas metana cair. Pada dasarnya prinsip pencairan hampir sama dengan LNG = *Liquified Natural Gas* yaitu gas alam yang dicairkan dan sebagai hasil samping juga dihasilkan gas minyak bumi yang dicairkan atau gas minyak bumi cair (LPG = *Liquified Petroleum Gasses*) yang di indonesia mempunyai nama dagang ELPIJI atau OTOGAS dan hasil samping lainnya berupa Kondensat yaitu fraksi minyak bumi yang terkandung didalam aliran dari sumur gas, merupakan mixture dari C2 sampai C6, berhubung jumlahnya relatif sedikit, tidak ekonomis kalau harus dilakukan *refinery* dan dijual dalam bentuk fraksi minyak tersebut.

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

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

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

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

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

1. Pengolahan awal manure

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

Kemudian manure akan ditambahkan H_2O dan dibuat homogen didalam mixer (M-01), fungsi dari penambahan H_2O adalah untuk mempercepat proses fermentasi. Densitas ideal manure atau yang kemudian disebut dengan slurry adalah berkisar 1500 kg/m3 (Ir.Djoko Padmono, 2006). Slurry tersebut yang nantinya akan difermentasi di reaktor fermentor (R-01) setelah melalui penyaringan pada filter (F-01).

2. Fermentasi manure dengan bakteri-bakteri pembentuk methane

Methane merupakan biogas yang diperoleh dari penguraian senyawa-senyawa organik dalam biomassa sebagai akibat aktivitas mikro organisme (fermentasi) pada kondisi tanpa udara (anaerobic). Kandungan biogas terbesar adalah gas metana yang nantinya akan diolah menjadi LMG sedangkan kandungan lain seperti CO2 dan H2S akan dipisahkan dengan proses absorbsi di Absorber (Abs-01) untuk CO2 dan Absorber (Abs-02) untuk H2S.

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

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

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

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

3. CO_2 - H_2S Removal Unit

Gas methane yang keluar dari Reaktor (R-01) dialirkan menuju ke CO_2 - H_2S *removal unit* yang terdiri dari dua kelompok besar, yaitu *Amine Contactor* (Absorber) dan *Regeneration Unit* (Stripper) yang melakukan pemisahan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan yaitu : Karbondioksida (CO_2). Dari reaktor (R-01) masuk dari bagian bawah Absorber (Abs-01), dimana gas kontak secara *counter current* dengan larutan *Mono Etanol Amine* (MEA) dalam air yang belum mengandung CO_2 (*lean amine*). Penghilangan CO_2 didalam absorber (Abs-01) sangatlah penting, sebab bila tidak dipisahkan akan mengganggu proses pencairan dengan membeku pada *main heat exchanger tube* karena CO_2 akan membeku pada suhu *cryogenic* yang berarti temperatur rendah, umumnya temperatur dibawah -73^0C. Mula-mula CO_2 dipisahkan dengan menggunakan *Mono Etanol Amine* (MEA) dalam suatu menara absorber (Abs-01). Di dalam absorber (Abs-01) ini CO_2 diserap oleh MEA sehingga kosentrasinya tidak melebihi dari 50 *ppm max*. Gas yang mengembun dalam absorber (Abs-01) akan turun ke bagian dasar MEA absorber (Abs-01) , sedangkan gas alam akan naik ke

bagian utama dari kolom dan bersentuhan dengan 99,9 % larutan MEA yang turun melalui lapisan packing (*pall ring*). Fungsi dari lapisan ini adalah untuk memperlambat turunnya larutan sehingga waktu kontak dengan gas alam akan lebih lama. Sedangkan cairan (*rich amine*) yang keluar dari dasar absorber (Abs-01) dialirkan ke unit *amine regeneration* (stripper) untuk membersihkan larutan amine dari CO_2 sehingga dapat digunakan lagi. *Rich amine* dari absorber (Abs-01) keluar pada suhu 38°C kemudian dialirkan ke *lean/rich amine heat exchanger* sehingga temperaturnya naik menjadi 80°C dan tekanan 1 atm, kemudian masuk ke stripper (Stp-01). Larutan MEA yang sudah menyerap CO_2 diregenerasikan dengan menggunakan steam yang diinjeksikan kedalam stripper (Stp-01). Di dalam stripper (Stp-01) uap dan cairan terpisah menjadi larutan amine dan uap yang terdiri dari air dan CO_2 . Campuran uap ini menuju puncak kolom stripper (Stp-01) sedangkan cairan di dasar kolom stripper pada suhu 95.5°C dan kemudian menuju *lean amine* heat exchanger (HE-01)untuk didinginkan menjadi suhu 35°C dengan tekanan 1 atm dan selanjutnya *lean amine* dipompa menuju absorber (Abs-01). Sedangkan untuk menghilangkan kandungan H_2S dilakukan langkah yang sama dengan CO_2 removal namun pada absorber H_2S menggunakan pelarut Di Etanol Amine (DEA)

4. Dehidrasi Secara Fisis dengan *Silicagel*

Proses penghilangan air atau dehidrasi pada gas alam dilakukan dengan menyerap H_2O memakai partikel-partikel padat dengan cara adsorbsi. Proses adsorbsi dilakukan di dalam vessel atau tower dimana terdapat adsorbent bed.

Uraian prosesnya secara ringkas dapat dijelaskan sebagai berikut: *Treated gas* (gas umpan yang sudah bebas dari acid gas CO_2) dari puncak kolom absorber (Abs-01), setelah itu mengalir gas methane dan sedikit uap air. Gas kemudian akan dialirkan melalui *bed drier* (dehidrator-01) dimana uap air akan diserap oleh *solid desiccant adsorber* sehingga kadar uap airnya tidak akan melebihi dari 50 ppm. *desiccant* yang sudah jenuh oleh uap air akan di regenerasi lagi, regenerasi dari absorbent dilakukan dengan mengalirkan gas kering yang panas secara *counter-flow* terhadap arah aliran proses pengeringan. Gas kering yang telah digunakan dapat dipakai sebagai *fuel* atau dikembalikan dan dicampur dengan aliran feed setelah dipisah dari air yang mengembun.

.

5. *Liquefaction unit* atau unit pendinginan.

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

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

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

3.2 Metode Penentuan Perancangan

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

3.2.1 Neraca Massa

- Neraca Massa di *Mixer* (M)

Tabel 3.1.1 Neraca massa di mixer (M)

Masuk		**Keluar**	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari Tangki penyimpanan		Ke filter	
Manure	163126,837	Manure	-
H_2O	28084,965	H_2O	-
Slurry	-	Slurry	191211,802
Total	191211,802	**Total**	191211,802

❖ Neraca Massa di Filter (F)

Tabel 3.1.2 Neraca massa di filter (F)

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

❖ Neraca Massa di Reaktor

Tabel 3.1.3 Neraca massa di Reaktor (R)

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

❖ Neraca Massa di *Absorber* (ABS-01)

Tabel 3.1.4 Neraca massa di Absorber - 01

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

❖ Neraca Massa di *Stripper* (STP-01)

Tabel 3.1.5 Neraca massa di Stripper - 01

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

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

Tabel 3.1.6 Neraca massa di Dehidrator - 01

Masuk		**Keluar**	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
CH_4	120272,224	CH_4	120272,224
CO_2	285,646	CO_2	285,646
H_2S	1503,403	H_2S	1503,403
H2O	2128,954	H2O	-
		Ke Limbah	
		H_2O	2128,954
Total	124190,227	**Total**	124190,227

❖ Neraca Massa di *Absorber* (ABS-02)

Tabel 3.1.7 Neraca massa di Absorber - 02

Masuk		**Keluar**	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
Dari Dehidrator - 01		Ke Dehidrator - 02	
CH4	120272,224	CH4	120272,224
CO2	285,646	CO2	285,646
H2S	1503,403	H2S	15,034
H2O	-	H2O	2153.170
Dari Stripper - 01		Ke Stripper - 02	
DEA	10041,355	DEA	10041,355
H2O	18648,231	H2O	16495,060
H2S	-	H2S	1488,368
Total	150750,858	**Total**	150750,858

❖ Neraca Massa di *Stripper* (STP-02)

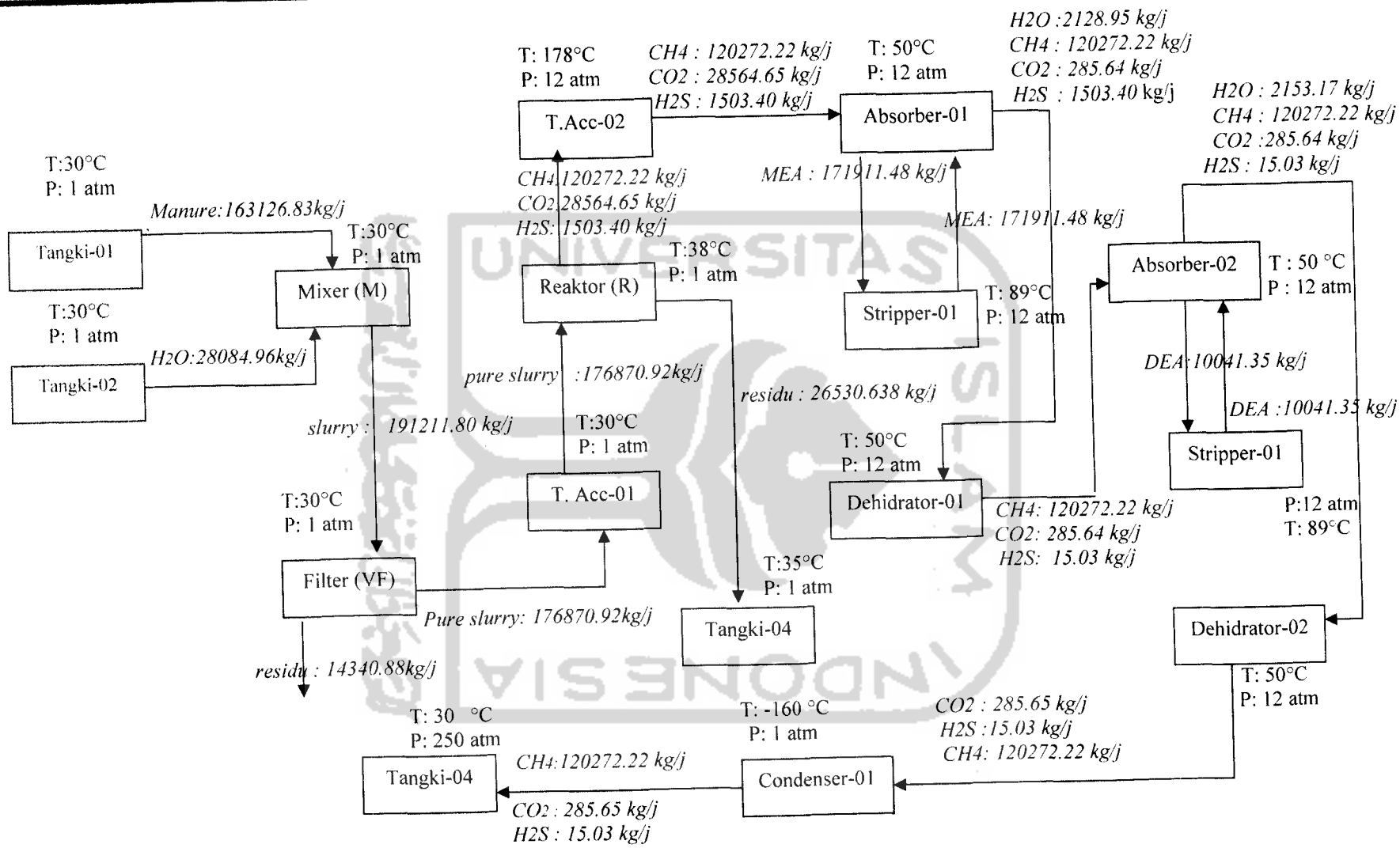
Tabel 3.1.8 Neraca massa di Stripper – 02

Masuk		**Keluar**	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
DEA	10041,355	DEA	10041,355
H2O	16495,060	H2O	18648,231
H2S	1488,368	H2S	14,884
Make Up H2O		Ke Udara	
H2O	4306,345	H2S	1473,485
		H2O	2153,170
Total	32331,125	**Total**	32331,125

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

Tabel 3.1.9 Neraca massa di Dehidrator - 02

Masuk		**Keluar**	
Komponen	Kg/Jam	Komponen	Kg/Jam
CH4	120272,224	CH_4	120272,224
CO2	285,646	CO_2	285,646
H2S	15,034	H_2S	15,0340
H2O	2153,170	H2O	-
		Ke Limbah	
		H_2O	2153,170
Total	122726,070	**Total**	122726,070



Gambar 3.1 Diagram Alir Kuantitatif

Gusvadillah Syaifudin (02521152)
Hazad Mustofa Khadaffi (02521167)