

**PRA RANCANGAN PABRIK BIO-GAS DARI
ONGGOK SINGKONG KAPASITAS PRODUKSI 5.140,325 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat

Untuk memperoleh Gelar Sarjana

Konsentrasi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia.



Diajukan Oleh

Nama Mahasiswa : Radius Arianto

No Mahasiswa : 06521014

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

2012

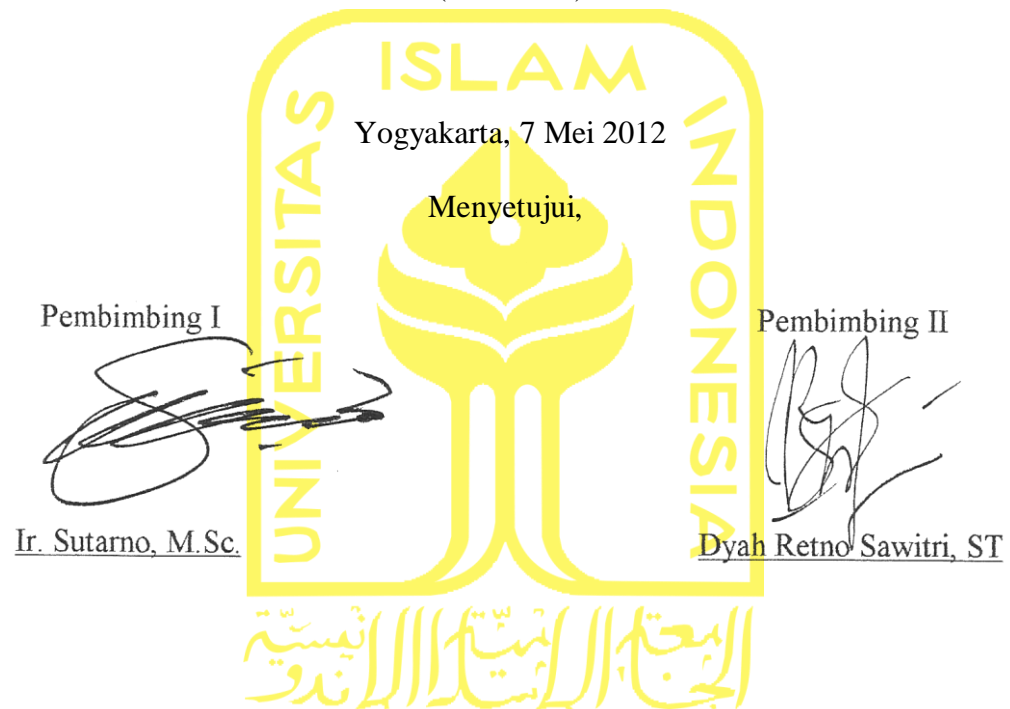
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PRA RANCANGAN PABRIK BIO-GAS DARI
ONGGOK SINGKONG KAPASITAS PRODUKSI 5.140,325 TON/TAHUN

TUGAS AKHIR

OLEH :

Radius Arianto

(06521014)



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

TUGAS AKHIR

Bismillahirrahmanirahiem, saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Radius Arianto

No. Mahasiswa : 06521014

Dengan adanya surat ini menyatakan bahwa tugas akhir (TA) ini adalah murni hasil buah pemikiran saya yang dibantu dalam bentuk saran-saran dan masukan oleh dua orang dosen pembimbing sebagaimana tercantum dalam lembar pengesahan dan lembar surat keputusan Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, dengan nomor SK : 38/Kajur.TK/20/TA/Div.Kuluj/XI/2011.

Jika dikemudian hari terbukti bahwa saya melakukan plagiat terhadap tugas akhir ini dengan salah satu judul tugas akhir yang ada, maka saya siap untuk mempertanggung jawabkan segala konsekuensi yang dibebankan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 7 Mei 2012.

Penyusun tugas akhir

Radius Arianto
06521014

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PRA RANCANGAN PABRIK BIO-GAS DARI
ONGGOK SINGKONG KAPASITAS PRODUKSI 5.140,325 TON/TAHUN**

TUGAS AKHIR

DISUSUN OLEH :

Nama Mahasiswa : Radius Arianto

No. Mahasiswa : 06521014

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, 5 Juni 2012

Tim Penguji :

1. Sutarno., Ir.,M.Sc.
Ketua
2. Faisal RM.,Ir.,Drs.,MSIE.,PhD
Anggota I
3. Arif Hidayat., ST.,M.T.
Anggota II

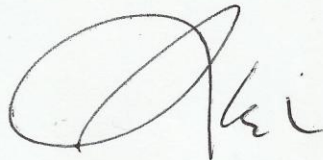


Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dra. Hj. Kamariah Anwar. MS.

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirahiem,

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh,

Alhamdulillah, puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan nikmat sehat, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tanpa kekurangan apapun, walau tentu saja dengan revisi yang ada disana sini. Shalawat serta salam tak lupa saya ucapkan kepada junjungan nabi besar kita, imam kita, cinta kita, Nabi Muhammad SAW. Semoga di akhirat kelak, kita termasuk salah satu umatnya yang mendapat syafa'atnya, Amin ya rabbal 'alamin.

Pada akhirnya, saya telah sampai pada titik akhir perjalanan saya dalam menempuh ilmu Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia dengan bukti selesainya tugas akhir pra rancangan pabrik ini. Tugas akhir ini, merupakan Pra rancangan saya untuk pabrik "Bio-Gas Dari Onggok Singkong Kapasitas 5.140,345 Ton/tahun." Dalam prarancangan ini, banyak hal-hal dan istilah yang mungkin akan sangat baru dimata anda, para pembaca tugas akhir. Namun saya berharap tidak menurunkan semangat belajar anda semua terlebih terhitung 24 bulan sudah saya terkurung membatu untuk menyelesaikan tugas akhir prarancangan pabrik, dan sekarang laporan ini telah anda baca (saya harap anda mendapat sebuah inspirasi baru dari apa yang saya sajikan, bukan malah kebingungan yang luar biasa).

Walau perlu banyak perbaikan/revisi disana sini, saya harap maksud yang saya ingin sampaikan melalui tugas akhir ini bisa dimengerti oleh semua calon

sarjana teknik kimia untuk terus mengembangkan keilmuan dan sumber daya alam yang terbarukan. Sekali lagi, selamat membaca tugas akhir ini. Dan mohon maaf atas kekurangan isi dari tugas akhir ini.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuhu.

Yogyakarta, 7 Mei 2012

Diantara debu-debu merapi,

Salam hangat,

Radius Arianto

“Saya yakin, setiap orang bisa menjadi pahlawan bagi negaraKU. Tanpa harus menjadi demonstran, berpanas-panasan dan meneriakkan kebenaran. Karena kebenaran yang sesungguhnya adalah ketika kita membangun negara KITA dengan ilmu dan agama yang kita miliki.”

– *radius arianto* –

Ucapan Terima Kasih

Lembar ini saya persembahkan untuk mereka-mereka yang berjuang dibalik kesunyian rumah saya di Perum Pamungkas A.08. mohon maaf, karena keterbatasan biaya cetak, saya tidak bisa mencantumkan nama anda semua. Ucapan terima kasih saya sampaikan untuk :

1. Allah SWT, yang telah memberikan nikmat sehat dan inspirasi.
2. Bumi yang masih mau bertahan sampai tugas akhir ini selesai dan bisa dibaca oleh orang yang sedang tersenyum membaca halaman terima kasih ini.
3. Papah dan Mama yang telah bersedia menyekolahkan aku jauh-jauh dan mensupport moril dan (terutama) materil, sehingga setiap hari saya tidak kekurangan apapun dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Kepada Bapak Ir. Sutarno dan Mbak Dyah, terima kasih mau mendengarkan curhat agak egois saya, karena saya terus yang cerita tentang masalah saya. Tapi jarang untuk mau mendengarkan curhat masalah bapak dan mbak.
5. Kepada Bapak Arif Hidayat, ST., MT. Karena telah membantu memberikan saran sehingga tugas akhir ini selesai. Dan terima kasih atas buku-buku pengetahuannya, kepercayaan yang bapak berikan sangat berarti untuk membuat saya terus berkembang.
6. Teman-teman SE-jurusan teknik kimia-teknik tekstil 2006. Thank you udah percaya sama saya selama 4 tahun. Dan terima kasih juga selama itu sudah mempercayakan saya mengabadikan moment berharga kita semua melalui lensa kamera.

7. To almarhum Budi Laksono, thanks sudah mencontohkan sebuah spirit yang luar biasa.
8. Untuk teman-teman Paguyuban Seni rukun rencang, terima kasih sudah mau bersusah payah untuk datang ke studio dan membantu menghilangkan kepenatan saya selama menyusun TA dengan shalawatan.
9. Buat semua orang yang selalu mendoakan saya secara diam-diam diantara dua sujud mereka pada sepertiga malam.
10. Dan untuk semua orang yang telah membantu saya baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Lembar Motto.....	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Daftar isi.....	vi
Daftar gambar	x
Daftar tabel.....	xi
Abstrak.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Pustaka	3
A. Gas	3
B. Biogas	5
C. Singkong (<i>Manihot Esculenta Crantz</i>)	9
D. Onggok.....	11
E. Sludge	13
BAB II PERANCANGAN PRODUK.....	14
2.1 Spesifikasi Bahan.....	14
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	14
A. Onggok Singkong (100 gr Bahan).....	14
B. Sludge.....	14
C. CaO	15
D. Fe ₂ O ₃	15

E. Acidogenic Bacteria.....	15
F. Acetogenic Bacteria	15
G. Methanogens.....	16
2.1.2 Spesifikasi Produk Biogas.....	16
A. Methane.....	16
B. Hidrogen Sulfide.....	16
C. Carbon Dioxide.....	17
2.2 Pengendalian Kualitas Bahan Baku	17
2.3 Pengendalian Kuantitas Bahan Baku	17
2.4 Pengendalian Kualitas Produk	18
2.5 Pengendalian Waktu.....	19
2.6 Pengendalian Bahan Proses	20
BAB III PERANCANGAN PROSES	21
3.1 Uraian Proses	21
3.1.1 Persiapan Bahan Baku	21
3.1.2 Proses Pembentukan Produk	21
3.1.3 Proses Pemisahan.....	22
3.1.4 Proses Pemurnian.....	22
3.1.5 Proses Pendinginan	23
3.2 Perencanaan Produksi.....	23
3.2.1 Kapasitas Perancangan.....	23
A. Faktor Internal	23
B. Faktor External	24

3.2.2	Kemampuan Pasar	24
3.3	Neraca Massa	25
A.	Neraca Massa Total	25
B.	Neraca Massa Komponen	26
3.4	Neraca Panas	29
3.5	Spesifikasi Mesin	32
3.5.1	Alat Besar	32
3.5.2	Alat Kecil.....	38
BAB IV	PERANCANGAN PABRIK	49
4.1	Lokasi Pabrik	49
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik.....	49
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik.....	51
4.2	Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	53
4.3	Tata Letak Mesin	57
4.4	Spesifikasi Alat Utilitas.....	60
4.5	Pelayanan Utilitas.....	75
4.5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	75
4.5.2	Unit Pembangkit Listrik	82
4.6	Organisasi Perusahaan.....	86
4.6.1	Sistem Kepegawaian Dan Sistem Gaji.....	92
4.6.2	Pembagian Jam Kerja Karyawan	93
4.6.3	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.	94
4.6.4	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	97

4.6.5 Manajemen Produksi.....	99
4.7 Analisa Ekonomi.....	101
4.7.1 Penaksiran Harga Peralatan	102
4.7.2 Dasar Perhitungan.....	104
4.7.3 Perhitungan Biaya.....	105
4.7.4 Analisa Kelayakan	106
4.7.5 Hasil Perhitungan.....	107
BAB V PENUTUP	112
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Pembentukan Biogas (FAO, 1998).....	6
Gambar 1.2 Reaksi Pembentukan Gas Methan.....	9
Gambar 1.3 Buah Singkong dan daun singkong.....	10
Gambar 4.1 Tata Letak Pabrik	56
Gambar 4.2 Struktur organisasi.....	91
Gambar 4.3 Grafik indeks harga alat.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Komponen Gas alam dan pengotornya	4
Tabel 1.2	Data Produksi Minyak Mentah dan Gas Alam.....	5
Tabel 1.3	Komponen Biogas dan Pengotornya	6
Tabel 1.4	Komposisi Kimia Singkong (per 100gr bahan).....	10
Tabel 1.5	Kandungan Kimia dalam onggok (per 100gr bahan)	12
Tabel 4.1	Perincian Luas Tanah Bangunan Pabrik	55
Tabel 4.2	Kebutuhan Air Pendingin.....	81
Tabel 4.3	Kebutuhan Listrik Alat Proses	83
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik Alat Utilitas	84
Tabel 4.5	Kebutuhan Listrik Untuk Sanitasi	84
Tabel 4.6	Kebutuhan Steam.....	86
Tabel 4.7	Penggolongan Jabatan.....	94
Tabel 4.8	Jumlah karyawan pada masing-masing bagian	95
Tabel 4.9	Gaji Pegawai	97
Table 4.10	Indeks harga alat pada berbagai tahun.....	103
Tabel 4.11	<i>Fixed Capital Investment</i>	108
Tabel 4.12	<i>Working Capital</i>	108
Tabel 4.13	<i>Manufacturing Cost</i>	109
Tabel 4.14	<i>General Expense</i>	109
Tabel 5.1	Hasil Evaluasi Ekonomi.....	113

Abstraks

Onggok merupakan limbah padatan dari pengolahan tepung tapioka yang masih mengandung unsur-unsur seperti selulosa, hemiselulosa, protein dan air. Ditinjau dari segi ekonomi, onggok tidak terlalu menguntungkan jika dijual kembali. Namun dengan kandungan unsur-unsur tersebut yang tinggi, onggok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pengolahan biogas. Perancangan pabrik ini akan membahas tentang proses pengolahan onggok singkong menjadi produk biogas dan analisa keuntungan, dengan design kapasitas 5.140,325 Ton/Tahun.

Kata Kunci : *Onggok, Biogas*

Abstract

Cassava Peel was solid waste from tapioka, that still have compound as Cellulose, Hemiselluloce, Protein and Water. From Economic evaluation, Cassava Peels wasn't profit at all when soled as bulk material. Indeed with a high compound of those structure, Cassava Peels may used for feed producing biogas. This pilot plant project will describe the process for producing biogas from Cassava Peels and within the profit analysis, for design capacity 5.140.325 Ton/Years.

Keywords : Cassava Peels, Biogas.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun, kebutuhan konsumsi bahan bakar dunia mengalami peningkatan. Hingga tahun 2035 sekalipun, sektor transportasi masih akan sangat tergantung pada bahan bakar cair (Soerawidjaja, 2009). Bahan baku cair selama ini diproduksi dari sumber daya alam yang tak terbarukan seperti minyak bumi. Sementara itu, cadangan Sumber Daya Alam tak terbarukan yang terbatas Didunia bahkan Indonesia, memicu perlu adanya sebuah pemikiran pengembangan Bahan Bakar Nabati (BBN) yang dapat menjadi alternatif konsumsi bahan bakar.

Tahun 2007, Pemerintah mengambil sebuah langkah yang terbilang cukup berani dengan mengkonversikan Minyak Tanah menjadi Gas LPG sebagai sebuah langkah untuk mengurangi subsidi minyak dan mengatasi krisis energi yang terus menghantui. Sementara itu, pada Oktober 2010, Forum Industri Pengguna Gas Bumi (FIPG), menuntut kepada pemerintah untuk menyediakan pasokan gas pada 2011 dan selanjutnya yang dapat memenuhi kebutuhan produksi industri mereka. Berangkat dari dua fakta aktual ini, menjadi sebuah “domino” yang siap berjatuhan satu persatu dimana satu sisi masyarakat indonesia mulai bersahabat dengan LPG, disisi lain gas alam juga digunakan oleh industri sebagai bahan baku atau sebagai bahan bakar dalam membuat bahan produksi mereka. Mengingat cadangan gas bumi yang ada di Indonesia sebanyak 165 Triliun Standard Cubic Feet (TSCF) yang merupakan 2% dari

cadangan gas dunia. Dengan data rata-rata eksplorasi gas bumi selama 12 tahun terakhir sebanyak 16.283.287,68 Cubic Feet ($1,628 \times 10^5$ TSCF). Diprediksikan, kita hanya mampu menikmati gas alam ini tidak lebih dari 50 tahun lagi.

Indonesia dikaruniai oleh Allah SWT, dengan kekayaan keanekaragaman hayati yang luar biasa melimpah. Sehingga memungkinkan untuk pengembangan BBN dari bahan pertanian secara berkelanjutan (Soerawidjaja, 2009). Namun beberapa BBN di Indonesia saat ini, diproduksi dari bahan baku konsumsi primer seperti contohnya tebu yang merupakan bahan baku produksi gula. Perlu dipikirkan alternatif lain produksi BBN yang tidak mengganggu ketersediaan bahan baku konsumsi primer tersebut. Produksi dan pemanfaatan BBN setidaknya harus berkontribusi pada kemajuan ekonomi masyarakat sekitar, turut mewujudkan dan meningkatkan ketahanan pangan nasional, tidak berdampak negatif bagi keanekaragaman hayati, ekosistem dan konservasi lainnya (Soerawidjaja, 2009).

Onggok singkong merupakan sampah buangan dari konsumsi singkong dan limbah padat produksi tepung tapioka. Hasil sampah yang selama ini tidak disentuh dan hanya dibiarkan membusuk, membuat sebuah peluang baru untuk pemanfaatan BBN berupa biogas melalui metode anaerobik digester. Limbah kulit singkong adalah sebuah bahan baku yang kaya akan selulosa (serat kayu) dan karbohidrat, namun ini bukanlah merupakan halangan untuk membuat bahan baku ini dirubah menjadi sebuah produk yang berguna bagi masyarakat.

Dengan menggunakan proses yang akan dijelaskan pada bagian alir proses, dan studi kelayakan menggunakan pemodelan matematis yang rasional pada bagian perhitungan, serta analisa ekonomi yang relevant, bukan sebuah hal yang mustahil, bio-gas dari onggok singkong menjadi sebuah alternatif baru bagi ketersediaan BBN bagi masa depan yang lebih baik. Dan juga ikut memberikan sumbangsih pengurangan efek gas rumah kaca yang selama ini ditimbulkan oleh Bahan Bakar Minyak (BBM) akibat pembakaran yang tidak sempurna.

1.2 Tinjauan Pustaka

A. Gas Alam

Gas adalah materi yang memenuhi ruang secara bebas. Asal kata gas mungkin berasal dari pengucapan secara berulang-ulang pada kata *Chaos* (kekacauan) yang akhirnya menghasilkan salah pengucapan *Gas*. Pada dasarnya, gas alam berbentuk deposit (cadangan) pada lapisan tanah diatas permukaan minyak bumi. Layaknya minyak bumi, gas alam juga merupakan senyawa hidrokarbon yang memiliki rumus molekul C_nH_{2n+2} .

Dalam gas alam, bukan hanya terkandung metan (CH_4) tapi juga ditemukan unsur propan dan etan, serta beberapa unsur pengotor seperti Hidrogen Sulfida (H_2S), Carbon Dioksida (CO_2), Nitrogen Hidroksida (NH_3), debu, dan sebagainya. Secara detil, unsur-unsur yang terkandung dalam gas alam ditampilkan dalam tabel dibawah ini beserta dengan tingkat kelarutannya.

Tabel 1.1 Komponen Gas alam dan pengotornya

No	Kandungan	Kadar (%)
1.	Methana (CH ₄)	70-90
2.	Carbon Dioksida (CO ₂)	0-8
3.	Oksigen (O ₂)	0-0,2
4.	Nitrogen(N ₂)	0-5
5	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0-5

Gas ini bisa terbentuk karena dua sebab, antara lain biogenik dan thermogenik. Biogenik adalah pembentukan gas karena bantuan bakteri yang dapat memproduksi gas metan, yang lebih dikenal sebagai bakteri Methanogenik. Sedangkan Thermogenik adalah pembentukan gas karena bahan organik (umumnya protein) tertimbun lama didalam lapisan tanah dan karena panas bumi serta uap air, gas tersebut menguap dan terkurung dalam sebuah kubah dalam bentuk cadangan deposit. Kemudian gas ini diproses dan diproduksi untuk kebutuhan Industri dan rumah tangga. Di Indonesia sendiri, produksi gas alam yang digunakan untuk kebutuhan konsumsi rumah tangga, industri dan ekspor. Data produksi gas alam di Indonesia, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.2 Data Produksi Minyak Mentah dan Gas Alam

Tahun	Minyak Mentah (barell)	Gas Alam (barell)
1996	485,573.8	3,164,016.2
1997	484,340.6	3,166,034.9
1998	480,109.7	2,978,851.9
1999	440,461.6	3,068,349.1
2000	434,368.8	2,845,532.9
2001	432,588.0	3,762,828.5
2002	351,949.6	2,279,373.9
2003	339,100.0	2,142,605.0
2004	354,351.9	3,026,069.3
2005	341,202.6	2,985,341.0
2006	313,037.2	2,948,021.6
2007	305,137.4	2,805,540.3
2008	314,221.7	2,790,988.0

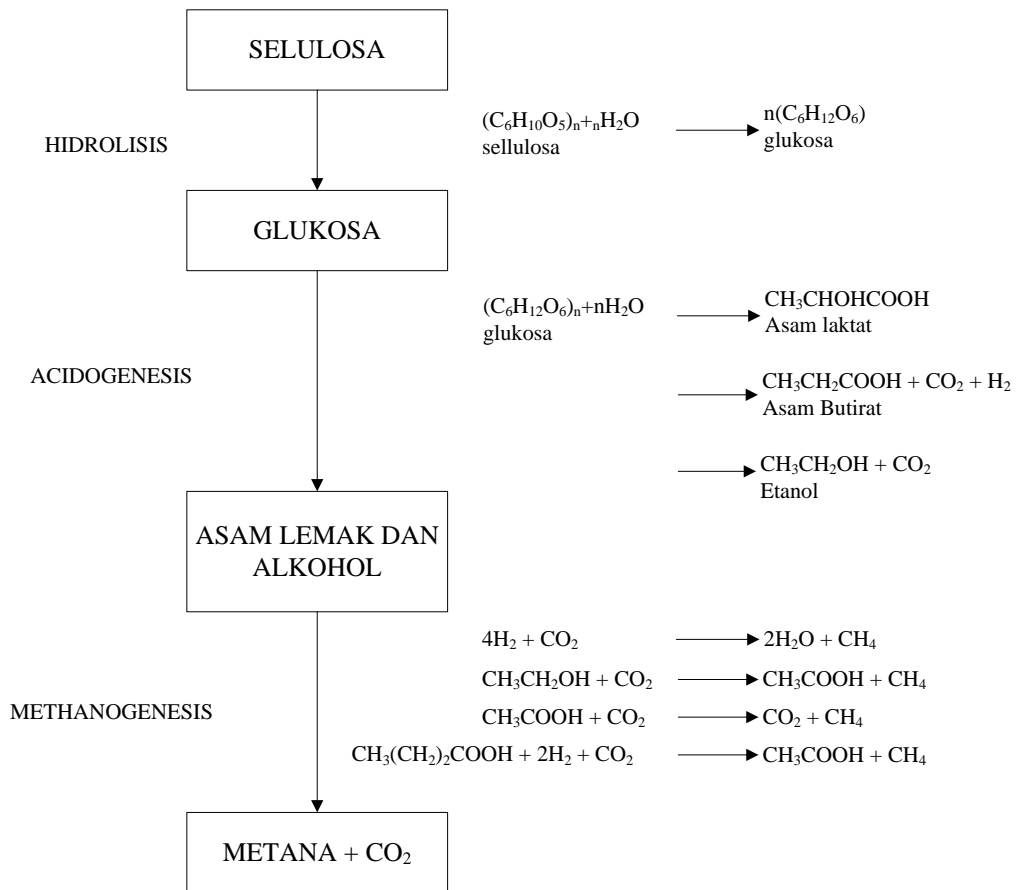
Sumber <http://www.bps.go.id>

Gas alam di Indonesia sendiri, dimanfaatkan menjadi bahan baku untuk industri, bahan bakar kendaraan bermotor dan bahan bakar rumah tangga. Pada tahun 2007, pemerintah Indonesia mengambil langkah untuk mengkonversikan minyak tanah menuju LPG, sebagai sebuah alternatif melonjaknya harga minyak bumi dunia, dan juga untuk menghemat subsidi minyak tanah yang selama ini dinilai memberatkan pemerintah.

B. Biogas

Biogas adalah gas yang berasal dari proses pengolahan bakteri (anaerob digester) terhadap bahan-bahan organik. Biogas dapat terbentuk secara alami jika terjadi pembusukan sampah, baik yang berupa cair atau padatan oleh bakteri pembentuk gas metan (methanogenik). Umumnya

biogas terdiri dari Gas Methan (CH_4), Carbon Dioksida (CO_2) dan beberapa pengotor lainnya, hampir mirip dengan gas alam. Secara umum, pembentukan biogas dapat dijelaskan pada diagram berikut ini :



Gambar 1.1 Diagram Alir Pembentukan Biogas (FAO, 1998)

Tabel. 1.3. Komponen Biogas dan Pengotornya

No	Komponen	Kadar (%)
1.	Methan (CH_4)	55-70
2.	Karbon Dioksida (CO_2)	30-45
3.	Hidrogen Sulfida (H_2S)	0-0,5

Biogas, secara alami dapat kita temukan di Tempat Pembuangan Akhir, penampungan limbah rumah tangga, dan peternakan. Biogas menjadi sebuah teknologi yang sangat digandrungi oleh masyarakat dunia. Di Swedia, sebuah kendaraan bis disetting menggunakan bahan bakar biogas, sebagai pengganti peranan minyak bumi. Karena biogas memberikan dampak efek rumah kaca yang sedikit. Ini merupakan sebuah energi yang dibutuhkan untuk menjaga bumi agar tetap bersih.

Biogas dapat terbentuk dari bahan-bahan organik seperti sampah pekarangan, limbah rumah tangga dan lainnya melalui beberapa proses. Proses tersebut adalah penguraian padatan oleh bakteri atau yang lebih dikenal dengan proses hidrolisis. Pembentukan biogas dari bahan-bahan organik dapat dijelaskan dalam beberapa tahapan. Antara lain :

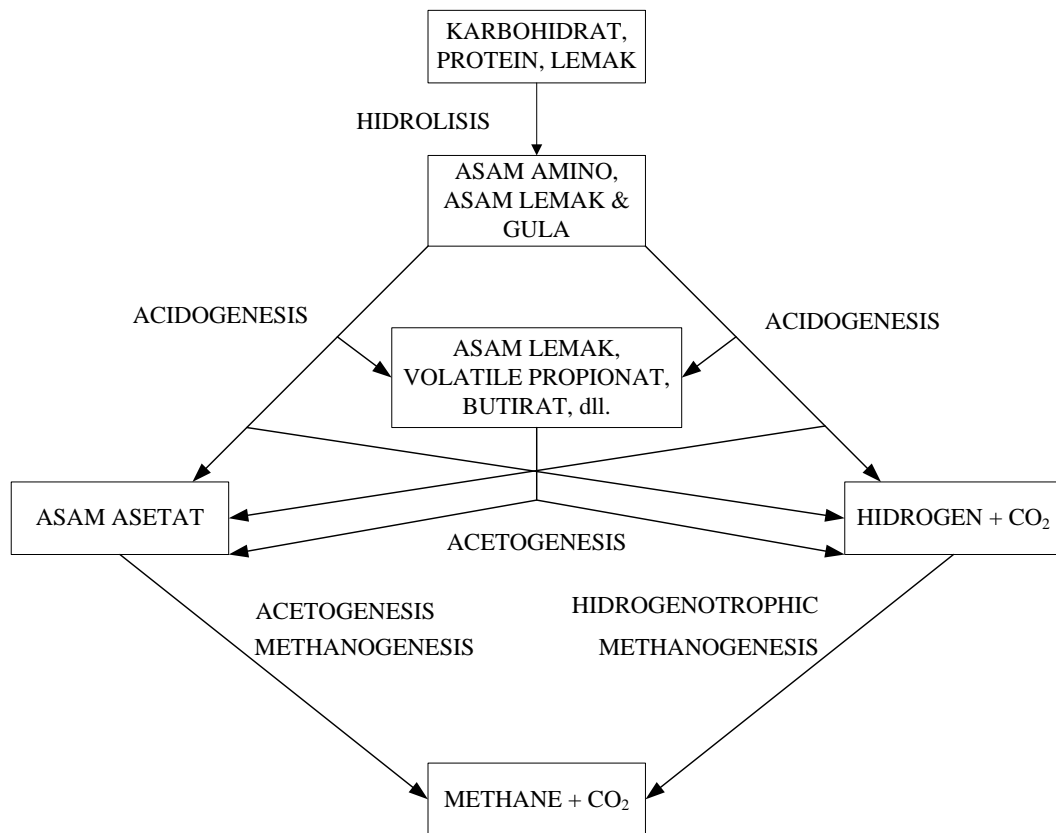
1. Pada tahap hidrolisis, terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer.
2. Pada tahap pengasaman, komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi 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 butirir, gas karbon dioksida, hidrogen dan amonia.

3. Sedangkan pada tahap metanogenik, proses akan menghasilkan gas methane sebagai produk utama.

Oleh karena biogas bereaksi pada kondisi anaerob (tanpa kontak udara), maka bakteri-bakteri yang bekerja pada proses ini tentu saja bakteri yang dapat hidup pada kondisi anaerob, yaitu :

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 hidrogen.
3. Bakteri penghasil methane (methanogens), yang berperan dalam merubah asam-asam lemak dan alkohol menjadi methane dan karbon dioksida. Bakteri pembentuk methane antara lain methanococcus, methanobacterium, dan methanosarcina.

Secara gamblang, reaksi pembentukan biogas oleh bakteri-bakteri tersebut, dapat dilihat pada grafik pembentukan reaksi dibawah ini :



Gambar 1.2. Reaksi Pembentukan Gas Methan

C. Singkong (*Manihot esculenta Crantz*)

Singkong atau yang disebut dalam bahasa latin *Manihot Esculenta Cranz* merupakan tanaman sela atau tanaman pendamping tanam selain padi dan jagung diladang. Secara fisik tanaman ini memiliki tinggi 50-80cm dengan batang yang beruas dengan diameter 2-3 cm, menjulang tinggi keatas dan memiliki daun berhelai 3 – 5 tiap batangnya. Merupakan tumbuhan tropis dan subtropis dari keluarga *Euphorbiaceae*. Pada bagian bawah (akar) terdapat umbi yang merupakan buah dari tanaman singkong, mengandung karbohidrat, namun memiliki protein yang sedikit.



Gambar 1.3 Buah Singkong dan daun singkong.

Sumber Wikipedia.com

Menurut beberapa sumber, dalam 100gr singkong terkandung beberapa nutrisi, antara lain ditampilkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 1.4 Komposisi Kimia Singkong (per 100gr bahan)

Komponen	Kadar
Kalori	146,00 kal
Air	63,00 gr
Phosphor	40,00 mg
Karbohidrat	34,70 gr
Kalsium	33,00 mg
Vitamin C	30,00 mg
Protein	1,20 gram
Besi	0,70 mg
Lemak	0,30 gram
Vitamin B1	0,06 mg
Berat dapat dimakan	75,00 gr

Sumber : Anna Poedjianti, 2004.

Dalam setiap ha (hektar) lahan singkong, dapat diproduksi 40-50 ton singkong. Dari data UNIDO (United Nation Industrial Development Organization) sejak tahun 1982, Indonesia tercatat sebagai negara penghasil singkong terbesar ke-3 (13.300.000 ton) setelah Brasil (24.554.000 ton), kemudian Thailand (13.500.000 ton), serta disusul oleh negara-negara seperti Nigeria (11.000.000 ton), India (6.500.000 ton), dan sebagainya, dari total produk dunia sebesar 122.134.000 ton per tahun. Walau dari hasil kebun per hektar, Indonesia masih rendah, yaitu 9,4 ton, kalau dibandingkan dengan India (17,57 ton), Angola (14,23 ton), Thailand (13,30 ton), Cina (13,06 ton), Brasil (10,95 ton).

Di Indonesia sendiri, singkong digunakan sebagai bahan makanan pengganti nasi di beberapa daerah, seperti Comro (Jawa Barat), Tiwul (Jawa Tengah), dan makanan olahan lainnya yang dibuat dari singkong dengan cara digoreng, direbus atau dibakar. Dan singkong selama ini dikenal sebagai bahan baku tepung tapioka, untuk kebutuhan industri makanan, olahan roti dan kue.

D. Onggok

Selain menjadi makanan, ternyata singkong dapat dimanfaatkan menjadi tepung tapioka. Hasil pengolahan tepung tapioka dan bahan makanan lainnya berbentuk limbah padatan dan cairan. Limbah padatannya tentu saja merupakan kulit singkong dan onggok, selama ini onggok kurang dimanfaatkan, hanya dibiarkan menjadi sebuah tumpukan

atau menjadi tambahan volume pakan ternak. Proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka, menghasilkan bahan sisa sekitar 2/3 bagian dari bahan mentahnya. Ini berarti ada sisa padatan yang terbuang dan tidak dimanfaatkan cukup banyak.

Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa dalam onggok masih terkandung beberapa nutrisi yang bisa dimanfaatkan menjadi bioetanol dan biogas. Kandungan tersebut antara lain ditampilkan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 1.5. Kandungan Kimia dalam onggok (per 100gr bahan)

Kandungan	Komposisi (%)
Sellulosa	53%
Hemiselulosa	21,3%
Lignin	20,7%
Protein	1,2%
Air	3,8%

Sumber : Dwi Retnowati dan Rini Sutanti. 2009

Melihat pada kandungan kimia tersebut diatas, sellulosa, Hemiselulosa dan lignin dapat diolah menggunakan bakteri pembentuk gas methan sebagai sebuah bahan baku (feed) dalam pengolahan biogas.

E. Sludge

Sludge adalah limbah organik dari hasil metabolisme hewan memamah biak (sapi, kambing, kerbau) yang telah diencerkan dengan air, guna keperluan pengolahan biogas secara konvensional saat ini. Keberadaannya yang merupakan limbah, dimanfaatkan diberbagai negara guna keperluan konservasi energi terbarukan. Beberapa negara menyebutnya dengan istilah berbeda, seperti *Cow Dung*, *Manure*, *Sludge* dll. Dalam larutan ini, terkandung berbagai macam mikroorganisme yang bisa membantu proses degradasi dan konversi senyawa-senyawa seperti selulosa, glukosa, protein, air dan lainnya menjadi monomer CH_4 atau metan.

BAB II

PERANCANGAN PRODUK

2.1 Spesifikasi Bahan

2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

A. Onggok Singkong (100 gram bahan)

- Sellulosa = 53 gr
- Hemisellulosa = 21,3 gr
- Air = 3,8 gr
- Lignin = 20,7 gr
- Abu,Protein Dll. = 1,2 gr

Sumber : Dwi Retnowati dan Rini Sutanti. 2009.

B. Sludge

- Densitas = 565,75 kg/m³
- Komposisi = - Moisture 21%
 - Sellulosa, sugar, starch 47%
 - Lipid 5%
 - Protein 2%
 - Bahan Organik Lain 1,2%
 - Inert 23,80%
- Fase = Slurry

C. CaO

- Densitas = 3.350 kg/m^3
- Berat Molekul = $56,08 \text{ kg/kmol}$
- Titik Didih = 2.850°C
- Fase = Padat (25°C , 1 atm)

D. Fe₂O₃

- Densitas = 5.242 kg/m^3
- Berat Molekul = 159.69 kg/kmol
- Titik Didih = 1.566°C
- Fase = Padat (T 25°C , P 1 atm)

E. Acidogenic Bacteria

- Jenis = Bakteri pembentuk asam
- Nutrisi = Glukosa
- Kondisi Optimum = $25 - 35^\circ\text{C}$

F. Acetogenic Bacteria

- Jenis = Bakter Pembentuk Acetat
- Nutrisi = Asam lemak dan alkohol
- Kondisi Optimum = $25 - 35^\circ\text{C}$

G. Methanogens

- Jenis = Bakteri pembentuk methane.
- Anggota kelompok = Metahnococcus, Metahnobacterium dan methanosarcina.
- Nutrisi = Asam Asetat
- Kondisi optimum = 25 – 35°C.

2.1.2 Spesifikasi Produk Biogas

A. *Metane* (CH₄)

- Kadar = 94,7 %
- Berat Molekul = 16,043 Kg/Kmol
- Titik Beku = -182,47°C
- Titik Didih = -161,52°C
- Fasa = Gas

B. *Hidrogen Sulfide* (H₂S)

- Kadar = 1,2 %
- Berat Molekul = 34,082 Kg/Kmol
- Titik Beku = -85,5°C
- Titik Didih = -60,7°C
- Fasa = Gas.

C. *Carbon Dioxide* (CO₂)

- Kadar = 4,1 %
- Berat Molekul = 44.009 Kg/Kmol
- Titik Beku = -78,5°C
- Titik Didih = -55,6°C
- Fasa = Gas

2.2 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Kemudian sebelum dilakukan proses produksi, perlu dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku yang diperoleh dari beberapa literatur penelitian dan laporan balai pengkajian dan penerapan teknologi (BPPT). Pengujian dilakukan agar limbah padat pengolahan tapioka digunakan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Parameter yang diukur adalah kandungan Biochemical Oxygen Demand (BOD) dan Chemical Oxygen Demand (COD).

2.3 Pengendalian Kuantitas Bahan Baku

Kita juga harus memperhatikan penyimpanan bahan baku dan produk akibat kesalahan dari Operator pelaksana, kerusakan pada mesin dan kerusakan lainnya yang tidak diinginkan atau juga ketika daya serap pasar yang kurang baik dikarenakan masih kurangnya pemahaman masyarakat luas tentang teknologi terbaru. Maka dari itulah pengendalian kuantitas diperlukan guna tetap menghasilkan produk yang sesuai dengan standar produksi.

2.4 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* 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 isyarat yang diberikan, maka secara otomatis akan mengembalikan *set point* yang telah ditentukan sesuai dengan target awal operasi. Kendali tersebut meliputi :

- Kendali terhadap aliran bahan baku dan produk.
- Kendali terhadap kondisi operasi
- Alat kendali yang dipakai pada nilai tertentu. Adapun alat kendali yang dimaksud pada point ini adalah :

1. *Flow Control*

Merupakan alat yang ditempatkan pada aliran bahan baku, aliran yang masuk dan keluar dari masing-masing alat proses. Flow Control dipasang atau diset pada nilai tertentu. Bila flow control mengalami penyimpangan dari harga yang diatur, maka akan diberikan isyarat yang merupakan perintah untuk mengembalikan pada nilai semula.

2. *Temperature Control*

Pada proses pengolahan biogas, banyak terjadi perubahan suhu. Maka pengendalian untuk faktor ini sangat diperlukan. Jika terjadi penyimpangan pada nilai suhu yang telah ditentukan, maka temperatur control akan mengatur secara otomatis sesuai dengan suhu yang kita inginkan.

3. *Pressure Control*

Perubahan tekanan dapat dideteksi dengan isyarat jika terjadi penyimpangan tekanan dan pressure control akan mengaturnya kembali sesuai dengan nilai set poin 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.

4. *Level Control*

Beberapa proses menggunakan bahan baku berfasa cairan. Sehingga perlu adanya alat kendali volume berupa level control, agar tidak terjadi kelebihan bahan yang masuk dalam reaktor dan mengalami kelebihan kapasitas pada alat proses.

2.5 Pengendalian Waktu

Pabrik ini beroperasi dengan bahan baku yang diolah melalui proses konversi bakteri, oleh karena itu pengendalian waktu sangat diutamakan. Mulai dari pengendalian waktu pengaliran bahan baku utama, proses

pengolahan bakteri hingga produksi gas dan juga waktu simpan produk, agar tidak terjadi akumulasi berlebihan diluar kapasitas pabrik. Terutama pengendalian waktu juga diperlukan dalam memenuhi kuantitas produksi produk.

2.6 Pengendalian Bahan Proses

Agar tercapai kapasitas produksi sebanyak 5.140,325 ton/tahun, maka pengendalian bahan proses harus diperhatikan, mengingat pengendalian waktu sebagai variabel penentu pengolahan oleh bakteri terhadap produksi biogas.

BAB III

PERANCANGAN PROSES

Agar kapasitas produksi biogas dari onggok ini dapat memenuhi kapasitas produksi sebesar 5.140,325 ton/tahun, maka sangat penting untuk memperhatikan rancangan proses yang digunakan, pemilihan alat yang baik dan murah serta perencanaan produksi yang matang. Kesemua hal tersebut sangat menunjang dan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat terpisahkan.

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang merupakan ampas singkong, disimpan didalam Silo (ST-101). Dialirkan kedalam Steam Explode (RA-101) untuk merubah struktur Hemiselulosa, lignin agar menjadi monomer sellulosa. Kemudian bahan baku yang telah menjadi monomer sellulosa dialirkan dalam Mixer (MX-101) untuk dicampur dengan air sebelum masuk dalam Reaktor Hidrolisis. Dalam reaktor Hidrolisis (RA-102) monomer Sellulosa dirubah menjadi glukosa sebagai substrate bahan baku pengolahan biogas dengan menggunakan air.

3.1.2 Proses Pembentukan Produk

Karena produk merupakan Gas, maka proses pembentukan produk terjadi dalam reaktor Fermentor (RA-103) secara batch. Akan dibuat beberapa reaktor secara seri. Bahan baku yang telah hancur pada proses sebelumnya dialirkan kedalam tangki-tangki tersebut secara seri, berdasarkan jadwal pengisian. Kemudian didalam tangki

dialirkan manure/sludge yang merupakan katalis untuk terjadinya reaksi pembentukan gas metan. Dan juga diberi asupan yeast sebagai *booster* pembentukan biogas.

3.1.3 Proses Pemisahan

Hasil *output* (luaran) dari dalam reaktor bagian atas adalah Gas Metan (CH_4), beserta pengotor berupa gas H_2S dan CO_2 . Pada bagian bawah reaktor terdapat air dan sludge. Maka perlu dilakukan pemisahan untuk masing-masing hasil atas dan hasil bawah. Karena fasa kedua hasil ini berbeda (gas untuk hasil atas dan padatan untuk hasil bawah), maka pemisahan cukup mudah, dengan memompa hasil atas menuju bagian pemurnian menggunakan pompa. Sedangkan pada bagian bawah, dialirkan menuju UPAL.

3.1.4 Proses Pemurnian

Produk biogas mengandung pengotor berupa H_2S dan CO_2 . Maka proses pemurnian diperlukan untuk meminimalisir pengotor dan menghasilkan produk gas metan yang lebih murni dan tidak mengganggu proses produksi dan produk akhir. Pertama-tama gas dialirkan kedalam adsorber yang berisi tumpukan Fe_2O_3 untuk mereduksi kadar H_2S dan H_2O . Kemudian produk dialirkan kedalam adsorber yang mengandung CaO untuk mereduksi kadar CO_2 .

3.1.5 Proses Pendinginan

Biogas yang sudah dimurnikan sesuai dengan spesifikasi produksi kemudian dicairkan untuk memudahkan penyimpanan dan transportasi produk baik secara darat maupun laut. Seperti dalam perancangan, Biogas disimpan dalam kondisi cair pada tekanan 45 atm dan suhu $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Proses pendinginan terdiri dari tiga tahapan, Tahap pertama adalah pemampatan, dimana *Charge Gas outlet* dari CO_2 adsorber ditekan hingga 45 atm. Tahap kedua adalah mendinginkan hingga suhu mencapai $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ menggunakan cooler yang dialiri oleh propane. Tahap ketiga, gas yang sudah mencapai suhu $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, kemudian dialirkan dalam kondenser untuk dicairkan dan disimpan dalam tangki penyimpanan.

3.2 Perencanaan Produksi

3.2.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan konsumsi bahan bakar gas untuk konsumsi rumah tangga dan produksi limbah onggok singkong dari pengolahan tapioka. Dalam menyusun produksi secara garis besar, ada dua hal yang saya pertimbangkan yaitu faktor internal dan external yang meliputi :

A. Faktor Internal

Yang dimaksud faktor internal adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan pabrik dalam menghasilkan produksi

biogas sesuai dengan kapasitas yang nantinya akan dijual kepada masyarakat luas/konsumen.

B. Faktor External

Yang dimaksud faktor external adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan pasar untuk menyerap jumlah produk yang dihasilkan dari pabrik ini.

3.2.2 Kemampuan Pasar

Dalam mensiasati kemampuan pasar untuk menyerap produk biogas dari limbah kulit singkong, saya memprediksi ada dua kemungkinan yang bisa terjadi.

Kemungkinan pertama adalah bila kemampuan serap produk di pasaran lebih besar dibandingkan kapasitas produksi pabrik, maka pemecahan masalahnya adalah produksi dilakukan secara maksimal. Kemungkinan kedua adalah bila kemampuan serap produk di pasaran lebih kecil dibandingkan kapasitas produksi pabrik, maka alternatif pemecahan masalahnya dapat dibuat dua alternatif. Alternatif pemecahan masalah pertama adalah mencari pasar diluar daerah atau diluar negeri sesuai dengan skala produk yang tidak terserap oleh pasar dalam negeri. Alternatif pemecahan masalah yang kedua adalah produk disimpan selama beberapa waktu dalam tangki-tangki siap kirim, untuk diperjual belikan ditahun berikutnya.

3.3 Neraca Massa

Seting neraca massa untuk pra rancangan pabrik biogas dari onggok ini, dengan kemurnian produk sebesar 94% dengan kapasitas 5.140,325 ton/tahun ini meliputi :

A. Neraca Massa Total

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)
$C_6H_{10}O_5$	1187.500	-
$C_{13}H_{25}O_7N_3S$	1039.445	-
Yeast	118.794	-
HCl	41.250	-
NaOH	41.250	-
NaCl	-	82.500
$C_6H_{12}O_6$	-	1,190.261
H_2O	-	514.379
CO_2	-	76.563
CH_4	-	547.147
NH_3	-	17.031
H_2S	-	0.358
	2428.239	2428.239

B. Neraca Massa Komponen

1. Steam Explode

Komponen	Input (kg/jam)	Output (Kg/Jam)
Sellulosa	689.000	1235.000
Hemiselulosa	276.900	0.000
Lignin	269.100	0.000
Protein	15.600	15.600
Air	49.400	49.400
Total	1300.000	1300.000

2. Reaktor Hidrolisis

Komponen	input (kg/jam)	Output (kg/Jam)
C6H10O5	1235.000	120.944
H2O	699.400	575.585
C6H12O6	0.000	1237.871
Protein	15.600	15.600
HCl	42.900	42.900
Total	1992.900	1992.900

3. Netralizer

Komponen	input (kg/jam)	Output (kg/Jam)
$C_6H_{10}O_5$	120.944	120.944
H_2O	575.585	575.585
$C_6H_{12}O_6$	1237.871	1237.871
Protein	15.600	15.600
HCl	42.900	0.000
NaOH	42.900	0.000
NaCl	0.000	85.800
Total	2035.800	2035.800

4. Rotary Drum Vacuum Filter

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
		Cake	Filtrat
$C_6H_{10}O_5$	120.944	120.944	0.000
H_2O	630.194	51.686	578.509
$C_6H_{12}O_6$	1237.871	287.661	950.210
Protein	15.600	0.000	15.600
NaCl	85.800	85.800	0.000
		546.091	1544.318
Total	2090.409	2090.409	

5. Fermentor

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)
$C_6H_{12}O_6$	950.210	0.000
$C_{13}H_{25}O_7N_3S$	1183.105	127.999
Yeast	123.545	123.545
H_2O	808.203	480.159
CO_2	0.000	1561.294
CH_4	0.000	569.033
NH_3	0.000	17.030
H_2S	0.000	186.003
Total	3065.063	3065.063

6. H_2S Adsorber

Komponen	Input (kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
		Terjerap	Lolos
H_2O	48.016	48.016	0.000
CO_2	1561.294	0.000	1561.294
CH_4	569.033	0.000	569.033
H_2S	186.003	185.631	0.372
		233.647	2130.699
Total	2364.346	2364.346	

7. CO₂ Adsorber

Komponen	Input (Kg/Jam)	Output (Kg/Jam)	
		Terjerap	Lolos
CO ₂	1561.294	1481.668	79.626
CH ₄	569.033	0.000	569.033
H ₂ S	0.372	0.000	0.372
		1481.668	649.031
Total	2130.699	2130.699	

3.4 Neraca Panas

Asumsi Perhitungan Neraca Panas

- Basis = 1 Jam
- Satuan = Kjoule/Jam
- Temp. Referensi = 25^oC (Fase Cair)

A. Neraca Panas di Mixer (MX-101)

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 19095452.72$	1. Hasil Pencampuran $\Delta H_k = 19095452.72$
19095452.72	19095452.72

B. Neraca Panas di Reaktor Hidrolisis

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 14878071.98$	1. Panas Keluar $\Delta H_k = 14878071.98$
2. Beban Pendingin $Q = 13209.391$	$\Delta H_r = 1310.403$
14878071.98	14878071.98

C. Neraca Panas di Reaktor Fermentor

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 11835.35$	1. Panas Keluar $\Delta H_k = 11835.35$
2. Beban Pendingin $Q = 23774464.18$	$\Delta H_r = 1336881.337$
11835.35	11835.35

D. Neraca Panas di Netralizer

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 381.904$	1. Panas Keluar $\Delta H_k = 381.904$
381.904	381.904

E. Neraca Panas di Filter

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 146094.48$	1. Panas Keluar $\Delta H_k = 146094.48$
146094.48	146094.48

F. Neraca Panas di Compressor

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 534120.261$	1. Panas Keluar $\Delta H_k = 534120.261$
534120.261	534120.261

G. Neraca Panas di Condenser

Input (kkal/Jam)	Output (kkal/Jam)
1. Panas Masuk $\Delta H_m = 4779361.453$	1. Panas Keluar $\Delta H_k = 4728944.264$ 2. Beban Panas $Q_s = 50417.188$
4779361.453	4779361.453

3.5 Spesifikasi Mesin

Untuk menghasilkan produk secara maksimal, mengefisienkan proses dan mengurangi pengeluaran yang tidak terduga, maka berikut dilampirkan spesifikasi alat yang digunakan, baik dalam penyimpanan bahan baku, reaktor proses, reaktor pada proses pemurnian dan tabung penyimpan. Alat-alat tersebut dibagi kedalam dua kelompok besar. Yaitu alat-alat besar dan alat-alat kecil, yang dideskripsikan antara lain :

3.5.1 Alat Besar

a. Silo Penyimpan Onggok Singkong (ST-101)

- Fungsi = Menyimpan bahan baku berupa onggok singkong dari hasil pengolahan tapioka selama 7 Hari.
- Jenis = Silo
- Bahan = Carbon Steel CA 283 grade C
- Tinggi = 2,859 m
- Jumlah = 1 (Satu) Buah
- Harga = Rp. 470.998.298,-

b. Tangki Penyimpanan Sludge (ST-102)

- Fungsi = Menyimpan bahan baku berupa sludge/manure selama 3 hari.
- Jenis = Tangki Silinder tegak.
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30 °C.
- Bahan = Carbon Steel CA-283 grade C

- Diameter = 5.483 m
- Tinggi = 6.178 m
- Jumlah = 1 (Satu) Buah
- Harga = Rp. 413.739.681,-

c. Tangki Penyimpanan HCl (ST-103)

- Fungsi = Menyimpan HCl sebagai katalis pada proses Hidrolisis selama 7 Hari.
- Jenis = Tangki Silinder Vertikal
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30°C
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C.
- Diameter = 2.604 m
- Tinggi = 2.743 m
- Jumlah = 1 (Satu) Buah
- Harga = Rp. 46.176.303,-

d. Tangki Penyimpanan NaOH (ST-104)

- Fungsi = Menyimpan NaOH untuk kebutuhan netralisasi HCl pada proses hidrolisis. Waktu penyimpanan adalah 7 Hari.
- Jenis = Tangki silinder vertical beratap torispherical.
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30°C
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C.
- Diameter = 2.589 m
- Tinggi = 2.728 m

- Jumlah = 1 (Satu) buah
- Harga = Rp. 308.457.709,-

e. Steam Explode (RA-101)

- Fungsi = Mengubah struktur Hemisellulosa dan Lignin menjadi monomer Sellulosa dengan bantuan steam.
- Jenis = Tangki Silinder tegak berpengaduk dengan atap torispherical.
- Kondisi Operasi = Tekanan 12.388 atm dan suhu 190 °C
- Bahan = SA-283 grade C.
- Diameter = 0.969 m
- Tinggi = 2.959 m
- Jumlah = 1 (satu) buah
- Harga = Rp. 927.220.179,-

f. Mixer (MX-101)

- Fungsi = Mencampurkan Sellulosa dan Air sebelum masuk kedalam reaktor Hidrolisis. Serta menurunkan tekanan operasi dan suhu proses menjadi suhu untuk persiapan hidrolisis.
- Jenis = Tangki Silinder berpengaduk tak bertutup.
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30 °C
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C.
- Diamter = 0.356 m

- Tinggi = 0.580 m
- Jumlah = 1 (satu) buah
- Harga = Rp. 135.758.333,-

g. Reaktor Hidrolisis (RA-102)

- Fungsi = Merubah selulosa menjadi glukosa menggunakan bantuan air dan HCl sebagai katalis.
- Jenis = Tangki Silinder Vertikal berpengaduk.
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 90°C.
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C
- Diameter = 0.95 m
- Tinggi = 1.79 m
- Jumlah = 4 (empat) buah
- Harga = Rp. 1.821.193.421,-

h. Netralisator (MX-102)

- Fungsi = Menetralkan HCl dari hasil Hidrolisis menggunakan NaOH.
- Jenis = Tangki silinder berpengaduk.
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30°C
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C
- Diameter = 0.848 m
- Tinggi = 1.246 m
- Jumlah = 1 (satu) buah
- Harga = Rp. 438.674.885,-

i. Reaktor Fermentor (RA-103)

- Fungsi = Mereaksikan bahan baku yang berupa filtrat glukosa menjadi biogas dengan bantuan Sludge.
- Jenis = Tangki silinder tegak berpengaduk.
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 35 °C.
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C
- Diameter = 1.68 m
- Tinggi = 3.59 m
- Jumlah = 21 (dua puluh satu) Buah
- Harga = Rp. 9.561.265.458,-

j. H₂S Adsorber (AD-101)

- Fungsi = Menyerap gas H₂S, sehingga dalam produk hanya tersisa gas H₂S sebanyak 1,2%.
- Jenis = Tangki silinder tegak dan beratap torispherical
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30°C
- Adsorben = Fe₂O₃
- Tinggi Packing = 0.446 m
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C
- Diameter = 0.402 m
- Tinggi = 1.055 m
- Jumlah = 2 (dua) buah
- Harga = Rp. 22.164.625,-

k. CO₂ Adsorber (AD-102)

- Fungsi = Menyerap gas CO₂ dalam produk sehingga CO₂ yang tersisa dalam biogas sebanyak 4,1%.
- Jenis = Tangki silinder tegak dan beratap torispherical
- Kondisi Operasi = Tekanan 1 atm dan suhu 30°C
- Adsorben = CaO
- Tinggi Packing = 42.285 m
- Bahan = Carbon Steel SA-283 grade C
- Diameter = 0.162 m
- Tinggi = 4.845 m
- Jumlah = 2 (dua) buah
- Harga = Rp. 24.381.088,-

l. Tangki penyimpanan produk (ST-105)

- Fungsi = Menyimpan produk biogas cair selama \pm 3 hari.
- Jenis = Tangki Horizontal.
- Bahan = Stainles Steel
- Kondisi Operasi = Tekanan 45 atm, temperatur -80°C.
- Volume = 78443511.44 L
- Diameter = 46.391 m
- Jumlah = 1 (satu) Buah
- Harga = Rp. 29.090.147.848,-

3.5.2 Alat Kecil

a. Screw Conveyor (MT-101)

- Fungsi = Memindahkan bahan baku onggok dari tangki penyimpanan kedalam *Bucket Ellevator* (MT-102).
- Jenis = *Screw conveyor* dengan *feed hopper* dan *discharge chute*.
- Bahan = Carbon Steel
- Jarak Horizontal = 30.48 m
- Elevasi = 3.65 m
- Harga = Rp. 96.046.711,-

b. Bucket Ellevator 1 (MT-102)

- Fungsi = Membawa padatan dari Screw Conveyor ke dalam Steam Explode (RA-101).
- Spesifikasi = - Ukuran Bucket : 6 x 4 x 6 ¼ inch
 - Jarak tiap bucket : 12 inch
 - Tebal Belt : 7 inch
 - D. Pulley Atas : 20 inch
 - D. Pulley Bawah : 14 inch
- Elevasi = 3.65 m
- Harga = Rp. 96.046.711,-

c. Belt Conveyor 1 (MT-103)

- Fungsi = Memindahkan hasil steam explode kedalam Bucket Ellevator 2 (MT-104) sebelum dimasukan dalam tangki hidrolisis.
- Bahan = Carbon Steel
- Jarak Horizontal = 30.48 m
- Elevasi = 3.65 m
- Harga = Rp. 96.046.711,-

d. Bucket Ellevator 2 (MT-104)

- Fungsi = Membawa hasil hidrolisis dari *Belt Conveyor* ke dalam mixer.
- Spesifikasi = - Ukuran Bucket : 6 x 4 x 6 ¼ inch
- Jarak tiap bucket : 12 inch
- Tebal Belt : 7 inch
- D. Pulley Atas : 20 inch
- D. Pulley Bawah : 14 inch
- Elevasi = 0.680 m
- Harga = Rp. 96.046.711,-

e. Compressor (CGC-101)

- Fungsi = Menaikan tekanan *Charge Gas Outlet* dari Adsorber guna keperluan perubahan fasa pada proses.
- Jenis = Centrifugal Multi Stage

- Bahan = Stainless Steel
- Kondisi Operasi = Tekanan 45 atm, suhu -80°C .
- Jumlah = 1 (satu) Buah
- Power = 15 HP
- Harga = Rp. 195.473.700,-

f. Cooler (CO-101)

- Fungsi = Mendinginkan Charge Gas Outlet dari compressor sebelum diembunkan dalam condenser.
- Jenis = Heat Exchanger 1-2
- Spesifikasi
 - a. Shell Side
 - Temperature = 35°C
 - Fluida Panas = Charge Gas
 - ID Shell = 12 Inch
 - Pass = 1
 - b. Tube Side
 - Temperature = -90°C
 - Fluida Dingin = Propane Cair
 - OD = 1 inch
 - BWG = 10
 - Pitch = 1.25 inch
 - Panjang = 14 ft.
 - Pass = 2

- Harga = Rp. 110.673.090,-

g. Condenser (CGC-102)

- Fungsi = Mengembunkan biogas dari cooler untuk kebutuhan penyimpanan dalam fasa cair.

- Jenis = Heat Exchanger

- Spesifikasi

a. Shell side

- Temperatur = - 80 °C
- Fluida panas = Charge Gas
- ID Shell = 13 inch
- Pass = 1

b. Tube Side

- Temperatur = - 105OC
- Fluida Pendingin = Propane Cair
- OD = 1 inch
- BWG = 10
- Pitch = 1.25 inch
- Panjang = 14 ft
- Pass = 2

- Harga = Rp. 61.025.940,-

h. Heat Exchanger (HE-101)

- Fungsi = Memanaskan Larutan HCl dari suhu penyimpanan (-60°C) menjadi suhu 90°C .
- Jenis = Double Pipe Heat Exchanger
- Koefisien Transfer Panas
 - U Clean = 0
 - U Dirty = $149.693 \text{ BTU/Jam.}^{\circ}\text{F}$.
- Luas Transfer Panas = 0.500 ft^2
- Harga = Rp. 38.788.095,-

i. Heat Exchanger (HE-102)

- Fungsi = Menurunkan suhu outlet dari Filter (FF-101) sebelum masuk kedalam reaktor Fermentor.
- Jenis = Double Pipe Heat Exchanger
- Koefisien Transfer Panas
 - U Clean = 0
 - U Dirty = $127.886 \text{ BTU/Jam.}^{\circ}\text{F}$
- Luas Transfer Panas = 0.356 ft^2
- Harga = Rp. 36.017.516,-

j. Pompa

No	Alat	Spesifikasi	Fungsi
1	GA-101	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 6.314 gpm</p> <p>Head : 18.80 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.146 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.2 HP</p> <p>Harga : Rp. 3.684.501,-</p>	<p>Mengalirkan Sludge dari tangki penyimpanan kedalam Reaktor Fermentor.</p>
2	GA-102	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 0.232 gpm</p> <p>Head : 17.360 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.005 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.05 HP</p> <p>Harga : Rp. 1.287.774,-</p>	<p>Mengalirkan HCl dari tangki penyimpanan kedalam Reaktor Hidrolisis</p>
3	GA-103	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 10.822 gpm</p> <p>Head : 0.0131 ft</p>	<p>Mengalirkan Outlet Hidrolisis menuju tangki netraliser</p>

		<p>Tenaga pompa : 0.0015 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.05 HP</p> <p>Harga : Rp. 2.273.067,-</p>	
4	GA-104	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 0.0019 gpm</p> <p>Head : 6.63 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.001 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.05 HP</p> <p>Harga : Rp. 1.730.672,-</p>	<p>Mengalirkan NaOH untuk kebutuhan netralisasi HCl.</p>
5	GA-105	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 0.124 gpm</p> <p>Head : 17.310 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.005 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.05 HP</p> <p>Harga : Rp. 2.102.740,-</p>	<p>Mengalirkan Outlet bahan yang telah didinginkan dari HE- 101 menuju reaktor Hidrolisis</p>
6.	GA-106	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 0.124 gpm</p>	<p>Mengalirkan HCl yang telah diturunkan suhunya untuk keperluan hidrolisis.</p>

		<p>Head : 16.883 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.0048 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.05 HP</p> <p>Harga : Rp. 2.740.410,-</p>	
7	GA-107	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 1.857 gpm</p> <p>Head : 17.408 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.236 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.5 HP</p> <p>Harga : Rp. 2.045.510,-</p>	<p>Mengalirkan outlet netralisator menuju filter untuk dipisahkan antara Filtrat dan Cake.</p>
8	GA-108	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 3.129 gpm</p> <p>Head : 17.330 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.2258 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.5 HP</p> <p>Harga : Rp. 1.258.047</p>	<p>Mengalirkan outlet MX-101 kedalam HE- 101.</p>
9	GA-109	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p>	<p>Mengalirkan Outlet Filter menuju Reaktor Hidrolisis.</p>

		<p>Kapasitas : 2.336 gpm</p> <p>Head : 28.087 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.290 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.5 HP</p> <p>Harga : Rp. 1.449.057,-</p>	
10	GA-110	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 7.817 gpm</p> <p>Head : 17.616 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.278 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.5 HP</p> <p>Harga : Rp. 1.287.776,-</p>	<p>Mengalirkan Charge Gas Outlet dari Fermentor kedalam AD-101</p>
11	GA-111	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow)</p> <p>Kapasitas : 18.759 gpm</p> <p>Head : 18.911 ft</p> <p>Tenaga pompa : 0.2692 HP</p> <p>Tenaga motor : 0.5 HP</p> <p>Harga : Rp. 2.730.672,-</p>	<p>Mengalirkan Charge Gas Outlet dari AD- 101 kedalam AD-102.</p>
12	GA-112	<p>Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction,</p>	<p>Mengalirkan Charge Gas Outlet dari AD-</p>

		radial flow) Kapasitas : 5.714 gpm Head : 18.448 ft Tenaga pompa : 0.080 HP Tenaga motor : 0.125 HP Harga : Rp. 1.827.644,-	102 kedalam CGC-101.
13	GA-113	Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow) Kapasitas : 1.156 gpm Head : 17.067 ft Tenaga pompa : 0.074 HP Tenaga motor : 0.2 HP Harga : Rp. 1.273.067,-	Mengalirkan Charge Gas Outlet dari CGC-101 kedalam CO-101
14	GA-114	Jenis : Centrifugal Pumps (single stage, single suction, radial flow) Kapasitas : 1.157 gpm Head : 17.727 ft Tenaga pompa : 0.0769 HP Tenaga motor : 0.125 HP Harga : Rp. 2.051.047,-	Mengalirkan Charge Gas Outlet dari CO-101 kedalam CD-101
15	GA-115	Jenis : Centrifugal Pumps	Mengalirkan Charge

		(single stage, single suction, radial flow) Kapasitas : 1.870 gpm Head : 23.8463 ft Tenaga pompa : 0.0940 HP Tenaga motor : 0.125 HP Harga : Rp. 3.102.740,-	Gas Outlet dari CD-101 kedalam tangki penyimpanan Produk.
--	--	---	---

BAB IV

PERANCANGAN PABRIK

Telah selesai membahas tentang perancangan produk, maka saya mulai untuk meletakkan perancangan pabrik biogas dengan kapasitas 5.140,325 ton/tahun.

Point-point yang ingin saya tekankan antara lain :

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 menurut rencana, akan dibangun di area perindustrian Cilegon – Banten. Pemilihan lokasi di daerah ini mengacu pada beberapa pertimbangan 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 primer yang berpengaruh antara lain :

1. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi Cilegon yang dekat dengan pelabuhan merak, sangat dekat dengan pelabuhan Bakawheni – Lampung. Dimana Lampung merupakan pemasok bahan baku terbesar proses pengolahan biogas ini.

2. Pemasaran

Produk biogas ini merupakan bahan bakar yang tidak hanya akan digunakan untuk konsumsi rumah tangga, tapi juga industri. Sehingga lokasi yang dekat dengan pasar wilayah Jawa, Kota Cilegon lebih unggul. Mengingat di daerah ini merupakan kawasan industri besar seperti pabrik pengolahan baja, pabrik kimia dan pabrik-pabrik manufaktur lainnya.

3. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah air, CaO (padat), Fe₂O₃ (padat), propane pendingin, bahan bakar dan listrik. Lokasi pabrik didirikan di dekat sungai, untuk memenuhi kebutuhan air seperti air proses, air pencuci dan kebutuhan air umum lainnya. Sedangkan propane cair, akan dibeli dari PT. Pertamina di Sumatera Selatan dan PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk. CaO dibeli dari PT. Langgeng Perkasa, Cengkareng – Banten. Lokasi Cilegon yang hanya berjarak ± 1 jam dari Tangerang, membuat biaya pengiriman yang lebih murah.

4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama dalam pendirian suatu pabrik, dengan didirikannya pabrik di kawasan industri Cilegon, penduduk disekitar Kota Serang dan Cilegon memungkinkan untuk mendapatkan pekerjaan. Mengingat disini juga ada sebuah universitas negeri yang memiliki tenaga ahli dan tenaga muda

yang siap menyalurkan ilmu pengetahuan dan kemampuannya dalam mendukung pembangunan pabrik biogas ini. Dan disekitar kota banten banyak Sekolah Menengah Kejuruan yang berbasis ilmu kimia analis, membuat semakin kompetennya tenaga kerja yang akan direkrut.

5. Transportasi

Lokasi pabrik harus mudah dicapai sehingga mudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk, terdapat transportasi yang lancar baik darat maupun laut. Letak pabrik pengolahan biogas ini ditepi jalan raya yang dekat dengan pintu dan jalur transportasi cilegon-merak. Sehingga memudahkan transportasi melalui darat. Pelabuhan merak yang merupakan bagian dari kota cilegon menjadi pendukung lain dalam pemilihan lokasi pabrik sehingga memudahkan penyaluran dan distribusi bahan baku dari lampung dan distribusi produk ke pulau sumatra dan kalimantan.

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

Perluasan areal pabrik adalah faktor lainnya yang harus dipertimbangkan. Pemilihan lokasi di kawasan industri cilegon, memungkinkan adanya perluasan areal jika dikemudian hari, pabrik mendapatkan surplus dan permintaan produk meningkat.

2. Perijinan

Oleh karena pabrik dibangun dikawasan industri, maka tidak sulit untuk mengatur perizinan pendirian pabrik. Perijinan pabrik ini meliputi :

- a. Izin gangguan, merupakan izin yang wajib dimiliki oleh sebuah perusahaan dalam melakukan sebuah kegiatan dalam lingkungan tertentu.
- b. Pengoperasian, sistem pengambilan tenaga kerja dan proses pelaksanaan produksi yang tidak mengganggu.

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 taraf hidup.

4. 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 diletakan diatas peralatan yang lain ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

5. Instalasi dan utilitas

Ketersediaan pendukung proses, seperti air, udara, sumber tenaga/listrik juga merupakan sebuah kewajiban yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik.

Jika sumber tenaga/listrik dalam daerah tidak memadai, maka banyak pertimbangan seperti pemilihan pemasangan sumber tenaga penggerak lain seperti generator atau turbin.

4.2 Tata Letak Pabrik

Lay out (tata letak) pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat karyawan bekerja, tempat peralatan dan tempat menyimpan bahan. *Lay out* pabrik yang tepat sangat penting untuk mendapatkan efisiensi, keselamatan dan kelancaran para pekerja serta keselamatan dan kelancaran proses.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam tata letak ruang pabrik adalah :

- a. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan di masa mendatang. Perluasan pabrik harus sudah masuk dalam perhitungan awal sebelum masalah kebutuhan tempat menjadi problem besar di kemudian hari. Sejumlah areal khusus harus disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik bila dimungkinkan pabrik menambah

peralatan untuk menambah kapasitas atau menambah peralatan guna mengolah bahan baku sendiri.

b. Harga tanah merupakan faktor yang membatasi kemampuan penyediaan awal. Bila harga tanah tinggi, maka diperlukan efisiensi yang tinggi terhadap pemakaian ruangan. Pemakaian tempat harus disesuaikan dengan areal yang tersedia. Bila perlu ruangan harus dibuat bertingkat, sehingga dapat menghemat tempat.

c. Faktor yang paling penting adalah faktor keamanan. Meskipun telah dilengkapi dengan alat-alat pengaman, seperti hydrant, reservoir air yang mencukupi, penahan ledakan dan juga asuransi pabrik, faktor-faktor pencegah harus tetap disediakan misalnya tangki bahan baku, produk dan bahan bakar harus ditempatkan di areal khusus dengan jarak antar ruang yang cukup untuk tempat-tempat yang rawan akan bahaya ledakan dan kebakaran.

d. Fasilitas Jalan

Jalan raya untuk pengangkutan bahan baku, produk dan bahan-bahan lainnya sangat diperlukan. Penempatan jalan tidak boleh mengganggu proses atau kelancaran dari tempat yang dilalui.

Perincian luas tanah serta tata letak bangunan pabrik ditunjukkan pada tabel dan gambar berikut ini.

Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Jenis Bangunan	Luas (m ²)
1	Pos jaga 1	25
2	Pos jaga 2	16
3	Pos jaga 3	16
4	Area parkir 1	250
5	Area parkir 2	392
6	Aula	625
7	Masjid	225
8	Kantor utama	1000
9	Kantin	300
10	Poliklinik	225
11	Laboratorium	300
12	Ruang kontrol	300
13	Gudang	600
14	Lapangan	1548
15	Taman	700
16	Pemadam kebakaran	200
17	Bengkel	200
18	Kantor teknik dan produksi	400
19	Kantor KKKLL	800
20	Mess	11000
21	Proses utilitas dan tangki	6000
22	Jalan,dll	3000
23	Luas tanah perluasan	4500
	Total	32.622

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi 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

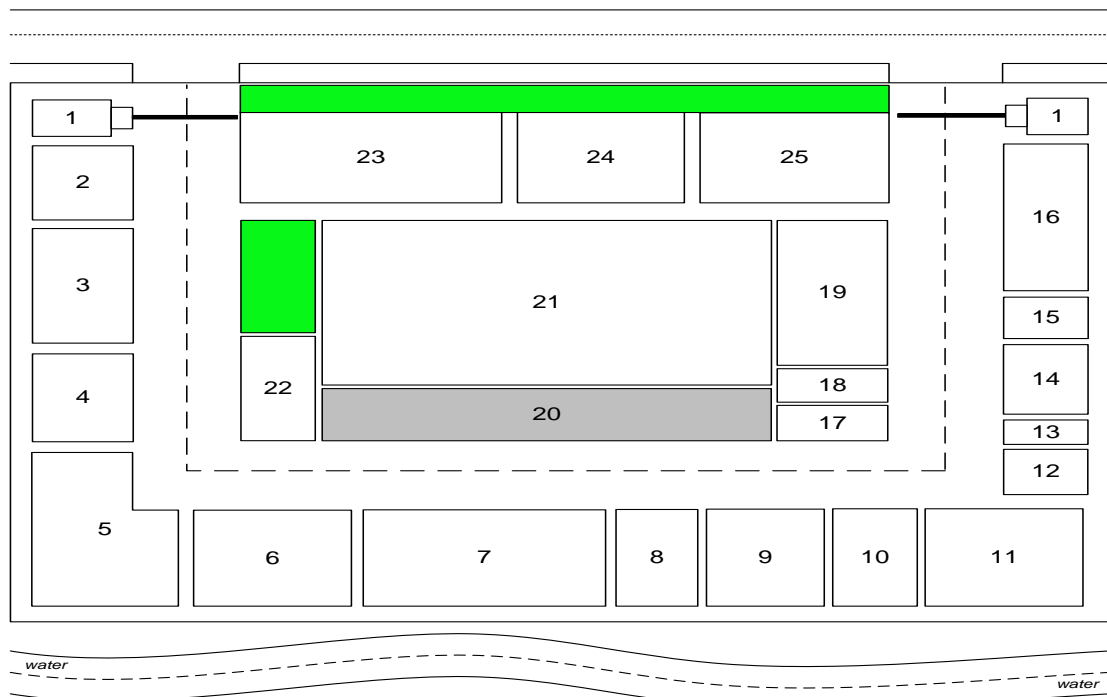
Daerah tempat alat-alat proses diletakkan dan tempat proses berlangsung.

3. Daerah pergudangan umum, bengkel dan garasi

Daerah ini mengkhususkan untuk tempat-tempat perbaikan alat-alat proses agar tidak ter-expose ke luar pabrik. Perawatan alat dan penyimpanan suku cadang alat-alat proses juga menjadi satu pada area ini.

4. Daerah utilitas

Utilitas merupakan pendukung penting dalam jalannya proses, dimana udara tekan, air proses dan listrik penggerak setiap alat yang ada di dalam pabrik, disupply dari unit ini. Pemilihan daerah juga mengikuti pertimbangan ini. Dimana kawasan cilegon, dekat dengan Cidanau dan sungai cikoneng yang melewati daerah ini, memudahkan pengambilan air untuk kebutuhan proses.



Gambar 4.1 Tata letak pabrik

Keterangan

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. Pos jaga 2&3 | 15. Parkir tamu |
| 2. Area pembangkit listrik | 16. Parkir truk |
| 3. Kantor pemadam kebakaran | 17. Ruang kontrol |
| 4. Kantor KKKLL | 18. Laboratorium |
| 5. Bengkel | 19. Tangki bahan baku |
| 6. Gudang alat | 20. Daerah perluasan |
| 7. Utilitas | 21. Daerah proses |
| 8. Ruang kontrol utilitas | 22. Gudang bahan kimia |
| 9. Poliklinik | 23. Tangki produk |
| 10. Masjid | 24. Kantor bagian produksi |
| 11. Mess | 25. Kantor induk organisasi |
| 12. Kantin dan koperasi | --- Jalan pabrik |
| 13. Pos Jaga 1 | Jalan raya |
| 14. Gedung pertemuan | ~~~~~ Sungai |

4.3 Tata Letak Mesin

Dalam perancangan tata letak peralatan mesin atau 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, dan perlu diatur sedemikian rupa agar tidak mengganggu lalu lintas kerja.

2. Aliran udara

Kelancaran aliran udara di dalam dan di sekitar 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. Di samping 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 produksi 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 alat-alat proses lainnya.

7. Maintenance

Maintenance atau perawatan 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 alat 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. *Turn Around Maintenance* 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 :

1. Kelancaran proses produksi dapat terjamin
2. Dapat mengefektifkan penggunaan ruangan
3. Biaya material dikendalikan agar lebih rendah, sehingga dapat mengurangi biaya faktor yang tidak penting.

4.4 Spesifikasi Alat Utilitas

1. Bak pengendapan awal (BU-01)

- Fungsi : Mengendapkan kotoran kasar dalam air. Pengendapan terjadi karena gravitasi dengan waktu tinggal 5 jam
- Kapasitas : 15.739 m³
- Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang = 3.548 m ; Lebar = 1.774 m ; Tinggi = 2,5 m
- Harga : Rp. 359.737.920,-

2. Tangki flokulator (TFU-01)

- Fungsi : Mengendapkan kotoran yang berupa dispersi koloid dalam air dengan menambahkan koagulan
- Jenis : tangki silinder

- Kapasitas : 6,295 m³
- Dimensi : D = 2,0017 m ; H = 2,0017 m
- Harga : Rp. 65.865.690,-

3. Clarifier (CL)

- Fungsi : Menampung sementara air yang mengalami fluktuasi dan memisahkan flok dari air
- Jenis : *Circular clarifiers*
- Kapasitas : 6,2957 m³
- Waktu tinggal : 1 jam
- Diameter : 2,0017 m
- Tinggi *clarifiers* : 52,668 m
- Harga : Rp. 4.249.710,-

4. Bak saringan pasir (BSP)

- Fungsi : Menyaring sisa-sisa kotoran yang masih terdapat dalam air terutama kotoran berukuran kecil yang tidak dapat mengendap dalam clarifier
- Jenis : 2 buah kolom dengan saringan pasir
- Tinggi saringan : 2,426 m
- Tinggi lapisan pasir : 2,022 m
- Volum bak : 2,082 m³
- Harga : Rp. 27.653.130,-

5. Bak penampung air bersih (BU-02)

- Fungsi : Menampung air bersih dari saringan pasir dengan waktu tinggal 5 jam
- Kapasitas : $12,591 \text{ m}^3$
- Dimensi : Bak persegi yang diperkuat beton bertulang
Panjang = 3,173 m ; Lebar = 1,586 m ; Tinggi = 2,5 m
- Harga : Rp. 359.737.920,-

6. Bak penampung air untuk sanitasi (BU-03)

- Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga
- Kapasitas : 42 m^3
- Dimensi : Bak empat persegi panjang
Panjang = 7,483 m ; Lebar = 3,741 m ; Tinggi = 1,5 m
- Harga : Rp. 301.901.040,-

7. Bak air pendingin (BU-05)

- Fungsi : Menampung sementara air pendingin sebelum digunakan di pabrik
- Jenis : bak persegi yang diperkuat beton bertulang dan dilapisi porselin
- Kapasitas : $0,847 \text{ m}^3$
- Dimensi : Tinggi = 1,5 m ; Lebar = 0,531 m ; Panjang = 1,063 m
- Harga : Rp. 301.901.040,-

8. Cooling tower (CTU)

- Fungsi : Mendinginkan air pendingin setelah digunakan dari suhu 104°F menjadi 77°F
- Jenis : Cooling tower induced draft
- Kapasitas : 12,436 gpm
- Dimensi : P = 0,480 m ; L = 0,480 m; H = 6,772 m
- *Power* motor : 1,5 Hp
- Harga : Rp. 78.633.360,-

9. Blower cooling tower (BU-04)

- Fungsi : Menghisap udara sekeliling untuk dikontakkan dengan air yang akan didinginkan.
- Kondisi operasi
 - Tekanan = 14,7 atm
 - Suhu masuk = 303 °K
 - Suhu keluar = 313 °K
- Kebutuhan udara : 1.769,0282 ft³/jam
- *Power* motor : 3 Hp
- Harga : Rp. 28.819.530,-

10. Kation exchanger

- Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg.
- Jenis : *Down flow kation exchanger*
- Kapasitas : 0.0116 m³

- Resin : *Natural greensand zeolit*
- Dimensi : H = 1.905 m ; D = 0.0880 m
- Harga : Rp. 5.405.040,-

11. Anion exchanger

- Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion Cl, SO₄, NO₃
- Jenis : *Down flow anion exchanger*
- Kapasitas : 0,0116 m³
- Resin : *Weakly basic anion exchanger*
- Dimensi : H = 1,905 m ; D = 0,088 m
- Harga : Rp. 5.405.040,-

12. Deaerator (DAU)

- Fungsi : Membebaskan gas CO₂ dan O₂ dari air yang telah dilunakkan dalam anion dan kation exchanger dengan larutan NaH₂PO₄.2H₂O
- Jenis : Silinder tegak yang berisi *packing*
- Kapasitas : 0.0536 m³
- Dimensi : D = 0,408 m ; H = 0,408 m
- Harga : Rp. 13.538.790,-

13. Tangki Air Umpan Boiler (TU-08)

- Fungsi : Menampung air umpan boiler sebagai air pembuat steam didalam boiler dengan waktu tinggal 24 jam
- Jenis : tangki silinder vertikal

- Kapasitas : 0,107 m³
- Dimensi : D = 0,514 m ; H = 0,514 m
- Harga : Rp. 246.483.090,-

14. Tangki penampung kondensat (TU-09)

- Fungsi : Menampung kondensat dari alat proses sebelum disirkulasi menuju tangki umpan boiler
- Jenis : Tangki silinder tegak
- Kapasitas : 0,085 m³
- Dimensi : D = 0,477 m ; T = 0,478 m
- Harga : Rp. 117.862.280,-

15. Tangki kaporit (TU-02)

- Fungsi : Membuat larutan desinfektan dari bahan kaporit untuk air yang akan digunakan di kantor dan rumah tangga. Untuk membebaskan klorin yang terkandung dalam air diperlukan klorin sebanyak 4 ppm
- Jenis : tangki silinder
- Kapasitas : 0,406 m³
- Dimensi : D = 0,803 m ; H = 0,803 m
- Harga : Rp. 25.230.510,-

16. Tangki disinfektan (TU-03)

- Fungsi : Tempat klorinasi untuk membunuh bakteri yang selanjutnya dipergunakan untuk keperluan kantor dan rumah tangga
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $3,5 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 1,646 \text{ m}$; $H = 1,646 \text{ m}$
- Harga : Rp. 91.625.200,-

17. Tangki larutan NaCl (TU-04)

- Fungsi : Membuat larutan NaCl jenuh yang akan digunakan untuk meregenerasi *kation exchanger*
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $0,020 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,294 \text{ m}$; $H = 0,294 \text{ m}$
- Harga : Rp. 7.734.690,-

18. Tangki larutan Na_2SO_4 (TU-07)

- Fungsi : Melarutkan Na_2SO_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $0,023 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,308 \text{ m}$; $H = 0,308 \text{ m}$
- Harga : Rp. 8.424.900,-

19. Tangki larutan N_2H_4 (TU-06)

- Fungsi : Melarutkan N_2H_4 yang berfungsi mencegah kerak dalam alat proses
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $0,023 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,308 \text{ m}$; $H = 0,308 \text{ m}$
- Harga : Rp. 8.424.900,-

20. Tangki tawas (TU-01)

- Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan alum 5 % untuk 1 minggu operasi dengan kecepatan $8.851,5068 \text{ kg/jam}$
- Jenis : tangki silinder tegak
- Kapasitas : $0,682 \text{ m}^3$
- Dimensi : $D = 0,880 \text{ m}$; $L = 1,760 \text{ m}$
- Harga : Rp. 3.456.846,-

21. Boiler (BO-01)

- Fungsi : Memproduksi steam jenuh pada suhu 320°F dan tekanan $29,4 \text{ Psi}$
- Jenis : *fire tube boiler*
- Kondisi operasi
 - Tekanan = $29,4 \text{ Psi}$
 - Suhu air umpan boiler = $273,92^\circ\text{F}$
 - Suhu *steam* jenuh = 320°F
- Kebutuhan bahan bakar : $80,3411 \text{ lt/jam}$

- Luas perpindahan panas : 1.275,284 ft²
- Spesifikasi *tube*
 - Volume = 28,922 m³
 - Diameter = 3,327 m
 - Tinggi = 3,327 m
 - Lebar = 24 ft
 - Jumlah = 86 buah
- Harga : Rp. 326.941.650,-

22. Pompa-01 (PU-01)

- Fungsi : Mengalirkan air sungai menuju bak pengendap awal (BU-01) sebanyak 474.579,1893 kg/jam
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 10.621,808 kg/j
- *Head* : 16,804 m
- Tenaga pompa : 3 Hp
- *Power motor* : 3 Hp
- Harga : Rp. 4.539.690,-

23. Pompa-02 (PU-02)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju bak flokulator
- Jenis : Pompa setrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 10.621,808 kg/j
- *Head* : 3,612 m
- Tenaga pompa : 0,75 Hp
- *Power motor* : 0,75 Hp
- Harga : Rp. 4.539.690,-

24. Pompa-03 (PU-03)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak pengendap menuju clarifier
- Jenis : Pompa setrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 10.621,808 kg/j
- *Head* : 7,6022 m
- Tenaga pompa : 1,5 HP
- *Power motor* : 1,5 Hp
- Harga : Rp. 4.539.690,-

25. Pompa-04 (PU-04)

- Fungsi : Mengalirkan air dari clarifier menuju bak saringan pasir
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 10.621,8082 kg/j
- *Head* : 0,6193 m
- Tenaga pompa : 0,0833 Hp
- *Power* motor : 0,0833 Hp
- Harga : Rp. 4.539.690,-

26. Pompa-05 (PU-05)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air bersih menuju bak penampung air kebutuhan
- Jenis : Pompa setrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 10.621,8082 kg/j
- *Head* : 2,0765 m
- Tenaga pompa : 0,5 Hp
- *Power* motor : 0,5 Hp
- Harga : Rp. 4.539.690,-

27. Pompa-06 (PU-06)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air untuk sanitasi menuju kantor
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 5.455,0000 kg/j
- *Head* : 10,1498 m
- Tenaga pompa : 0,5 Hp
- *Power* motor : 0,5 Hp
- Harga : Rp. 30.186,-

28. Pompa-07 (PU-07)

- Fungsi : Mengalirkan air dari bak penampung air pendingin menuju proses pabrik
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1buah
- Kapasitas : 19.827,5570 kg/j
- *Head* : 1,2693 m
- Tenaga pompa : 0,333333 Hp
- *Power* motor : 0,333333 Hp
- Harga : Rp. 5.774.580,-

29. Pompa-08 (PU-08)

- Fungsi : Mengalirkan air pendingin dari proses menuju *cooling tower* untuk didinginkan kembali
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 15.862,0456 kg/j
- *Head* : 1,2176 m
- Tenaga pompa : 0,25 Hp
- *Power motor* : 0,25 Hp
- Harga : Rp. 5.774.580,-

30. Pompa-09 (PU-09)

- Fungsi : Mengalirkan air pendingin *cooling tower* menuju bak penampungan air pendingin
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 15.862,0456 kg/j
- *Head* : 1,0280 m
- Tenaga pompa : 0,25 Hp
- *Power motor* : 0,25 Hp
- Harga : Rp. 462.060,-

31. Pompa-10 (PU-10)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari kation exchanger menuju *anion exchanger*
- Jenis : Pompa setrifugal (*axial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 235,6778 kg/j
- *Head* : 0,0640 m
- Tenaga pompa : 0,05 Hp
- *Power* motor : 0,05 Hp
- Harga : Rp. 462.060,-

32. Pompa-11 (PU-11)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari anion exchanger menuju deaerator
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 235,6778 kg/j
- *Head* : 1,2424 m
- Tenaga pompa : 0,05 Hp
- *Power* motor : 0,05 Hp
- Harga : Rp. 462.060,-

33. Pompa-12 (PU-12)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari deaerator menuju tangki umpan boiler
- Jenis : Pompa setrifugal (*radial flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 235,6778 kg/j
- *Head* : 3,0048 m
- Tenaga pompa : 0,05 Hp
- *Power* motor : 0,05 Hp
- Harga : Rp. 1.213.650,-

34. Pompa-13 (PU-13)

- Fungsi : Mengalirkan air pemanas dari tangki umpan boiler menuju boiler
- Jenis : Pompa setrifugal (*mix flow impeller*, hisap tunggal, *single stage*)
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 1.178,3892 kg/j
- *Head* : 0,4965 m
- Tenaga pompa : 0,5 Hp
- *Power* motor : 0,5 Hp
- Harga : Rp. 3.043.530,-

35. Generator (TU-07)

- Fungsi : Membangkitkan Listrik untuk keperluan proses, utilitas, dan umum apabila listrik dari PLN mengalami pemadaman
- Jenis : Generator Diesel
- Jumlah : 1 buah
- Kapasitas : 15,85806 Kw
- Kebutuhan bahan bakar : solar
- Harga : Rp. 783.360.000,-

4.5 Pelayanan Utilitas

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi di dalam pabrik adalah penyediaan utilitas, karena utilitas sangat mempunyai arti penting dalam menunjang operasi pabrik. 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 dan Pengolahan Air
2. Unit Pembangkit *Steam*
3. Unit Pembangkit Listrik
4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

4.5.1 Unit Penyediaan dan pengolahan air

Untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai

sumbernya. Dalam perancangan pabrik lauryl sulfat ini, untuk mencukupi kebutuhan air diperoleh dari sungai yang letaknya tidak jauh dari pabrik. Air yang dibutuhkan digunakan untuk keperluan proses yaitu, untuk membuat steam dan sebagai air pendingin serta untuk air minum.

1. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor berikut:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang sangat tinggi persatuan volume
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin
- e. Tidak terdekomposisi

2. Sebagai pemadam kebakaran dan alat pemadam lain

Air yang diperlukan dalam lingkungan pabrik yang berasal dari air tawar juga digunakan untuk :

A. Air sanitasi

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

- a. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu : di bawah suhu udara
 - Warna : jernih
 - Rasa : tidak berasa
 - Bau : tidak berbau
- b. Syarat kimia, meliputi:
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik di dalam air
 - Tidak mengandung bakteri

B. Air minum

Unit penyediaan dan pengolahan air meliputi:

1. Clarifier

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

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

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, yang berfungsi sebagai flokulan.
- Na_2CO_3 yang berfungsi sebagai flokulan.

Air baku dimasukan kedalam clarifier untuk mengendapkan pengotor dan partikel padat lainnya, dengan menginjeksikan

alum $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, koagulan acid sebagai pembantu pembentukan *flok* dan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku ini dimasukan melalui bagian tengah clarifier dan diaduk dengan agitator.

Air bersih keluar dari pinggir clarifier secara *overflow*, sedangkan *sludge (flok)* yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan. Air baku yang mempunyai turbiditi sekitar 42 ppm diharapkan setelah keluar clarifier turbiditinya akan turun menjadi lebih kecil dari 10 ppm.

2. Penyaringan

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

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

3. Demineralisasi

Untuk umpan ketel (*boiler*) dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam-garam murni yang

terlarut. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 ohm dan kandungan silika lebih kecil dari 0,02 ppm.

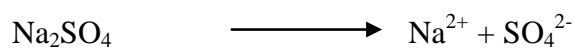
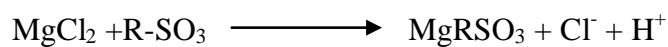
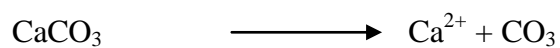
Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut :

a. *Kation exchanger*

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

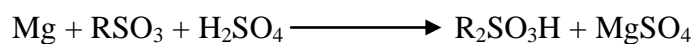
Sehingga air yang keluar dari kation *tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H^+ .

Reaksi :



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu di regenerasikan kembali dengan asam sulfat.

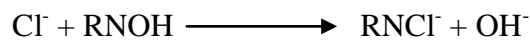
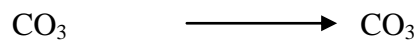
Reaksi :



b. Anion exchanger

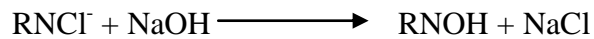
Anion exchanger berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basah, sehingga anion-anion seperti CO_3^{2-} , Cl^- dan SO_4^{2-} akan membantu garam resin tersebut.

Reaksi :



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

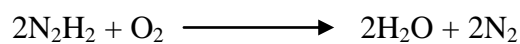
Reaksi :



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan ketel dari oksigen (O_2). Air yang telah mengalami Demineralisasi (*polish water*) dipompakan ke dalam deaerator dan diinjeksikan hidrazin (N_2H_4) atau *Oxigen Scavenger* untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Reaksi :



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

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

4. Pendinginan dan menara pendingin

Air yang telah digunakan pada *cooler* dan alat proses yang menggunakan pendingin, temperaturnya akan naik akibat perpindahan panas. Oleh karena itu, untuk digunakan kembali perlu didinginkan pada *cooling tower*. Air yang didinginkan pada *cooling tower* adalah air yang telah menjalankan tugasnya pada unit-unit pendingin di pabrik. Pada tabel dibawah ini menunjukkan besarnya jumlah kebutuhan air pendingin.

Kebutuhan air pendingin

Tabel 4.2 Kebutuhan air pendingin

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
1	Cooler 01	CO-01	1.369,8516
2	Jaket 01	RA-102	1.907,7195
3	Jaket 02	RA-103	242,68086
4	Condenser 01	CD-101	10.316,584
Jumlah			16.522,964

4.5.2 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan akan tenaga listrik di pabrik ini sebesar 220 Kw sudah termasuk penerangan, laboratorium, rumah tangga, perkantoran, pendingin ruangan (AC) dan kebutuhan lainnya. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut pabrik Biogas menggunakan listrik dari PLN, dan untuk cadangan listrik digunakan Gas Turbin Generator dengan kapasitas 400 Kw jika pasokan listrik kurang. Spesifikasi Turbin yang digunakan adalah:

- Kapasitas = 400 Kw
- 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 di distribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan tenaga listrik 50 % dan diesel 50 %. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100 %. Kebutuhan listrik dapat dibagi menjadi:

- a. Listrik untuk keperluan proses

Besarnya kebutuhan listrik pada alat proses produksi maupun alat proses utilitas ditunjukkan pada tabel berikut ini.

- **Peralatan proses**

Tabel 4.3 Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power (Hp)	
				@alat	Total
1	Pompa	GA-101	1	0,05	0,05
2	Pompa	GA-102	1	0,05	0,05
3	Pompa	GA-103	1	0,25	0,25
4	Pompa	GA-104	1	0,05	0,05
5	Pompa	GA-105	1	0,25	0,25
6	Pompa	GA-106	1	0,05	0,05
7	Pompa	GA-107	1	0,25	0,25
8	Pompa	GA-108	1	0,25	0,25
9	Pompa	GA-109	1	0,05	0,05
10	Pompa	GA-110	1	0,05	0,05
11	Pompa	GA-111	1	0,05	0,05
12	Pompa	GA-112	1	0,05	0,05
13	Pompa	GA-113	1	0,05	0,05
14	Pompa	GA-114	1	0,05	0,05
15	Pompa	GA-115	1	0,05	0,05
16	Steam explode	RA-101	1	340,75	340,75
17	Reaktor 1	RA-102	4	344,97	1.379,88
18	Reaktor 2	RA-103	21	962,54	20.213,34
19	Mixer	MX-101	1	0,05	0,05
20	Filter	FF-101	1	0,05	0,05
Jumlah					21.935,095

Kebutuhan listrik untuk peralatan proses = **21.935,095 Hp**

- **Peralatan utilitas**

Tabel 4.4 Kebutuhan listrik alat utilitas

No	Nama Alat	Kode	Jumlah	Power Hp	
				@alat	Total
1	Pompa	PU-01	1	3	3
2	Pompa	PU-02	1	0,75	0,75
3	Pompa	PU-03	1	1,5	1,5
4	Pompa	PU-04	1	0,083	0,083
5	Pompa	PU-05	1	0,5	0,5
6	Pompa	PU-06	1	0,34	0,34
7	Pompa	PU-07	1	0,25	0,25
8	Pompa	PU-08	1	0,25	0,25

9	Pompa	PU-09	1	0,05	0,05
10	Pompa	PU-10	1	0,05	0,05
11	Pompa	PU-11	1	0,05	0,05
12	Pompa	PU-12	1	0,05	0,05
13	Pompa	PU-13	1	0,5	0,5
14	<i>Flokulator</i>	FL-01	1	0,05	0,05
15	<i>Blower</i>	BL-01	1	3	3
16	<i>Daerator</i>	DE-01	1	0,05	0,05
Jumlah				10,47	10,47

Kebutuhan listrik untuk utilitas = **10,4666667 Hp**

Total listrik untuk keperluan proses

$$21.935,095\text{Hp} + 10.47 \text{ Hp} = 21.945,561 \text{ Hp}$$

Diambil angka keamanan 20 % = 25.334,673 Hp

b. Listrik untuk keperluan alat kontrol dan penerangan

- Alat kontrol diperkirakan sebesar 4,53 Kw
- Laboratorium, rumah tangga, perkantoran, jalan raya, dll diperkirakan 200 Kw

Besarnya kebutuhan listrik untuk sanitasi ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.5 Kebutuhan listrik untuk sanitasi

Penerangan	Kebutuhan Listrik (Kw)
Pos keamanan	10
Gudang serba guna	20
Area parkir	10
Kantin dan pop-kar	10
Taman dan jalan	5
Bengkel dan gudang alat	10
Gudang bahan kimia	10
Pemadam kebakaran	10
Area utilitas	10
Area perluasan pabrik	10
Area proses	10
Ruang kontrol	10

Poliklinik	10
Laboratorium	10
Perpustakaan	15
Mushola	10
Perumahan	10
Kantor KKKL	20
Total	200

Secara keseluruhan kebutuhan listrik sebesar = 204,53 Kw

Jika over design 25 % maka total kebutuhan listrik = 255,66 Kw

Energi sebesar ini diperoleh dengan membeli dari PLN namun juga disediakan generator cadangan berkekuatan 400 Kw jika sewaktu-waktu listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

4.5.3 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 Cepu.

Kebutuhan bahan bakar IDO

Effisiensi 75 % dari kebutuhan listrik total

$$\text{Effisiensi generator } 75 \% = \frac{255,66 \text{ kWatt}}{0,75} = 340,88 \text{ kWatt}$$

$$= \frac{340,88 \text{ kWatt} \left(\frac{1 \text{ Btu / jam}}{0,00029307 \text{ kWatt}} \right)}{2500 \text{ Btu / gall}}$$

$$= 4,6525 \text{ gall/jam} \times 3,7853 \text{ lt/gall}$$

$$= 17,6111 \text{ lt/jam}$$

Spesifikasi IDO, minyak diesel :

$$\text{Heat value} = 250.000 \text{ Btu/gall}$$

$$\text{Derajat API} = 22 - 28 \text{ }^\circ\text{API}$$

Densitas = 0,9 kg/lt

Viskositas = 1,2 Cp

4.5.4 Unit Pembangkit *Steam*

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 2.027,668 kg/jam

Tekanan : 29,4 Psi

Jenis : *Fire tube boiler*

Jumlah : 1 Buah

Ketel uap jenis *fire tube boiler* dengan bahan bakar *fuel oil* dilengkapi dengan drum separator.

- **Kebutuhan *steam***

Banyaknya kebutuhan *steam* ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6 Kebutuhan *steam*

No	Nama Alat	Kode	Jumlah Kebutuhan
			(kg/jam)
1	Steam Explode	RA-101	546.000
2	CO ₂ Adsorber	AD-102	1481.668
Jumlah			2.027,668

4.6 Organisasi Perusahaan

Untuk memperlancar jalannya perusahaan, perlu dibuat struktur organisasi perusahaan sehingga pembagian tugas dan wewenang dari atasan untuk karyawan dapat dilaksanakan dengan baik. Jenjang jabatan organisasi perusahaan sebagai berikut :

- Direktur utama
- Direktur
- Kepala Bagian
- Kepala Seksi
- Kepala Shift
- Operator

Masing-masing fungsi memiliki wewenang dan tugas yang berbeda sesuai bidangnya. Semakin tinggi jabatan yang ditempati, maka semakin luas pula tugas dan wewenang yang dimiliki. Tanggung jawab serta tugas wewenang tertinggi berada pada puncak pimpinan yang di tempati oleh seorang Direktur Utama dan Direktur bidang atau disebut sebagai Dewan Direksi.

Dalam Struktur organisasi perusahaan, setiap bawahan hanya mempunyai satu garis tanggung jawab kepada atasannya dan setiap atasan hanya memiliki satu garis komando terhadap bawahannya. Pimpinan perusahaan terdiri atas :

1. Direktur Utama

Tugas : Melaksanakan fungsi pimpinan tertinggi perusahaan, memimpin semua kegiatan pabrik secara keseluruhan dan bertanggung jawab terhadap kelangsungan pabrik.

Pendidikan : Sarjana Teknik (prioritas Teknik Kimia). Minimal S-1

Jumlah : 1 (Satu) Orang

2. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas : Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, produksi pengembangan, pemeliharaan peralatan dan laboratorium.

Pendidikan : Sarjana Teknik (prioritas Industri). Minimal S-1

Jumlah : 1 (Satu) Orang.

3. Direktur Keuangan dan Administrasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah pabrik yang berhubungan dengan administrasi, keuangan, hubungan masyarakat dan hal umum lainnya.

Pendidikan : Sarjana Sosial/Ekonomi (prioritas Ekonomi). Minimal S-1

Jumlah : 1 (Satu) Orang.

Direktur Teknik dan Produksi dibantu oleh 3 orang kepala bagian :

1. Kepala Bagian Teknik, Listrik dan Instrumentasi

Tugas : Bertanggung jawab terhadap pengelolaan pabrik secara teknis yang meliputi pemeliharaan alat, suku cadang, gudang, instrumentasi dan lainnya.

Pendidikan : Sarjana Teknik (prioritas Mesin). Minimal S-1

Jumlah : 1 (Satu) Orang.

Untuk mempermudah pekerjaannya, seorang kepala teknik dibantu oleh dua orang kepala seksi yang masing-masing bertugas :

- a. Kepala Seksi Gudang dan perlengkapan.
- b. Kepala Seksi Pemeliharaan/Maintenance.

2. Kepala Bagian Produksi

Tugas : Bertanggung jawab atas jalannya operasi pabrik sehari-hari.
Serta menjaga kelangsungan proses produksi

Pendidikan : Sarjana Teknik (prioritas Kimia). Minimal S-1.

Jumlah : 1 (Satu) orang.

Untuk mempermudah pekerjaannya, seorang Kepala Bagian Produksi sebaiknya dibantu oleh dua orang Kepala Seksi yang masing-masing bertanggung jawab untuk :

- a. Kepala Seksi Proses
- b. Kepala Seksi Utilitas

3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan dan Pengendalian Mutu.

Tugas : Memimpin aktivitas laboratorium, pengendalian mutu, penelitian dan pengembangan produksi yang ada diperusahaan.

Pendidikan : Sarjana Teknik (prioritas Kimia). Minimal S-1.

Jumlah : 1 (Satu) orang.

Untuk mempermudah tugas dari seorang Kepala Bagian Penelitian, maka ia dibantu oleh dua orang kepala yang membawahi seksi/bidang :

- a. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu.
- b. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan.

Direktur Keuangan dan Administrasi dibantu oleh 3 Kepala Bagian, yaitu :

1. Kepala Bagian keuangan dan Pemasaran

Tugas : Memimpin pengelolaan bidang keuangan dan pemasaran, termasuk pembelian bahan baku, bahan pembantu dan penjualan hasil.

Pendidikan : Sarjana Teknik (prioritas Industri). Minimal S-1.

Jumlah : 1 (Satu) Orang.

Seorang Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran dibantu oleh dua orang

Kepala seksi yang bertugas sebagai :

- a. Kepala Seksi Keuangan
- b. Kepala Seksi Pemasaran.

2. Kepala Bagian administrasi

Tugas : Mengelola bidang Administrasi pabrik, personalia dan tata usaha.

Pendidikan : Sarjana Sosial (prioritas Hukum)

Jumlah : 1 (Satu) Orang.

Kepala Bagian Administrasi membawahi dua orang kepala seksi yang masing-masing bertugas untuk :

- a. Kepala Seksi Personalia
- b. Kepala Seksi Pemasaran

3. Kepala Bagian Umum

Tugas : Mengelola bidang hubungan masyarakat, keamanan dan kesejahteraan karyawan.

Pendidikan : Sarjana Sosial/Politik (prioritas Politik) Minimal S-1.

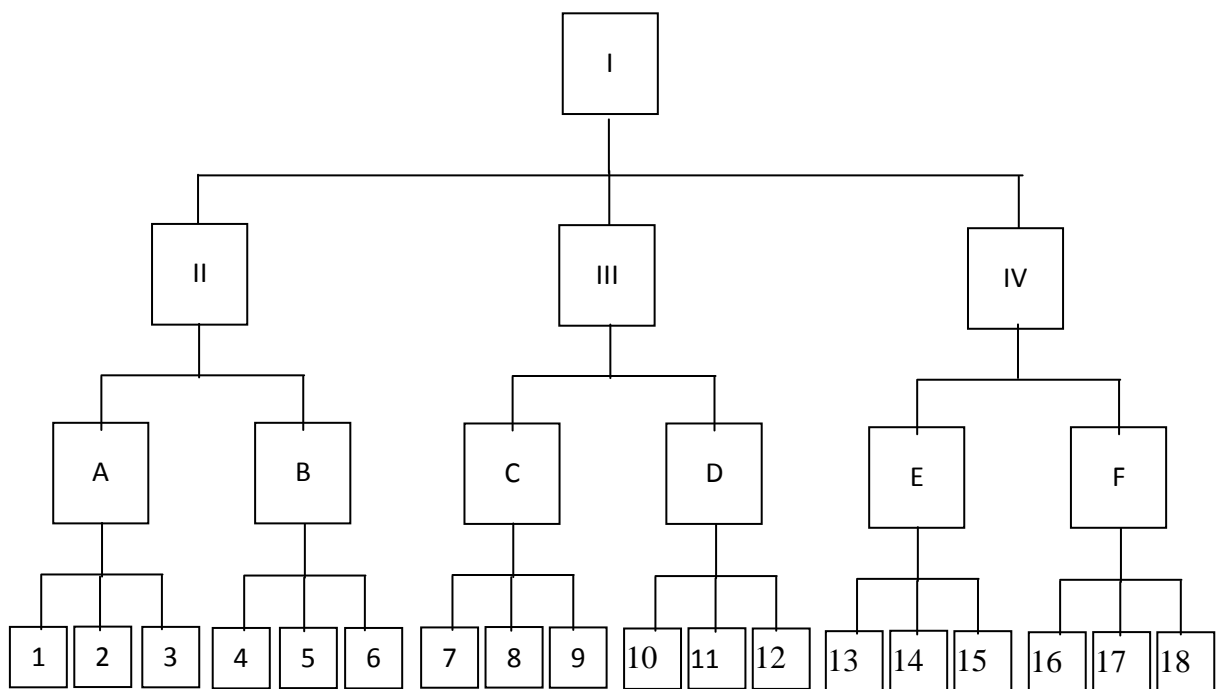
Jumlah : 1 (Satu) orang.

Seorang Kepala Bagian Umum membawahi dua orang kepala seksi, yaitu :

- a. Kepala Seksi Saran dan Hubungan Masyarakat (HUMAS)
- b. Kepala Seksi Keamanan.

Karena bahan-bahan yang ada di pabrik ter-proses secara kimia dan fisika, maka perusahaan menetapkan dasar bagi recruitment operator pabrik dengan modal pendidikan minimum adalah SLTA.

Untuk struktur organisasi perusahaan terdiri atas empat tingkatan yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 4.2 Struktur organisasi

- | | |
|------------------------------------|--|
| I. Direktur Utama | 6. Seksi Instrumentasi dan Listrik |
| II. Direktur Produksi | 7. Seksi Pemadam Kebakaran |
| III. Direktur Umum | 8. Seksi Kesehatan |
| Direktur Administrasi dan Keuangan | 9. Seksi Keselamatan Kerja |
| A. Kepala Bidang Produksi | 10. Seksi Logistik |
| B. Kepala Bidang Teknik | 11. Seksi Pengamanan (<i>Security</i>) |
| Kepala Bidang Pencegahan Kegagalan | Seksi Transportasi dan Rumah Tangga |
| D. Kepala Bidang Urusan Dalam | Seksi Pembukuan dan Keuangan |
| E. Kepala Bidang Keuangan | Seksi Pemasaran |
| Kepala Bidang Administrasi | Seksi Pembelian |
| 1. Seksi Proses | Seksi Tata Usaha dan Kesekretariatan |
| 2. Seksi Utilitas | Seksi Humas |
| 3. Seksi Laboratorium dan Riset | Seksi Personalia dan Kepegawaian |
| 4. Seksi Bengkel dan Perawatan | |
| 5. Seksi Shift dan Koordinasi | |

4.6.1 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik biogas ini pemberian gaji karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Pembagian karyawan pabrik ini dapat dibagi menjadi tiga golongan antara lain:

1.) Karyawan tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan di berhentikan 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 tiap-tiap akhir minggu.

3.) Karyawan borongan

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

4.6.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Jadwal kerja di perusahaan ini dibagi menjadi dua bagian yaitu jadwal kerja kantor (jadwal *non shift*) dan jadwal kerja pabrik (jadwal *shift*).

4.6.2.1 Jadwal *Non Shift*

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

- Senin-Jumat : 08.00-16.30 WIB
- Istirahat : 12.00-13.00 WIB
- *Coffe Break I* : 09.45-10.00 WIB
- *Coffe Break II* : 14.45-15.00 WIB
- Sabtu : 08.00-13.30 WIB
- Istirahat Sabtu : 12.00-12.30 WIB

4.6.2.2 Jadwal *Shift*

Jadwal kerja ini diberlakukan kepada Karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya bagian produksi, mekanik, laboratorium, genset dan elektrik, dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik ini dibagi dalam 3 *shift*, yaitu :

- *Shift I* : 08.00-16.30 WIB
- *Shift II* : 16.30-23.00 WIB
- *Shift III* : 23.00-08.00 WIB

Setelah dua hari masuk *shift* II, dua hari shift III, dan dua hari *shift* I, maka Karyawan *shift* ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja *shift* ini mendapat libur selama dua hari. Setiap masuk kerja *shift*, Karyawan diberikan waktu istirahat selama 1 jam secara bergantian.

Di luar jam kerja kantor maupun pabrik tersebut, apabila Karyawan masih dibutuhkan untuk bekerja, maka kelebihan jam kerja tersebut akan diperhitungkan sebagai kerja lembur (*Over Time*) 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.

4.6.3 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.

4.6.3.1 Penggolongan Jabatan

Tabel berikut ini menunjukkan rincian penggolongan jabatan pada perusahaan.

Tabel 4.7 Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Pendidikan
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	Staff	Sarjana Muda / D3
14	Medis	Dokter
15	Paramedis	Perawat
16	Lain-lain	SD / SMP / Sederajat

4.6.3.2 Perincian Jumlah Karyawan

Rincian jumlah karyawan pada masing-masing bagian ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.8 Jumlah karyawan pada masing-masing bagian

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Teknik dan Produksi	1
3	Direktur Keuangan dan Umum	1
4	Kepala Bagian Umum	1
5	Kepala Bagian Pemasaran	1
6	Kepala Bagian Keuangan	1
7	Kepala Bagian Teknik	1
8	Kepala Bagian Produksi	1
9	Kepala Bagian R&D	1
10	Kepala Seksi Personalia	1
11	Kepala Seksi Humas	1
12	Kepala Seksi Keamanan	1
13	Kepala Seksi Pembelian	1
14	Kepala Seksi Pemasaran	1
15	Kepala Seksi Administrasi	1
16	Kepala Seksi Kas/Anggaran	1
17	Kepala Seksi Proses	1
18	Kepala Seksi Pengendalian	1
19	Kepala Seksi Laboratorium	1
20	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
21	Kepala Seksi Utilitas	1
22	Kepala Seksi Pengembangan	1
23	Kepala Seksi Penelitian	1
24	Karyawan Personalia	4
25	Karyawan Humas	3
26	Karyawan Keamanan	9
27	Karyawan Pembelian	4
28	Karyawan Pemasaran	4
29	Karyawan Administrasi	3
30	Karyawan Kas/Anggaran	3
31	Karyawan Proses	32
32	Karyawan Pengendalian	4
33	Karyawan Labiratorium	6
34	Karyawan Pemeliharaan	4
35	Karyawan Utilitas	10
36	Karyawan KKKL	3

37	Karyawan Litbang	4
38	Karyawan Pemadam Kebakaran	4
39	Dokter	1
40	Perawat	3
41	Sopir	3
42	<i>Cleaning Service</i>	8
	Total	139

4.6.3.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi tiga 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.

Berikut ini tabel yang menunjukkan penggolongan gaji pegawai berdasarkan jabatan.

Tabel 4.9 Gaji Pegawai

Golongan	Jabatan	Gaji/Bulan
1	Direktur Utama	Rp 10,000,000
2	Direktur	Rp 8,000,000
3	Kepala Bagian	Rp 6,000,000
4	Kepala Seksi	Rp 3,000,000
5	Sekretaris	Rp 1,500,000
6	Dokter	Rp 1,200,000
7	Paramedis	Rp 1,000,000
8	Karyawan	Rp 1,100,000
9	Satpam	Rp 1.000.000
10	Sopir	Rp 1.000.000
11	<i>Cleaning Service</i>	Rp 600.000,-

4.6.4 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*.

Setiap satu tahun sekali Karyawan dan keluarga bersama-sama mengadakan *tour* atas biaya perusahaan

6. *Kenaikkan gaji dan promosi*

- a. Kenaikkan 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 ke 5 mendapatkan tambahan 2 hari (total 20 hari)
- b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada

8. *Pakaian kerja dan sepatu*

Setiap tahun mendapat jatah 2 stel.

4.6.5 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 dilaksanakan.

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 ke arah yang sesuai.

4.6.5.1 Perencanaan Produksi

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

a. Kemampuan pasar

Dapat dibagi menjadi dua kemungkinan yaitu:

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal
- Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan dengan kemampuan pabrik
Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya:
 - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi
 - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya
 - Mencari daerah pemasaran

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

- Material (bahan baku)
Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.
- Manusia (tenaga kerja)
Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.
- Mesin (peralatan)
Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif

adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

4.6.5.2 Pengendalian produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan diproses, produksi dijalankan maka perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilaksanakan pengendalian kualitas, pengendalian kuantitas, dan pengendalian waktu.

4.7 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada perancangan pabrik Biogas 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

4.7.1 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

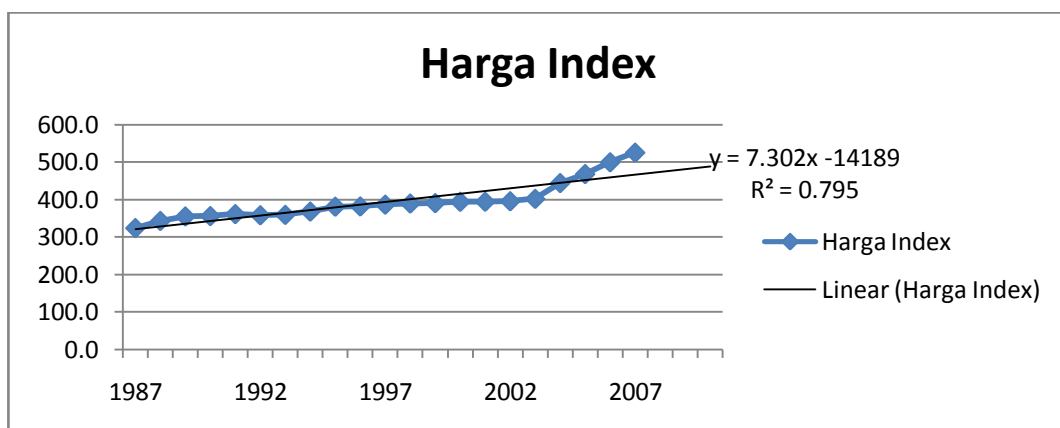
N_x = nilai indeks tahun X

N_y = nilai indeks tahun Y

Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index* dari jurnal *Chemical Engineering* September 2008 yang ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Table 4.10. Indeks harga alat pada berbagai tahun

Tahun	X (Tahun)	Y(Index)
1987	1	324.0
1988	2	343.0
1989	3	355.0
1990	4	356.0
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	395.6
2003	17	402.0
2004	18	444.2
2005	19	468.2
2006	20	499.6
2007	21	525.4



Gambar 4.3. Grafik indeks harga alat

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 Peter & Timmerhause edisi ke-2, halaman 170.

4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	=	5.000 ton/tahun
Satu tahun operasi	=	330 hari
Umur pabrik	=	10 tahun
Pabrik didirikan	=	2017
Kurs mata uang	=	1 US\$ = Rp 9.000,-

4.7.3 Perhitungan Biaya

4.7.3.1 *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

4.7.3.2 *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
- d. *General expanses* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi-fungsi perusahaan yang tidak termasuk *manufacturing cost*

4.7.3.3 General Expense

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

4.7.4 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.

4.7.4.1 Percent Return of Investment (ROI)

Return of investment adalah biaya *fixed capital* yang kembali pertahun atau tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan.

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

FCI = *Fixed capital investment*

4.7.4.2 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.

4.7.4.3 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*).

4.7.4.4 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.

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

Dengan:

Fa = *Annual fixed expense*

Ra = *Annual regulated expense*

Va = *Annual variabel expense*

Sa = *Annual sales value expense*

4.7.4.5 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*.

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

4.7.5 Hasil Perhitungan

4.7.5.1 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Total capital investment merupakan biaya-biaya pengadaan fasilitas produksi beserta seluruh kelengkapannya dan biaya-biaya pengoperasian pabrik. Berikut ini tabel-tabel rincian biaya yang berupa modal tetap dan modal kerja.

A. Modal tetap (*fixed capital investment*)

Tabel 4.11 *Fixed capital investment*

No	Type of Capital Investment	Pricing
1	Delivered Equipment	Rp 51,736,839,106
2	Instalation Cost	Rp 4,595,224,660
3	Piping cost	Rp 8,288,489,962
4	Instrument Cost	Rp 1,241,849,696
5	Insulation Cost	Rp 1,242,718,875
6	Electrical Cost	Rp 4,139,981,865
7	Building Cost	Rp 2,989,800,000
8	Land & Yard Improvement	Rp 1,993,200,000
9	Utilitas	Rp 2,083,035,171
	Physical Plant Cost	Rp 78,311,139,336
10	Engineering And Construction	Rp 12,334,718,418
	Direct Plant Cost	Rp 90,645,857,754
11	Contractor Fee	Rp 5,132,969,754
12	Contingency Fee	Rp 7,332,813,934
	Fixed Capital Investment	Rp 103,111,641,441

B. Modal kerja (*working capital*)

Tabel 4.12. *Working capital*

No	Type of Expenses	Pricing
1	Raw material inventory	Rp 591,568,472
2	In process inventory	Rp 33,669,382
3	Product inventory	Rp 925,908,012
4	Extended credit	Rp 6,136,141,440
5	Available cash	Rp 1,851,816,024
	Total working capital	Rp 9,539,103,331

4.7.5.2 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

Berikut ini tabel-tabel rincian biaya produksi total yang terdiri atas *manufacturing cost* dan *general expense*.

A. *Manufacturing cost*

Tabel 4.13. *Manufacturing cost*

No	Type of Expenses	Pricing	
1	Raw materials	Rp	6,507,253,191
2	Labor cost	Rp	2,798,400,000
3	Supervision	Rp	279,840,000
4	Maintenance	Rp	2,278,128,333
5	Plant supplies	Rp	341,719,250
6	Royalties and patents	Rp	2,209,010,918
7	Utilities	Rp	1,911,941,622
	Direct manufacturing cost	Rp	16,326,293,314
1	Payroll and overhead	Rp	475,728,000
2	Laboratory	Rp	419,760,000
3	Plant overhead	Rp	2,798,400,000
4	Packaging and shipping	Rp	2,945,347,891
	Indirect manufacturing cost	Rp	6,639,235,891
1	Depreciation	Rp	11,390,641,667
2	Property taxes	Rp	2,278,128,333
3	Insurance	Rp	1,139,064,167
	Fixed manufacturing cost	Rp	14,807,834,167
	Total manufacturing cost	Rp	37,773,363,372

B. *General expense*

Tabel 4.14. *General expense*

No	Type of Expenses	Pricing	
1	Administration	Rp	1,472,673,946
2	Sales	Rp	666,653,769
3	Research	Rp	666,653,769
4	Finance	Rp	719,121,716
	General expense	Rp	3,525,103,200

Total biaya produksi = TMC + GE

= **Rp 47.703.576.622,-**

4.7.5.3 Keuntungan (*Profit*)

Keuntungan = total penjualan produk – total biaya produksi

a. Keuntungan sebelum pajak

Total penjualan produk	=	Rp	173.633.697.280,-
Total biaya produksi	=	Rp	47.703.576.622,-
Keuntungan	=	Rp	25.930.120.658,-

b. Keuntungan setelah pajak

Pajak 50%	=	Rp	12.965.060.329,-
-----------	---	----	------------------

4.7.5.4 Analisa Kelayakan

1. *Percent return of investment (ROI)*

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

- ◆ ROI sebelum pajak = 0.252 %
- ◆ ROI setelah pajak = 0.126 %

2. *Pay out time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{keuntungan} + \text{depresiasi}} \times 100\%$$

- POT sebelum pajak = 10.0 tahun
- POT setelah pajak = 10.0 tahun

3. *Break even point (BEP)*

- *Fixed manufacturing cost (Fa)* = Rp 16.683.944.838,-
- *Variabel cost (Va)* = Rp 13.573.553.622,-
- *Regulated cost (Ra)* = Rp 17.446.078.161,-
- Penjualan produk (Sa) = Rp 73.633.697.280,-

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

$$\text{BEP} = 45.81 \%$$

4. *Shut down point (SDP)*

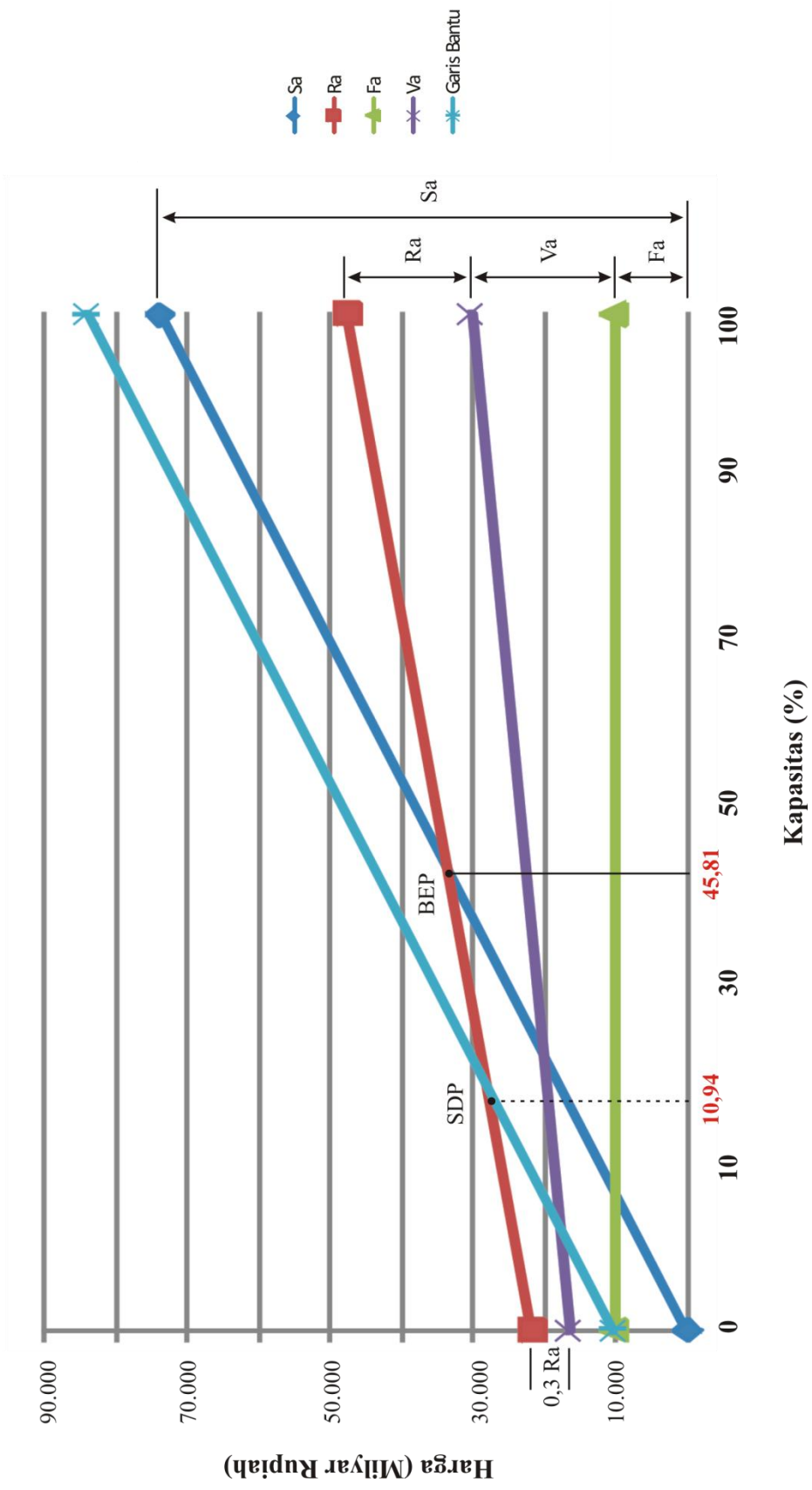
$$\text{SDP} = \frac{0,3 Ra}{Sa - Va - 0,7 Ra} \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 10.94 \%$$

5. *Discounted cash flow (DCF)*

- Umur pabrik = 10 tahun
- *Fixed capital (FC)* = Rp 1.025.172.181.633.520,-
- *Working capital (WC)* = Rp 19.853.331.278.013,-
- *Cash flow (CF)* = Rp 133.880.948.611.026,-
- *Salvage value (SV)* = Rp 102.517.218.163.352,-
- DCFR = 17,29 %
- Bunga simpanan Bank rata-rata saat ini = 6,50 %

GRAFIK BEP



BAB V

PENUTUP

Perancangan pabrik biogas dari onggok singkong dengan kapasitas produksi 5 ton/tahun didasarkan pada beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1. Perancangan produk biogas termasuk beresiko rendah, karena secara umum kondisi operasi pabrik tidak terlalu tinggi.
2. Teknologi yang digunakan aman dan bahan baku yang diperlukan dapat diperoleh dalam negeri. Sehingga perancangan pabrik ini ditargetkan dapat beroperasi sesuai dengan rencana.
3. Pemilihan proses produksi dengan metode kompresi yang sangat tinggi, membuat produk lebih mudah untuk didistribusikan ke pasar terdekat.
4. Kontinuitas produksi dijamin oleh suplay bahan baku dari pabrik tepung tapioka PT. Manggala Tapioka Riyasentosa
5. Hasil ekonomi ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Table 5.1 Hasil Evaluasi Ekonomi

Parameter Kelayakan	Hasil Perhitungan	Standar Kelayakan
Keuntungan sebelum pajak	Rp. 25.930.120.658,-	
Keuntungan setelah pajak	Rp. 12.965.060.329,-	
ROI sebelum pajak	0.252 %	Min. 11% (Aries, Newton, 1954)
ROI setelah pajak	0.126 %	
POT sebelum pajak	10 Tahun	Max. 5 Tahun (Aries, Newton, 1954)
POT setelah pajak	10 Tahun	
BEP	45.81 %	40 – 60 %
SDP	10.94 %	< BEP
DCFR	17,29 %	> 1.5 kali bunga bank

Dari hasil ekonomi diatas, dapat ditegaskan bahwa perancangan pabrik pengolahan biogas dari onggok singkong dengan kapasitas 5.140,325 ton/tahun, layak untuk direalisasikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 2009. Modul Kuliah Pengolahan Minyak dan Gas Bumi. ITB. Bandung.
2. Breeze, Paul. 2009. "*Renewable Energy Focus Handbook*". Elsevier Publishing. United States.
3. Budiyo, I.N. Widiyasa. Johari, Seno. Sunarso. 2007. "*Increasing Biogas Production Rate from Cattle Manure Using Rumen Fluid as Inoculums.*" International Journal of Basic & Applied Sciences.
4. Chofey, Nicholas P. 1998 "*Handbook of Chemical Engineering Calculation*". 3rd Edition. Elsevier For Education Press. United States Of America.
5. Deublein, Dieter. 2008. "*Biogas from Waste and Renewable Resources - An Introduction*". John Willey & Sons Publishing. Germany.
6. Gas Alam, Sumber Energi Masa Depan. [<http://joesty.blogspot.com>] Diakses Pada 17 Januari 2011 pada pukul 14:27 WIB.
7. Hidayat, Anwar. "*Hidrolisis Ampas Singkong Dengan Katalisator HCl.*" Lab. TRK dan Katalis. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. UGM. 2010.
8. Karris, Steven T. 2007. "*Numerical Analysis Using Matlab and Excel*". 3rd Edition. Orchard Publication. California.
9. Kaparaju, Prasad. Serrano, María. Thomsen, Anne Belinda. Kongjan, Prawit. Angelidaki, Irini. 2009. "*Bioethanol, biohydrogen and biogas production from wheat straw in a biorefinery concept*". Elsevier Bioresource Technology.

10. Natural Gas Production and explanation. [<http://chemrad.blogspot.com>]
Diakses Pada tanggal 17 Januari 2011 pada pukul 14:30 WIB.
11. Pasokan gas terganggu, industri terancam. Artikel Kabarbisnis.com
[<http://www.kabarbisnis.com>] Diakses pada tanggal 17 Januari 2011 pada
pukul 14:27 WIB.
12. Rase, Howard, F. 1977. "*Chemical Reactor Design for Process Plants*". John
Willey & Sons. New York.
13. Sabonnadière, Jean-Claude. 2009 "*Renewable Energies*". John Wiley & Sons,
Inc. New York.
14. Scragg, Alan .H, 2009 "*Biofuels, production, application and development*".
CAB International Publishing. United Kingdom.
15. Statistik Produksi Gas Alam Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia.
[<http://www.bps.go.id>] Diakses pada tanggal 17 Januari 2011 pada pukul
18.56 WIB
16. Soerawidjaja, Tatang H. 2009. "*Strategi Pengembangan Teknologi Untuk
Penyediaan Bahan Bakar Nabati Secara Mandiri Dan Berkelanjutan.*" Paper
Prosiding SNTKI. ITB. Bandung.
17. Taherzadeh, Mohammad J. Karimi, Keikhosro. 2008. "*Pretreatment of
Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production: A Review*"
International Journal of Molecular Sciences. University Of Boras. Sweden.
18. Widjaja, Tri. Altway, Ali. Prameswarhi, Pritha. & Wattimena, Freshnny
Sabrina. 2008. "*Pengaruh Hrt Dan Beban COD Terhadap Pembentukan Gas
Methan Pada Proses Anaerobic Digestion Menggunakan Limbah Padat*

Tepung Tapioka". Makalah Seminar Nasional Soebardjo Brotohardjono. ITS. Surabaya.

19. Yusuf, M.O.L. Debora, A. Ogheneruona D.E. 2011. "*Ambient temperature kinetic assessment of biogas production from co-digestion of horse and cow dung*". Department of Civil and Environmental Engineering, University of Port Harcourt, Port Harcourt, Rivers State, Nigeria.
20. Zahro, Lamiya. M. Istiorini, Mareta. 2009 "*Penyiapan Bahan Baku Dalam Proses Fermentasi Fase Cair Asam Sitrat Melalui Proses Hidrolisa Ampas Singkong*". Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UNDIP.
21. Zheng, Yi. Pan, Zhongli. Zhang, Ruihong. 2008. "*Anaerobic digestion of saline creeping wild ryegrass for biogas production and pretreatment of particleboard material*". Elsevier Bioresource Technology.

Lampiran 1 : Perhitungan Reaktor

PERHITUNGAN DIMENSI REAKTOR HIDROLISIS (RA-102)

A. Keterangan

Fungsi : Merubah Sellulosa menjadi Glukosa dengan bantuan HCl sebagai katalis reaksi.

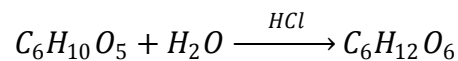
Jenis Reaktor : Reaktor Batch

Kondisi Operasi : $T = 90.207^{\circ}\text{C}$.

$P = 1 \text{ atm}$.

$t = 2 \text{ Jam}$

Reaksi :



B. Neraca Massa

Input – Output – Reaksi = Akumulasi

Karena reaktor batch (Asumsi tidak ada input dan output) maka neraca massa menjadi :

$$0 - 0 - (-r_A).V = \frac{dn_A}{dt} \quad \dots (1)$$

Dimana :

- $(-r_A) = k.C_A$
- $C_A = \text{Konsentrasi Akhir A (mol/V)} = n_A/V$
- $C_{A0} = \text{Konsentrasi Awal A (mol/V)} = n_A/V_0$

Sehingga n_A dapat ditentukan menjadi :

$$n_A = C_A.V \quad \dots (2)$$

$$-V \cdot \frac{dC_A}{dt} = (-r_A) \cdot V \quad \dots (3)$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = (-r_A) \quad \dots (4)$$

$$-\int_0^t dt = \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{(-r_A)} \quad \dots (5)$$

Dalam reaktor, terjadi proses konversi (X_A) bahan baku Selulosa menjadi Glukosa dengan bantuan H_2O dan katalis HCl . Sehingga :

$$X_A = \frac{C_{A0} \cdot V - C_A \cdot V}{C_{A0} \cdot V} \quad \dots (6)$$

$$X_A = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} \quad \dots (7)$$

$$dX_A = -\frac{1}{C_{A0}} dC_A \quad \dots (8)$$

Dan pemodelan untuk perancangan reaktor menjadi :

$$\int_0^t dt = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)} \quad \dots (9)$$

$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-r_A)} \quad \dots (10)$$

$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A)} \quad \dots (11)$$

$$t = -\frac{1}{k} \ln(1 - X_A) \Big|_0^{X_A} \quad \dots (12)$$

Dari data penelitian didapatkan data-data sebagai berikut :

$$t = 2 \text{ jam (Lamiya, Mareta. 2009)}$$

$$X_A = 0.90207 (90,207\%) \text{ (Lamiya, Mareta. 2009)}$$

Sehingga diperoleh nilai Konstanta Kecepatan Reaksinya :

$$k = 1.161 \text{ jam}^{-1}$$

Lampiran 2 : Perhitungan Reaktor

PERHITUNGAN DIMENSI REAKTOR FERMENTOR (RA-103)

C. Keterangan

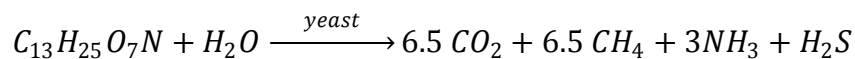
Fungsi : Mereaksikan protein dan air menjadi biogas dengan penambahan yeast sebagai pencepat reaksi pembentukan biogas.

Jenis Reaktor : Reaktor Batch

Kondisi Operasi : $T = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$P = 1\text{ atm}$.

Reaksi :



D. Neraca Massa

Input – Output – Reaksi = Akumulasi

Karena reaktor batch (Asumsi tidak ada input dan output) maka neraca massa menjadi :

$$0 - 0 - (-r_A).V = \frac{dn_A}{dt} \quad \dots (1)$$

Dimana :

- $(-r_A) = k.C_A$
- $C_A = \text{Konsentrasi Akhir A (mol/V)} = n_A/V$
- $C_{A0} = \text{Konsentrasi Awal A (mol/V)} = n_A/V_0$

Sehingga n_A dapat ditentukan menjadi :

$$n_A = C_A.V \quad \dots (2)$$

$$-V \cdot \frac{dC_A}{dt} = (-rA) \cdot V \quad \dots (3)$$

$$-\frac{dC_A}{dt} = (-rA) \quad \dots (4)$$

$$-\int_0^t dt = \int_{C_{A0}}^{C_A} \frac{dC_A}{(-rA)} \quad \dots (5)$$

Dalam reaktor, terjadi proses konversi (X_A) bahan baku Protein menjadi Komponen pembentuk biogas dengan bantuan H_2O dan yeast. Sehingga :

$$X_A = \frac{C_{A0} \cdot V - C_A \cdot V}{C_{A0} \cdot V} \quad \dots (6)$$

$$X_A = 1 - \frac{C_A}{C_{A0}} \quad \dots (7)$$

$$dX_A = -\frac{1}{C_{A0}} dC_A \quad \dots (8)$$

Dan pemodelan untuk perancangan reaktor menjadi :

$$\int_0^t dt = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-rA)} \quad \dots (9)$$

$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(-rA)} \quad \dots (10)$$

$$t = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A)} \quad \dots (11)$$

$$t = -\frac{1}{k} \ln(1 - X_A) \Big|_0^{X_A} \quad \dots (12)$$

Dari data penelitian didapatkan data-data sebagai berikut :

$$k = 0.1508 \text{ jam}^{-1} \text{ (M.O.L.Yusuf, A. Debora. 2011)}$$

$$X_A = 0.941 \text{ (94,10\%)} \text{ (M.O.L.Yusuf, A. Debora. 2011)}$$

Seingga diperoleh waktu tinggal :

$$t = 18.80 \text{ jam}^{-1}$$