

PRA RENCANA PABRIK

**GLUKOSA DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN PROSES
HIDROLISIS ASAM-ENZIM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
ROTARY DRYER**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

AULIA ZAKIAH DAROJA

1014031



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2014**

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**GLUKOSA DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN PROSES
HIDROLISIS ASAM-ENZIM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
ROTARY DRYER**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

Disusun Oleh :

AULIA ZAKIAH DAROJA 1014031

Malang, Agustus 2014

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Faidlyah Nilna Minah, ST, MT
NIP Y 1030400392



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : AULIA ZAKIAH DAROJA
NIM : 1014031
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi : GLUKOSA DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN
PROSES HIDROLISIS ASAM-ENZIM KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN PERANCANGAN ALAT UTAMA
ROTARY DRYER

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :


Hari : Kamis
Tanggal : 14 Agustus 2014
Nilai : B+

Ketua,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

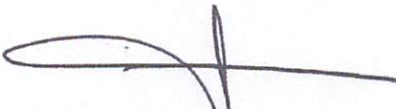
Sekretaris,



Elivanto Dwi Daryono, ST, MT
NIP P 1030000351


Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Penguji Kedua,



Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT
NIP 195808021991032001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : AULIA ZAKIAH DAROJA
NIM : 1014031
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

**GLUKOSA DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN PROSES
HIDROLISIS ASAM-ENZIM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
ROTARY DRYER**

Adalah Skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,



AULIA ZAKIAH DAROJA

PRA RENCANA PABRIK

GLUKOSA DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM-ENZIM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Disusun oleh:

Aulia Zakiah Daroja

NIM 1014031

Dosen Pembimbing:

Faidliyah Nilna Minah, ST, MT

Intisari

Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) merupakan bahan baku yang digunakan dalam industri makanan dan industri farmasi. Salah satu bahan baku dalam membuat glukosa adalah ampas tapioka atau pati ($C_6H_{10}O_5$) dan enzim glucoamilase dengan proses hidrolisis asam – enzim. Glukosa yang dihasilkan dari perencanaan pabrik ini adalah dalam bentuk serbuk, berwarna putih dengan kemurnian 98%.

Pabrik glukosa direncanakan didirikan di Desa Tambah Subur, Kabupaten Lampung Timur pada tahun 2018 dengan kapasitas 50000 ton/tahun dan waktu operasi 330hari/tahun. Adapun unit utilitas yang dipakai meliputi: air proses, steam, air pendingin, listrik, dan bahan bakar. Bentuk perusahaan yang akan didirikan adalah berbentuk perseroan terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk line dan staff. Dari hasil perhitungan analisa ekonomi diperoleh TCI sebesar Rp 313.201.234.445, laba bersih Rp 105.843.116.035, ROI_{AT} sebesar 39%, ROI_{BT} sebesar 65% , POT sebesar 2,05 tahun, BEP sebesar 33,22% dan IRR sebesar 26,46%. Berdasarkan hasil analisa ekonomi tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Glukosa layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Tapioka; Hidrolisis

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas hikmat dan karuniaNya sehingga Skripsi yang berjudul “*GLUKOSA DARI AMPAS TAPIOKA DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM-ENZIM KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN*” dapat terselesaikan dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang. Dengan terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Jimmy, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
3. Ibu Faidliyah Nilna Minah, ST, MT , selaku dosen pembimbing Skripsi.
4. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya Skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Penyusun berharap Skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, Agustus 2014

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang	I-1
I.2. Sifat-sifat Fisika Kimia Bahan Baku, Bantu dan Produk	I-1
I.3. Penentuan Kapasitas Baru.....	I-3
I.4. Lokasi Perusahaan.....	I-5
I.5. Analisa Pasar.....	I-8
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II-1
II.1. Macam Proses	II-1
II.2. Seleksi Proses.....	II-2
II.3. Uraian Proses	II-3
BAB III NERACA MASSA	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPEKSIFIKASI PERALATAN.....	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII-1
VII.1. Instrumentasi.....	VII-1
VII.2. Keselamatan Kerja	VII-3
BAB VIII UTILITAS	VIII-1
VIII.1. Unit Pengolahan Air.....	VIII-1
VIII.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	VIII-7
VIII.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar	VIII-8

BAB IX	TATA LETAK PABRIK	IX-1
IX.1.	Tata Letak Pabrik	IX
IX.2.	Tata Letak Peralatan Proses.....	IX
IX.3.	Perkiraan Luas Pabrik.....	IX
BAB X	STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN	X-1
X.1.	Bentuk Perusahaan	X-1
X.2.	Struktur Organisasi	X-2
X.3.	Pembagian tugas dan Tanggung Jawab Organisasi.....	X-4
X.4.	Jadwal dan Jam Kerja.....	X-8
X.5.	Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan.....	X-10
X.6.	Perencanaan Jumlah Karyawan.....	X-11
X.7.	Sistem Pengupahan Karyawan	X-12
X.8.	Jaminan Sosial	X-13
BAB XI	ANALISA EKONOMI	XI-1
BAB XII	KESIMPULAN	XII-1
DAFTAR PUSTAKA		
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA		
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS		
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN		
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS		
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik Glukosa.....	I-8
Gambar 2.1. Blok Diagram Proses Hidrolisis Asam – Enzim	II-1
Gambar 2.2. Blok Blok Diagram Proses Hidrolisis Enzim – Enzim.....	II-2
Gambar 9.1. Tata Letak Bangunan Pabrik Glukosa	IX-2
Gambar 9.2. Tata Letak Peralatan Proses.....	IX-4
Gambar 10.1 Struktur Organisasi	X-3

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.Data Impor Glukosa.....	I-3
Tabel 1.2. Perhitungan Analisa Pasar	I-8
Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Glukosa.....	II-2
Tabel 7.1. Alat Kontrol di Pabrik.....	VII-2
Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja	VII-6
Tabel 9.2. Perkiraan Luas Pabrik.....	IX-5
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik.....	X-9
Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan	X-11

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar belakang

Perkembangan industri di Indonesia saat ini berkembang, hal ini menunjang sektor perekonomian Indonesia diberbagai bidang. Dalam bidang industri makanan, minuman dan obat-obatan yang cukup dibutuhkan adalah glukosa. Glukosa adalah sejenis gula termasuk monosakarida dengan rumus molekul $C_6H_{12}O_6$. Glukosa digunakan sebagai bahan baku industri makanan dan industri farmasi. Di antara kegunaannya adalah sebagai campuran industri makanan dan minuman.

Di Indonesia sampai saat ini ada beberapa pabrik yang memproduksi glukosa. Salah satunya disebabkan karena melimpahnya bahan baku ampas tapioka. Namun demikian seiring berjalannya waktu, perkembangan industri makanan dan farmasi begitu pesat. Kebutuhan akan glukosa juga semakin meningkat. Hingga saat ini untuk menutupi kebutuhan dalam negeri Indonesia masih mengimpor dari beberapa negara tetangga seperti, Jepang, Singapura, Zimbabwe, Amerika Serikat, Belanda, Perancis, Jerman dan lain-lain.

Sehubungan dengan hal tersebut sangat tepat jika pemerintah mengambil kebijaksanaan yang pada hakekatnya bertujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain dalam memenuhi kebutuhan masyarakat yaitu dengan membangun industri-industri yang dapat mengganti peranan bahan impor. Disamping itu dengan didirikannya pabrik ini akan membuat kesempatan terciptanya lapangan kerja baru dan juga dengan adanya pabrik ini akan mendorong berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan bahan dasar glukosa di Indonesia.

I.2. Sifat-sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Bahan baku

a. Ampas tapioka

Sifat-sifat fisik

- Karbohidrat : 70 %
- Protein : 2,21 %

- Lemak : 0,21 %
- Serat kasar : 11,16 %
- Air : 16,42 %
- Ukuran 3 mesh

Sifat kimia

- pH : 7,8

b. HCl

Sifat-sifat fisik

- Bentuk : cair
- Warna : jernih
- Bau : menyengat
- Titik leleh : $-27,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ (larutan 38%)

Sifat-sifat Kimia

- Sebagai asam kuat
- Sangat beracun
- Korosif terhadap besi dan paduannya
- Kelarutan : larut dalam air

c. $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Sifat-sifat fisik

- Bentuk : serbuk
- Warna : putih
- Titik leleh : 580°C

Sifat-sifat Kimia

- Korosif
- Tidak larut pada alkohol
- Larut dalam air, gliserol, asam

d. H_2O (Air)

Sifat-sifat fisik

- Bentuk : cair
- Warna : jernih
- Titik didih : 100°C
- Density : 983 kg/m^3

e. Enzim Sakarifikasi (glukoamilase jenis AMG)

Sifat-sifat fisik

- Suhu optimal : 60°C
- pH : 4,5
- Enzim glukoamilase bersifat eksoamilase yaitu dapat memutus rantai pati menjadi molekul-molekul glukosa pada bagian tak mereduksi dari molekul tersebut.baik ikatan α -1,4 maupun α -1,6 dapat diputuskan
- Bersifat katalisator

I.2.2. Produk

a. Glukosa

Sifat Fisika

- Bentuk : serbuk
- Rasa : manis
- Rumus kimia : $C_6H_{12}O_6$
- Berat molekul: 180,1572
- Larut dalam air 154g/100g air
- Titik jenuh 70% solid

I.3. Penentuan Kapasitas Baru

Untuk memenuhi kebutuhan glukosa, Indonesia masih harus mengimpor dari Negara lain. Berikut data impor kalsium klorida di Indonesia.

Tabel 1.1. Data Impor glukosa tahun 2009-2013 di Indonesia

Tahun	Jumlah (kg)	Kenaikan (%)
2009	21493297	-
2010	20137492	-6,308
2011	18172955	-9,755
2012	29331911	61,404
2013	50330162	71,588

(Sumber : Biro Pusat Statistik, Surabaya)

Dilihat dari tabel 1.1. dapat dihitung prosentase impor glukosa untuk kebutuhan industri di Indonesia yaitu pertumbuhan impor pada tahun 2009-2013 adalah 29,23% untuk tiap tahunnya, maka kebutuhan glukosa akan bertambah dari tahun ke tahun sehingga pabrik glukosa ini layak untuk didirikan.

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perencanaan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan. Perkiraan kapasitas pabrik dapat ditentukan menurut nilai impor, ekspor, dan konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Untuk memperkirakan kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2019 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1.1):

$$F = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana:

F = jumlah kapasitas yang diperkirakan (tahun 2018)

P = data terakhir
 = 50.330.162 kg
 = 50.330,162 ton

I = kenaikan rata-rata
 = 29,32 %
 = 0,2932

n = rencana pendirian pabrik
 = 2019 – 2014
 = 5

Perkiraan impor pada tahun 2019 sebesar :

$$F = 50.330,162 (1 + 0,2932)^5$$

$$= 182.035 \text{ ton/tahun}$$

Sehingga diperoleh kapasitas produksi untuk tahun 2019 adalah

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas 2019} &= \text{Impor 2019} + \text{Ekspor} \\ \text{Kapasitas 2019} &= 182.035 + (30\% \times 182.035) \\ &= 182.035 + 54.610,5 \\ &= 236.645,5 \text{ ton/tahun} \\ &= 717,107 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Dengan asumsi memenuhi pasar nasional sebesar 50%, sehingga kapasitas produksi 50.000 ton/tahun.

Berdasarkan dari perhitungan peluang kapasitas produksi maka Pabrik Glukosa yang akan didirikan pada tahun 2019 ditetapkan mempunyai kapasitas produksi sebesar 50.000 ton/tahun.

I.4. Lokasi Perusahaan

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial dari masyarakat karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala segi. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

1. Faktor utama
2. Faktor khusus

I.4.1. Faktor Utama

Faktor utama yang harus diperhatikan dalam lokasi pabrik, yaitu:

1. Bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan baku, yaitu:

- Letak sumber bahan baku. Bahan baku yang digunakan yaitu ampas tapioka ($C_6H_{10}CO_5$) yang diperoleh dari perusahaan tapioka di Lampung Timur
- Kapasitas sumber bahan baku dan lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
- Cara memperoleh bahan baku dan pengangkutan
- Kualitas bahan baku

2. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan daerah pemasaran, yaitu:

- Daerah produk akan dipasarkan. Produk akan dipasarkan di perusahaan farmasi dan industri makanan
- Daya serap pasar dan prospek yang akan datang
- Pengaruh saingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dari lokasi dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

3. Tenaga listrik dan bahan bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar mempunyai peranan sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya.

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar

4. Air

Air merupakan kebutuhan yang penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu:

Air kawasan industri dan air sungai. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan air, yaitu:

- Kemampuan sumber untuk melayani pabrik
- Kualitas sumber air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Nilai ekonomi

5. Iklim

Hal-hal yang diperhatikan, yaitu:

- Keadaan alam yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan
- Kelembaban dan temperature udara
- Adanya badai, angin topan, gempa bumi dan lain-lain

I.4.2. Faktor Khusus

Faktor khusus yang harus diperhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik, yaitu:

1. Transportasi

Hal-hal yang harus diperhatikan adalah pengangkutan bahan bakar dan produk yang dihasilkan berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu:

- Jalan raya yang dapat dilalui truk
- Sungai dan laut yang dapat dilalui kapal pengangkutan

2. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja di sekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di dalam daerah tersebut

- Perburuhan dan sekitar buruh

3. Peraturan dan undang-undang

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut

4. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau pembangunan unit baru

5. Faktor lingkungan dan sekeliling lokasi pabrik

Hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

- Adat istiadat/kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya

6. Pembuangan limbah

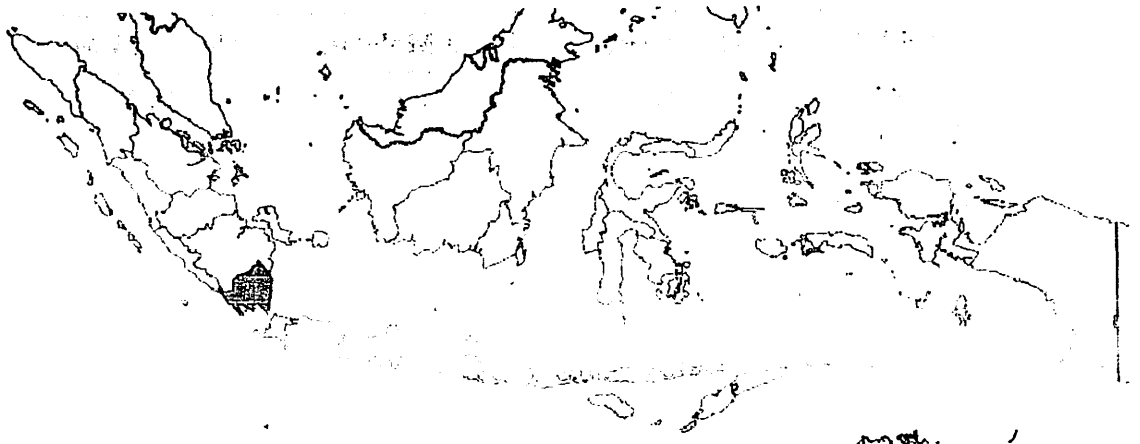
Hal yang berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berasal dari bahan bakar dan minyak pelumas dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik glukosa ($C_6H_{12}O_6$) terletak di:

Desa : Tambah Subur

Kabupaten : Lampung Timur

Propinsi : Lampung





Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik Glukosa

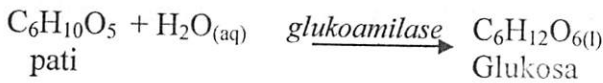
Dasar-dasar pemilihan lokasi pabrik glukosa (C₆H₁₂O₆) adalah

- Dekat dengan sumber bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar
- Fasilitas transportasi yang memadai
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup

I.5. Analisa pasar

Dibawah ini analisa pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Pada reaktor sakarifikasi terjadi reaksi sakarifikasi:



Tabel 1.2. Perhitungan Anlisa Pasar

Reaktan	Harga (Rp)	Berat Molekul	Harga x BM
Pati	950	162,42	154.300
Produk	Harga (Rp)	Berat Molekul	Harga x BM
Glukosa	9.600	180	1.728.000

EP = Produk – reaktan

= (1.728.000) – (154.300)

= Rp. 1.573.700

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa analisa pasar untung.

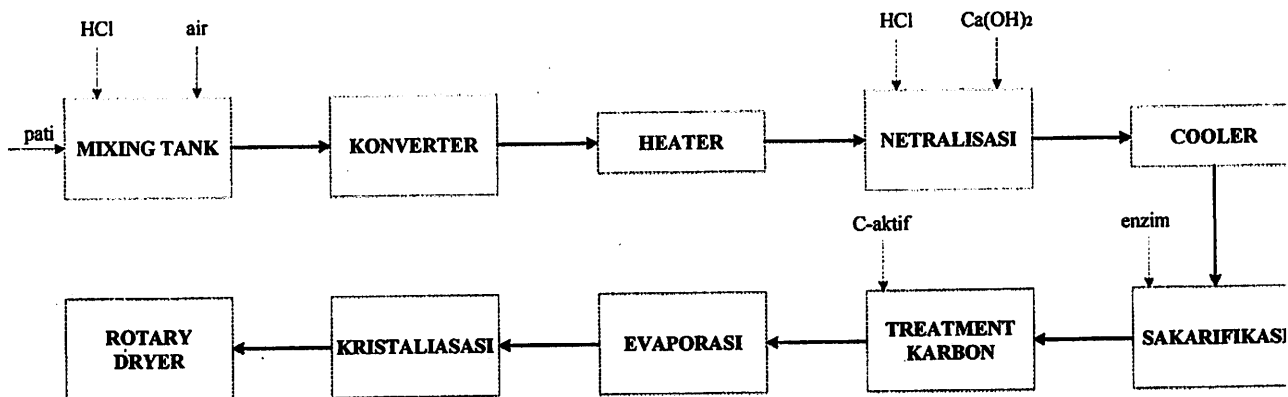
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

Dalam mendirikan pabrik glukosa diperlukan proses yang paling baik untuk digunakan sebagai dasar perancangan pabrik. Untuk membuat glukosa dapat dilakukan dengan cara hidrolisis pati. Sedangkan macam – macam hidrolisis pati ada dua yaitu hidrolisis asam – enzim dan hidrolisis enzim – enzim.

II.1.1. Hidrolisis Asam – Enzim

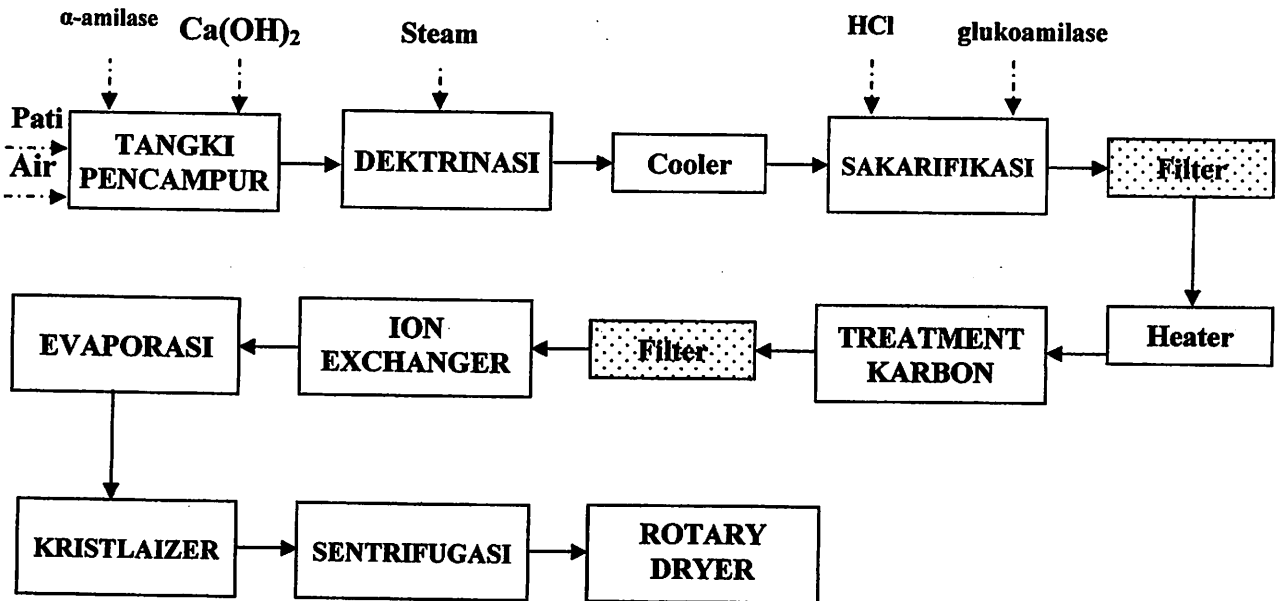


Gambar 2.1. Blok diagram proses hidrolisis asam – enzim

Sebagai bahan baku pengolahan sirup glukosa dapat digunakan pati ubi kayu hasil ekstraksi di pabrik pengolahan tepung tapioka. Protein dan lemak yang terkandung di dalam pati dipisahkan terlebih dahulu dengan cara separasi memakai alat yang dinamakan separator. Separator adalah semacam sentrifugal dengan kecepatan putar (rpm) yang tinggi.

Pati hasil separasi diaduk dengan air panas di dalam suatu tangki berpengaduk untuk dijadikan bubur pati (kandungan bahan kering sekitar 18 – 22 %). Asam klorida (HCl) atau asam oksalat dibubuhkan ke dalam tangki tersebut sampai pH sekitar 2,3.

II.1.2. Hidrolisis Enzim – enzim



Gambar 2.2. Blok diagram proses hidrolisis enzim – enzim

Hidrolisis enzim dilakukan untuk menggantikan hidrolisis dengan asam. Karena enzim bekerja secara spesifik, maka dapat diharapkan bahwa kandungan bahan penyusun sirup yang dihasilkan dapat diatur perbandingannya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

Penggunaan enzim *α-amilase*, dari *Bacillus subtilis*, yang di dalam hidrolisis pati menghasilkan sirup yang sama dengan sirup maltosa hasil hidrolisis dengan katalisator kecambah jemawut (*barley malt*). Kecambah jemawut mengandung *α-amilase*, *β-amilase*, dan *glukoamilase*.

II.2. Seleksi Proses

Proses yang digunakan dalam perencanaan pabrik glukosa dari ampas tapioka ini adalah proses hidrolisis asam – enzim dengan sistem semi kontinyu. Pemilihan proses tersebut berdasarkan pada tabel di bawah:

Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Glukosa

Parameter	Proses	
	Hidrolisis asam – enzim	Hidrolisis enzim – enzim
1. Aspek Teknis		
a. Proses		
- Bahan baku	Ampas tapioka	Ampas tapioka
- Bahan penunjang	- Asam HCl - Enzim lukoamilase	- Enzim <i>α-amilase</i> - Enzim <i>glukoamilase</i>
- DE	42 & 98	96

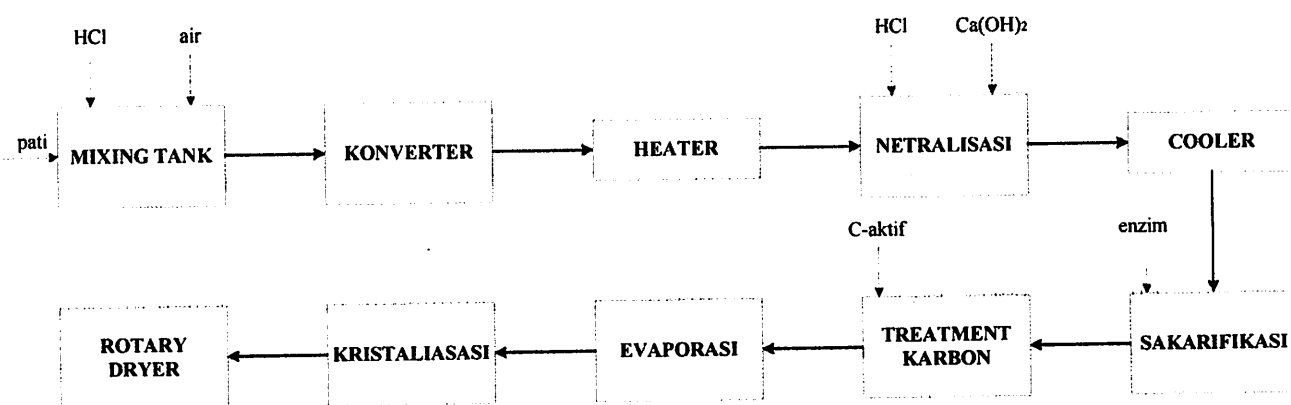
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

Dalam mendirikan pabrik glukosa diperlukan proses yang paling baik untuk digunakan sebagai dasar perancangan pabrik. Untuk membuat glukosa dapat dilakukan dengan cara hidrolisis pati. Sedangkan macam – macam hidrolisis pati ada dua yaitu hidrolisis asam – enzim dan hidrolisis enzim – enzim.

II.1.1. Hidrolisis Asam – Enzim

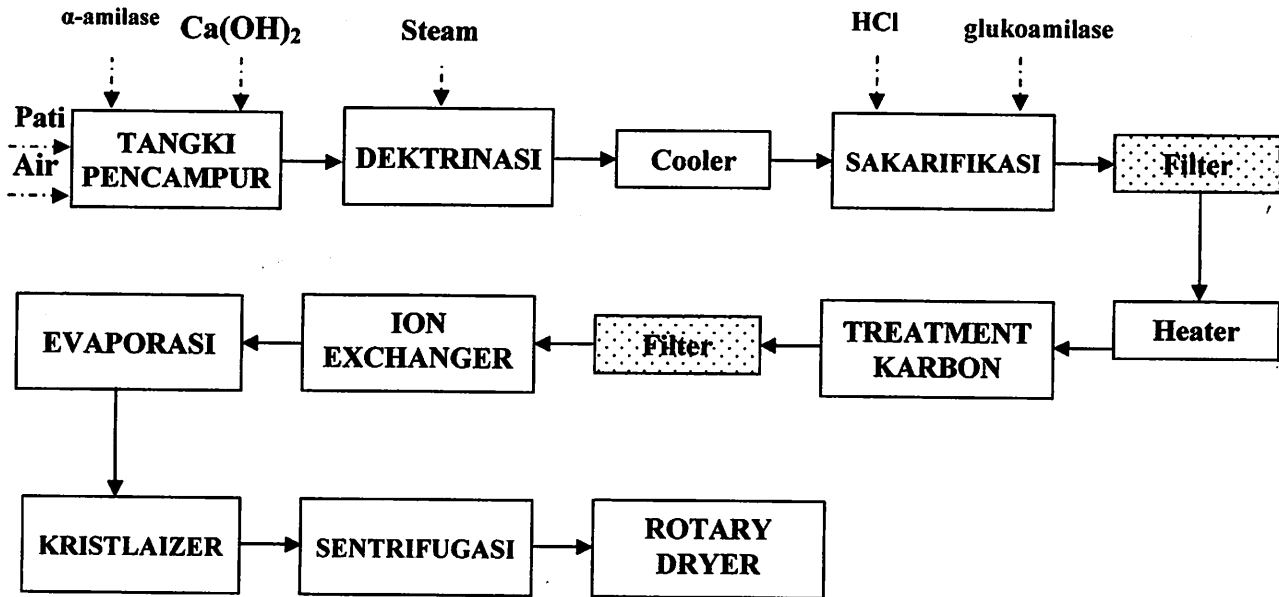


Gambar 2.1. Blok diagram proses hidrolisis asam – enzim

Sebagai bahan baku pengolahan sirup glukosa dapat digunakan pati ubi kayu hasil ekstraksi di pabrik pengolahan tepung tapioka. Protein dan lemak yang terkandung di dalam pati dipisahkan terlebih dahulu dengan cara separasi memakai alat yang dinamakan separator. Separator adalah semacam sentrifugal dengan kecepatan putar (rpm) yang tinggi.

Pati hasil separasi diaduk dengan air panas di dalam suatu tangki berpengaduk untuk dijadikan bubur pati (kandungan bahan kering sekitar 18 – 22 %). Asam klorida (HCl) atau asam oksalat dibubuhkan ke dalam tangki tersebut sampai pH sekitar 2,3.

II.1.2. Hidrolisis Enzim – enzim



Gambar 2.2. Blok diagram proses hidrolisis enzim – enzim

Hidrolisis enzim dilakukan untuk menggantikan hidrolisis dengan asam. Karena enzim bekerja secara spesifik, maka dapat diharapkan bahwa kandungan bahan penyusun sirup yang dihasilkan dapat diatur perbandingannya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu.

Penggunaan enzim *α-amilase*, dari *Bacillus subtilis*, yang di dalam hidrolisis pati menghasilkan sirup yang sama dengan sirup maltosa hasil hidrolisis dengan katalisator kecambah jemawut (*barley malt*). Kecambah jemawut mengandung *α-amilase*, *β-amilase*, dan *glukoamilase*.

II.2. Seleksi Proses

Proses yang digunakan dalam perencanaan pabrik glukosa dari ampas tapioka ini adalah proses hidrolisis asam – enzim dengan sistem semi kontinyu. Pemilihan proses tersebut berdasarkan pada tabel di bawah:

Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Glukosa

Parameter	Proses	
	Hidrolisis asam – enzim	Hidrolisis enzim – enzim
1. Aspek Teknis		
a. Proses		
- Bahan baku	Ampas tapioka	Ampas tapioka
- Bahan penunjang	- Asam HCl - Enzim lukoamilase	- Enzim <i>α-amilase</i> - Enzim <i>glukoamilase</i>
- DE	42 & 98	96

b. Kondisi Operasi		
- Suhu	105 C & 60 C	85 – 87 °C
- pH	2,3 & 5	5,0 – 7,0
- Waktu	24 jam	24 – 72 jam
2. Aspek Ekonomi		
- Investasi	Sedikit	Banyak
- Biaya operasi	Murah	Mahal

Dari kedua proses di atas maka dipilih proses hidrolisis asam – enzim sistem semi kontinyu, pemilihan proses didasarkan pada beberapa aspek berikut:

- Konversi yang dicapai lebih tinggi yaitu 98% sesuai dengan yang diinginkan
- Waktu proses lebih cepat hingga didapatkan hasil yang sempurna
- Investasi rendah karena peralatan dan alat kontrol yang dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan dengan proses yang lain dalam kapasitas yang sama.

Pada hidrolisis enzim – enzim harus menambahkan alat *ion exchanger* untuk memisahkan garam CaCl_2 yang terbentuk dikarenakan penambahan Ca(OH)_2 yang lebih banyak.

II.3. Uraian Proses

Proses pembuatan glukosa dengan hidrolisis asam – enzim ada lima tahapan, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap proses hidrolisis
3. Tahap pemisahan
4. Tahap pemurnian
5. Tahap penanganan produk

2.3.1. Tahap persiapan bahan baku

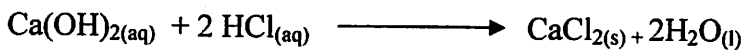
Tahap ini diawali dengan proses penampungan ampas atau ampas tapioka yang berupa bongkahan disimpan dalam gudang bahan baku (F-111), dengan bantuan *screw conveyor* (J-112) dialirkan ke *roll mill* (J-113). Selanjutnya dialirkan menuju mixing tank A (M-110) untuk mengencerkan bahan baku dan dipisahkan antara ampas dan filtratnya di dalam rotary vakum filter (H114), kemudian pemisahan selanjutnya dilakukan di dalam centrifuge (H-115) dengan bantuan *bucket elevator* (J-116) diangkut menuju *mixing tank B* (M-121) dengan menambahkan air dari utilitas dan HCl dari *bin* HCl (F-118) pH 2,3 selama 20 menit. Larutan yang telah terbentuk dialirkan

dengan *rotary pump* (L-122) dilewatkan *heater* (E-124) dipanaskan sampai suhu 100 °C sehingga larutan pati yang akan dihidrolisis mengandung 35 – 45% berat.

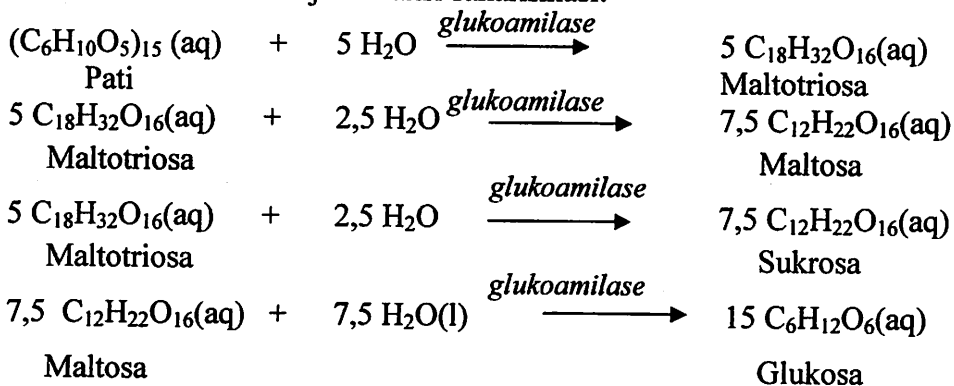
2.3.2. Tahap proses hidrolisis

Hasil pemanasan diatas dinetralkan pada *converter* (R-120) dengan penambahan Ca(OH)_2 dari tangki penyimpanan Ca(OH)_2 (F-125). Kemudian larutan hasil penetralan dengan *rotary pump* (L-124) dialirkan menuju *netralizer* (M-126). Larutan dialirkan dengan pompa (L-127) dan didinginkan melewati *cooler* (E-128) hingga penurunan suhu 60 °C. Setelah pendinginan filtratnya dihidrolisa lebih lanjut dalam reaktor sakarifikasi (R-130) dan ditambahkan enzim glukoamilase dari tangki penyimpanan enzim (F-131).

Reaksi penetralan:



Pada reaktor sakarifikasi terjadi reaksi sakarifikasi:



2.3.3. Tahap pemisahan

Sirup glukosa dari reaktor (R-130) dialirkan dengan pompa (L-132) menuju tangki pengkarbonan (M-134) untuk pemucatan atau penghilangan warna dengan menambahkan karbon aktif dari tangki penyimpanan (F-133). Kemudian dilakukan proses pemisahan agar diperoleh larutan yang bersih dalam *rotary vacuum filter* (H-136).

2.3.4. Tahap pemurnian

Larutan glukosa dengan bantuan pompa (L-135) dipisahkan dalam alat penguap yaitu *triple vacuum effect evaporator* (V-137) untuk menghilangkan sebagian air. Uap yang keluar dari evaporator dikondensasikan dalam *barometix condenser* (E-138). Kemudian untuk mendinginkan larutan dekstrosa sehingga terbentuk kristal dimasukkan dalam *crystalizer* (X-141), dengan bantuan *bucket elevator* (J-142) kristal yang telah

terbentuk diangkut menuju tangki sentrifugasi (H-144) untuk memisahkan kristal dari larutan induknya yang kemudian ditampung dalam *bin* (F-145). Kemudian kristal dekstrosa basah yang diperoleh dengan *screw conveyor* (J-146) diangkut menuju alat pengering yaitu *rotary dryer* (B-140) untuk dilakukan proses pengeringan dengan udara panas dari *blower* (H-148), selanjutnya kristal yang terbawa aliran udara dipisahkan dengan *cyclone* (H-151).

2.3.5. Tahap penanganan produk

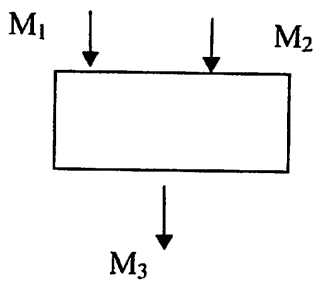
Produk kristal glukosa dimasukkan dalam tangki penyaringan (S-153) untuk memisahkan produk agar memiliki ukuran yang seragam yaitu 50 mesh, kemudian ditampung dalam tangki penampung sementara (F-154), kemudian dikemas pada bagian pengemasan (X-150) lalu dimasukkan dalam gudang penyimpanan produk (F-155) dan siap dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

Pabrik ini dibangun dengan kapasitas produksi = 50000 ton/tahun
 Kapasitas produksi = 50000 ton/tahun : 330 hari/tahun
 = 151,5152 ton/tahun × 1000 kg/jam
 = 151515,152 kg/jam : 24 jam/hari
 = 6313,1313 kg/jam
 Basis bahan baku = 8851 kg/jam

3.1 Tangki Pengencer (M-110)



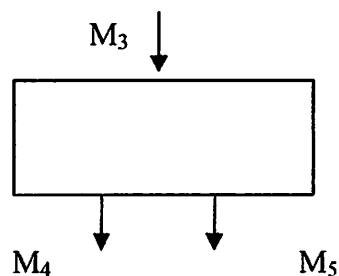
Keterangan:

- M_1 = Aliran ampas tapioka dari tangki penyimpan
- M_2 = Aliran air (H_2O) dari utilitas (kg/jam)
- M_3 = Aliran larutan ampas 50% menuju rotary vacuum filter (kg/jam)

Neraca massa tangki pengencer

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 1 (M_1)		Aliran 3 (M_3)	
$(C_6H_{10}O_5)_{15}$	6195,91	$(C_6H_{10}O_5)_{15}$	6195,91
Protein	195,6137	Protein	195,6137
Lemak	18,5877	Lemak	18,5877
Serat kasar	987,805	Serat kasar	987,805
H_2O	1454,3835	H_2O	8851,3
Aliran 2 (M_2)			
H_2O	7397,92		
Jumlah	16249,216	Jumlah	16249,216

3.2 Rotary vacuum filter (H-114)



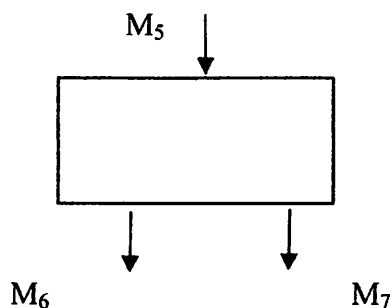
Keterangan:

- M_3 = Aliran larutan ampas dari tangki pengencer (kg/jam)
- M_4 = Aliran serat menuju pembuangan limbah (kg/jam)
- M_5 = aliran pati, lemak, protein dan air menuju centrifuge

Neraca massa

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 3 (M_3)		Aliran 4 (M_4)	
$(C_6H_{10}O_5)_n$	6195,91	Serat kasar	987,805
Protein	195,6137	$(C_6H_{10}O_5)_n$	61,9591
Lemak	18,5877	Protein	1,9561
Serat kasar	987,805	Lemak	0,186
H_2O	8851,3	H_2O	88,5130
		Aliran 5 (M_5)	
		$(C_6H_{10}O_5)_n$	6133,9509
		Protein	193,6576
		Lemak	18,4019
		H_2O	8762,7870
Jumlah	16249,216	Jumlah	16249,216

3.3 Centrifuge (H-115)



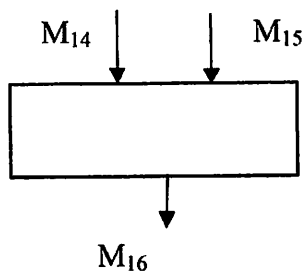
Keterangan:

- M_5 = Aliran slurry pati dari rotary vacuum filter (kg/jam)

Neraca massa penetralan

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 11 (M_{11})		Aliran 14 (M_{14})	
$(C_6H_{10}O_5)_n$	3734,1092	$(C_6H_{10}O_5)_n$	3734,1092
H_2O	11258,1443	H_2O	11258,1443
HCl	0,00060	HCl	0,00060
$C_6H_{12}O_6$	173,4282	$C_6H_{12}O_6$	173,4282
$C_{12}H_{22}O_{11}$	702,3852	$C_{12}H_{22}O_{11}$	702,3852
$C_{18}H_{32}O_{16}$	761,0571	$C_{18}H_{32}O_{16}$	761,0571
Sukrosa	985,9144	Sukrosa	985,9144
Aliran 12 (M_{12})		CaCl ₂	0,00093
Ca(OH) ₂	0,0019		
Aliran 13 (M_{13})			
HCl	0,0184		
Jumlah	17615,1593	Jumlah	17615,1593

3.7 Tangki Sakarifikasi (R-130)



Keterangan :

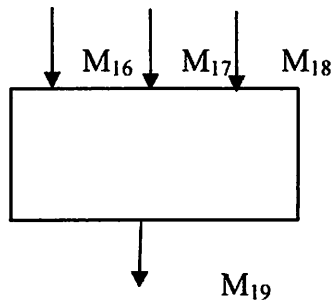
- M_{14} = aliran slurry dari tangki penetralan (kg/jam)
- M_{15} = Aliran enzim AMG (kg/jam)
- M_{16} = Aliran slurry menuju tangki pengkarbonan (kg/jam)

Neraca massa

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 14 (M_{14})		Aliran 16 (M_{11})	
$(C_6H_{10}O_5)_{15}$	3734,1092	$(C_6H_{10}O_5)_{15}$	3734,1092
H_2O	11258,1443	H_2O	11258,1443
HCl	0,00060	HCl	0,00060
$C_6H_{12}O_6$	173,4282	$C_6H_{12}O_6$	173,4282

$C_{12}H_{22}O_{11}$	702,3852	$C_{12}H_{22}O_{11}$	702,3852
$C_{18}H_{32}O_{16}$	761,0571	$C_{18}H_{32}O_{16}$	761,0571
Sukrosa	985,9144	Sukrosa	985,9144
$CaCl_2$	0,00093	$CaCl_2$	0,00093
Aliran 15 (M_{15})		AMG	34,009
AMG	34,009		
Jumlah	17649,1684	Jumlah	17649,1684

3.8 Tangki Pengkarbonan (M-134)



Keterangan

:

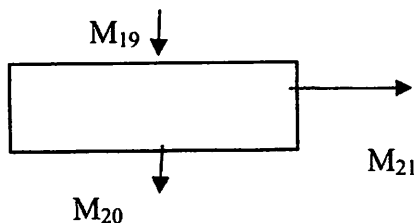
- M_{16} = Aliran glukosa, cake dan air dari reaktor sakarifikasi (kg/jam)
- M_{17} = Aliran $Ca(OH)_2$ dr bin $Ca(OH)_2$ (kg/jam)
- M_{18} = Aliran C-aktif dari tangki penyimpan (kg/jam)
- M_{19} = Aliran sirup dextrosa dan cake ke rotary vakum filter(kg/jam)

Neraca massa pengarbonan

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 16 (M_{16})		Aliran 19 (M_{19})	
$(C_6H_{10}O_5)_n$	3734,1092	$(C_6H_{10}O_5)_n$	74,424
H_2O	11258,1443	H_2O	10723,4022
HCl	0,00060	$C_6H_{12}O_6$	6549,9476
$C_6H_{12}O_6$	173,4282	$C_{12}H_{22}O_{11}$	211,7353
$C_{12}H_{22}O_{11}$	702,3852	$C_{18}H_{32}O_{16}$	45,5602
$C_{18}H_{32}O_{16}$	761,0571	Sukrosa	9,8591
Sukrosa	985,9144	$CaCl_2$	0,029
$CaCl_2$	0,00093	AMG	34,009
AMG	34,009	C-aktif	10,2109
Aliran 17 (M_{17})			
$Ca(OH)_2$	0,0562		
Aliran 18 (M_{18})			

C-aktif	10,2109		
Jumlah	17659,4355	Jumlah	17659,4355

3.9 Rotary vacum filter (H-136)



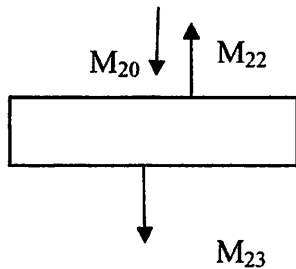
Keterangan :

- M_{19} = Aliran sirup dektrosa dan cake dari tangki pengarbonan (kg/jam)
- M_{20} = Aliran filtrat (kg/jam)
- M_{21} = aliran cake ke waste (kg/jam)

Neraca massa Rotary vacum filter

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 19 (M_{19})		Aliran 20 (M_{20})	
$(C_6H_{10}O_5)_{15}$	74,424	H ₂ O	10187,2320
H ₂ O	10723,4022	C ₆ H ₁₂ O ₆	6222,4503
C ₆ H ₁₂ O ₆	6549,9476	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	201,1485
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	211,7353	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	43,282
C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	45,5602	Sukrosa	9,3661
Sukrosa	9,8591	CaCl ₂	0,02755
CaCl ₂	0,029	AMG	34,009
AMG	34,009	Aliran 21 (M_{21})	
C-aktif	10,2109	$(C_6H_{10}O_5)_{15}$	74,6822
		H ₂ O	536,1701
		C ₆ H ₁₂ O ₆	326,365
		C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	10,5868
		C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	2,2780
		Sukrosa	0,4930
		CaCl ₂	0,0015
		AMG	1,7005
		C-aktif	10,2109
Jumlah	17659,4355	Jumlah	17659,4355

3.10 Evaporator (V-137)



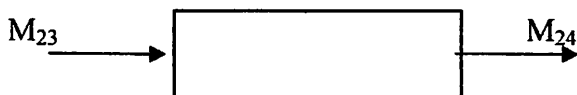
Keterangan :

- M_{20} = Aliran filtrat dr rotary vacum filter (kg/jam)
- M_{22} = Aliran air yang teruapkan (kg/jam)
- M_{23} = Aliran glukosa lewat jenuh ke kristalizer (kg/jam)

Neraca massa evaporator

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 20 (M_{20})		Aliran 22 (M_{22})	
H ₂ O	10187,2320	H ₂ O	8060,8192
C ₆ H ₁₂ O ₆	6222,4503	Aliran 23 (M_{23})	
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	201,1485	H ₂ O	2126,4129
C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	43,282	C ₆ H ₁₂ O ₆	6222,4503
Sukrosa	9,3661	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	201,1485
CaCl ₂	0,02755	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	43,282
AMG	34,009	Sukrosa	9,3661
		CaCl ₂	0,02755
		AMG	34,009
Jumlah	16695,8154	Jumlah	16695,8154

3.11 Kristalizer (X-141)



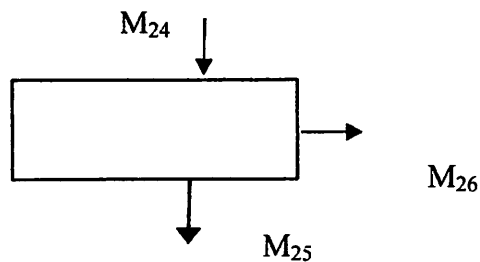
Keterangan :

- M_{24} = Aliran glukosa lewat jenuh dari evaporator (kg/jam)
- M_{25} = aliran glukosa kristal ke centrifuge (kg/jam)

Neraca massa kristalizer

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 23 (M_{23})		Aliran 24 (M_{24})	
H ₂ O	2126,4129	H ₂ O	2126,4129
C ₆ H ₁₂ O ₆	6222,4503	C ₆ H ₁₂ O _{6(s)}	6222,4503
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	201,1485	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	201,1485
C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	43,282	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	43,282
Sukrosa	9,3661	Sukrosa	9,3661
CaCl ₂	0,02755	CaCl ₂	0,02755
AMG	34,009	AMG	34,009
Jumlah	8634,9962	Jumlah	8634,9962

3.12 Centrifuge (H-144)



Keterangan :

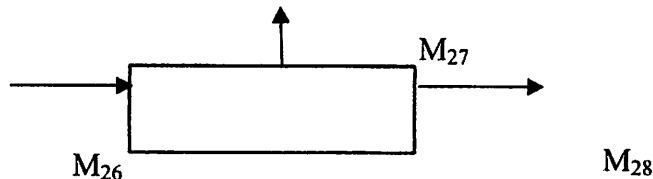
- M_{24} = Aliran glukosa kristal dan mother liquor dari kristalizer (kg/jam)
- M_{25} = Aliran Mother liquor ditampung di accumulator (kg/jam)
- M_{26} = Aliran kristal glukosa ke rotary dryer

Neraca massa centrifuge

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 24 (M_{24})		Aliran 25 (M_{25})	
H ₂ O	2126,4129	H ₂ O	1913,7716
C ₆ H ₁₂ O _{6(s)}	6222,4503	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	181,0337
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	201,1485	C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	38,9539
C ₁₈ H ₃₂ O ₁₆	43,282	Sukrosa	8,4296
Sukrosa	9,3661	CaCl ₂	0,0248
CaCl ₂	0,02755	AMG	29,077
AMG	34,009	Aliran 26 (M_{26})	
		H ₂ O	212,6413
		C ₆ H ₁₂ O _{6(s)}	6222,4503

		$C_{12}H_{22}O_{11}$	20,1148
		$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,3282
		Sukrosa	0,9366
		$CaCl_2$	0,00276
		AMG	3,2309
Jumlah	8634,9962	Jumlah	8634,9962

3.12 Rotary dryer (B-140)



Keterangan :

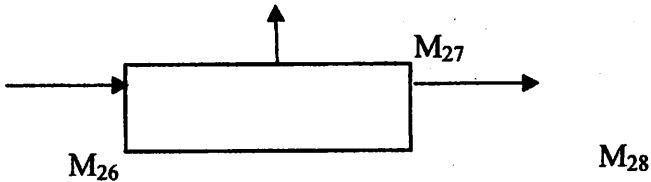
- M_{27} = Aliran kristal glukosa 91% dari Centrifuge (kg/jam)
- M_{28} = Aliran air (H_2O) teruapkan (kg/jam)
- M_{29} = Aliran DMH menuju ballmill (kg/jam)

Neraca massa

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 26 (M_{26})		Aliran 27 (M_{27})	
H_2O	212,6413	H_2O	150,4168
$C_6H_{12}O_6(s)$	6222,4503	Aliran 28 (M_{28})	
$C_{12}H_{22}O_{11}$	20,1148	$C_6H_{12}O_6(s)$	62,2857
$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,3282	$C_{12}H_{22}O_{11}$	0,2013
Sukrosa	0,9366	$C_{18}H_{32}O_{16}$	0,0433
$CaCl_2$	0,00276	Sukrosa	0,0094
AMG	3,2309	$CaCl_2$	0,00003
		AMG	0,0323
		Aliran 29 (M_{29})	
		H_2O	62,2255
		$C_6H_{12}O_6(s)$	6160,1646
		$C_{12}H_{22}O_{11}$	19,9135
		$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,2849
		Sukrosa	0,9272
		$CaCl_2$	0,00273
		AMG	3,1986
		udara	1250,1555
Jumlah	6463,7049	Jumlah	6463,7049

		$C_{12}H_{22}O_{11}$	20,1148
		$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,3282
		Sukrosa	0,9366
		$CaCl_2$	0,00276
		AMG	3,2309
Jumlah	8634,9962	Jumlah	8634,9962

3.12 Rotary dryer (B-140)



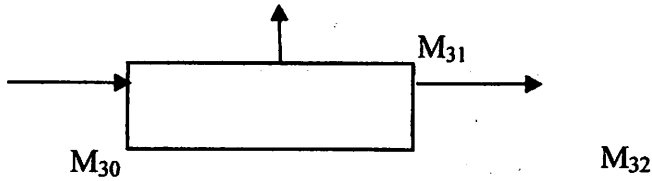
Keterangan :

- M_{27} = Aliran kristal glukosa 91% dari Centrifuge (kg/jam)
- M_{28} = Aliran air (H_2O) teruapkan (kg/jam)
- M_{29} = Aliran DMH menuju ballmill (kg/jam)

Neraca massa

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 26 (M_{26})		Aliran 27 (M_{27})	
H_2O	212,6413	H_2O	150,4168
$C_6H_{12}O_6(s)$	6222,4503	Aliran 28 (M_{28})	
$C_{12}H_{22}O_{11}$	20,1148	$C_6H_{12}O_6(s)$	62,2857
$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,3282	$C_{12}H_{22}O_{11}$	0,2013
Sukrosa	0,9366	$C_{18}H_{32}O_{16}$	0,0433
$CaCl_2$	0,00276	Sukrosa	0,0094
AMG	3,2309	$CaCl_2$	0,00003
		AMG	0,0323
		Aliran 29 (M_{29})	
		H_2O	62,2255
		$C_6H_{12}O_6(s)$	6160,1646
		$C_{12}H_{22}O_{11}$	19,9135
		$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,2849
		Sukrosa	0,9272
		$CaCl_2$	0,00273
		AMG	3,1986
		udara	1250,1555
Jumlah	6463,7049	Jumlah	6463,7049

3.13 Cyclone (H-151)



Keterangan :

- M_{30} = Aliran kristal glukosa 91% dari Centrifuge (kg/jam)
- M_{31} = Aliran air (H_2O) teruapkan (kg/jam)
- M_{32} = Aliran DMH menuju ballmill (kg/jam)

Neraca massa

Masuk		Keluar	
Komponen	Kg/jam	Komponen	Kg/jam
Aliran 30 (M_{30})		Aliran 31 (M_{31})	
$C_6H_{12}O_6(s)$	62,2857	H_2O	150,4168
$C_{12}H_{22}O_{11}$	19,9135	udara	1250,1555
$C_{18}H_{32}O_{16}$	4,2849	Aliran 32 (M_{32})	
Sukrosa	0,9272	$C_6H_{12}O_6(s)$	62,2857
$CaCl_2$	0,00273	$C_{12}H_{22}O_{11}$	0,2013
AMG	3,1986	$C_{18}H_{32}O_{16}$	0,0433
		Sukrosa	0,0094
		$CaCl_2$	0,00003
		AMG	0,0323
Jumlah	6250,7774	Jumlah	6463,7049



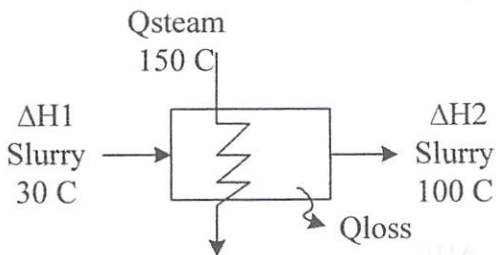
BAB IV

NERACA PANAS

Basis operasi : 24 jam

Suhu referensi : 25 C

1. Heater (E-123)



$\Delta H1$ = Aliran panas bahan masuk heater (kkal/jam)

$\Delta H2$ = Aliran panas bahan keluar heater (kkal/jam)

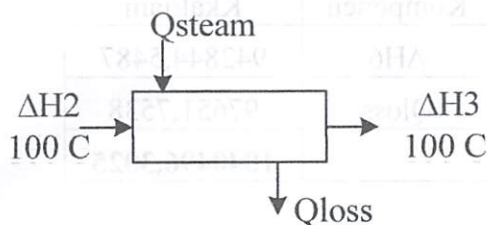
Q_{steam} = Aliran panas steam masuk heater (kkal/jam)

Q_{loss} = Panas yang hilang (kkal/jam)

Neraca panas heater

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
$\Delta H 1$	68538,92192	$\Delta H 2$	1028083,8288
Q_{steam}	962971,8530	Q_{loss}	3426,9461
Jumlah	1031510,7749		1031510,7749

2. Converter (R-130)



$\Delta H2$ = Aliran panas bahan masuk converter tank (kkal/jam)

$\Delta H3$ = Aliran panas bahan keluar converter (kkal/jam)

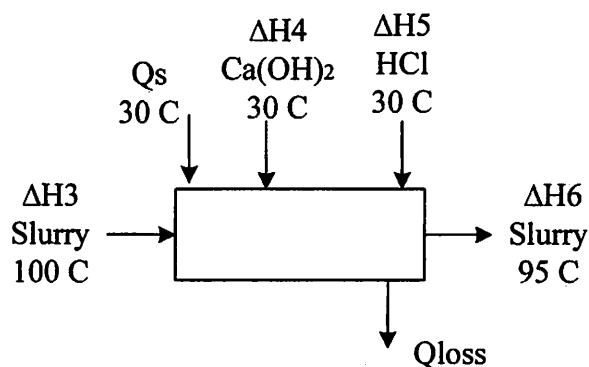
Q_s = Aliran steam (kkal/jam)

Q_{loss} = Panas yang hilang keluar converter (kkal/jam)

Neraca panas tangki converter

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
ΔH_2	1028083,8288	ΔH_3	1010189,6536
Qsteam	33510,0162	Qloss	51404,1914
Total	1061593,8450		1061593,8450

3. Netralizer (M-126)



ΔH_3 = Aliran panas bahan masuk tangki netralizer (kkal/jam)

ΔH_4 = Aliran panas $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (kkal/jam)

ΔH_5 = Aliran panas HCl (kkal/jam)

ΔH_6 = Aliran panas bahan keluar tangki netralizer (kkal/jam)

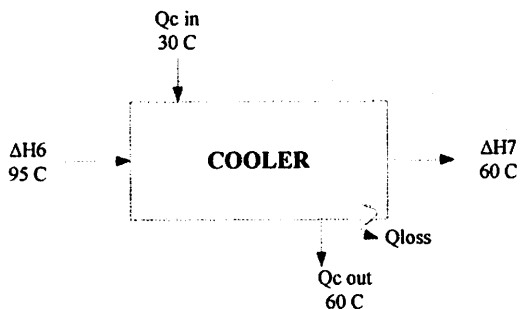
Qs = Aliran steam masuk (kkal/jam)

Qloss = Panas yang hilang keluar tangki netralizer (kkal/jam)

Neraca panas tangki netralizer

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
$\Delta H_{3,4,5}$	1010190,5283	ΔH_6	942844,5487
Qsteam	30305,7742	Qloss	97651,7538
Total	1040496,3025		1040496,3025

4. Cooler (E-128)



$\Delta H6$ = Aliran panas bahan masuk cooler (kkal/jam)

$\Delta H7$ = Aliran panas bahan keluar cooler (kkal/jam)

$Qc\ in$ = Aliran panas pendingin masuk cooler (kkal/jam)

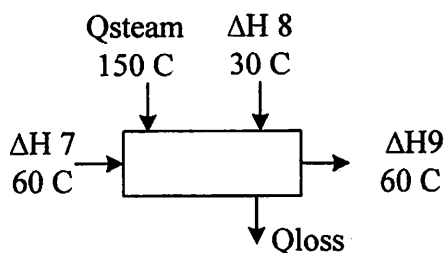
$Qc\ out$ = Aliran panas pendingin keluar cooler (kkal/jam)

$Qloss$ = Panas yang hilang (kkal/jam)

Neraca panas cooler

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
$\Delta H\ 6$	942844,5487	$\Delta H\ 7$	472601,9221
$Qc\ in$	69933,9503	$Qc\ out$	489537,6519
		$Qloss$	50638,9249
Jumlah	1012778,4989		1012778,4989

5. Reaktor sakarifikasi (R-130)



$\Delta H7$ = Aliran panas bahan masuk reaktor (kkal/jam)

$\Delta H8$ = Aliran panas enzim masuk reaktor (kkal/jam)

$\Delta H9$ = Aliran panas bahan keluar reaktor (kkal/jam)

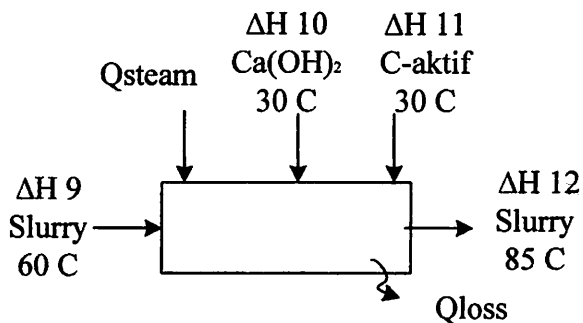
Qs = Aliran steam masuk reaktor (kkal/jam)

$Qloss$ = Panas yang hilang (kkal/jam)

Neraca panas tangki sakarifikasi

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
$\Delta H_{7,8}$	472656,3901	ΔH_9	464033,4146
Qsteam	15009,8441	Qloss	23632,8195
Total	487666,2341		487666,2341

6. Tangki Pengkarbonan (M-134)



ΔH_9 = Aliran panas bahan masuk tangki pengkarbonan (kkal/jam)

ΔH_{10} = Aliran panas $\text{Ca}(\text{OH})_2$ masuk tangki pengkarbonan (kkal/jam)

ΔH_{11} = Aliran panas C-aktif masuk tangki pengkarbonan (kkal/jam)

ΔH_{12} = Aliran panas bahan keluar tangki pengkarbonan (kkal/jam)

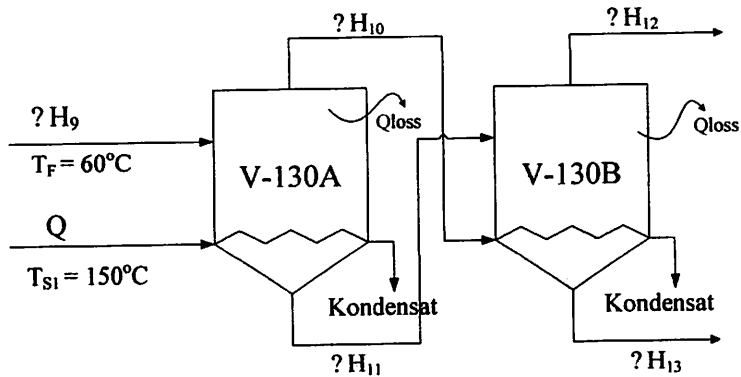
Qsteam = Aliran panas steam masuk tangki pengkarbonan (kkal/jam)

Qloss = Panas yang hilang (kkal/jam)

Neraca panas tangki pengkarbonan

Masuk		Keluar	
Komponen	kkal/jam	Komponen	kkal/jam
ΔH_9	452202,3033	ΔH_{12}	775923,2401
ΔH_{10}	0,02418	Qloss	22610,5451
ΔH_{11}	8,64922		
Qsteam	346322,8834		
Jumlah	798533,7852		798533,7852

7. Evaporator (V-137)



ΔH_9 : Panas bahan masuk evaporator

ΔH_{10} : Panas uap keluar effect 1

ΔH_{11} : Panas liquid keluar effect 1

ΔH_{12} : Panas uap keluar effect II

ΔH_{13} : Panas liquid keluar effect II

Q_{Loss} : Panas yang hilang

Q_{Steam} : Panas yang terkandung pada steam

Neraca panas pada Effect

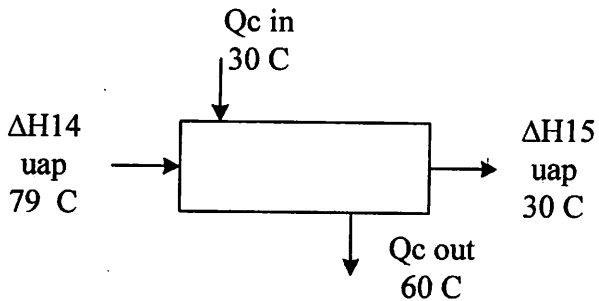
I

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_9	= 148996,4561	ΔH_{10}	= 2783474,4128
Q_s	= 3571636,0966	ΔH_{11}	= 244689,2455
		Kondensat	= 822332,3292
		Q_{loss}	= 139173,7206
Total	= 3989669,7082	Total	= 3989669,7082

Neraca panas pada Effect II

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
ΔH_{10}	= 2783474,4128	ΔH_{12}	= 2397328,4608
ΔH_{11}	= 244689,2455	ΔH_{13}	= 89693,6199
		Kondensat	= 541141,5777
		Q_{loss}	= 139173,7206
Total	= 3167337,3790	Total	= 3167337,3790

8. Barometrix condensor (E-138)



ΔH_{14} = Aliran panas uap masuk kondensor (kcal/jam)

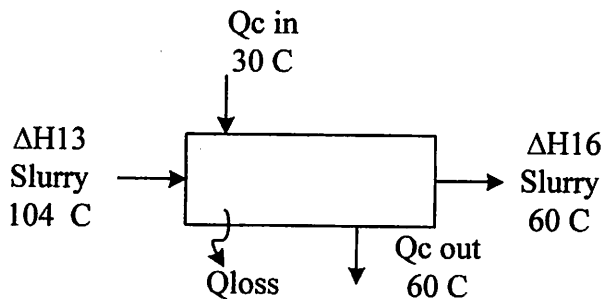
ΔH_{15} = Aliran panas uap keluar kondensor (kcal/jam)

Q_c = Panas yang diserap pendingin (kcal/jam)

Neraca panas

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
ΔH_{14}	2397328,4608	ΔH_{15}	239732,8461
		Q_c	2157595,6147
Jumlah	2397328,4608		2397328,4608

9. Kristalizer (X-141)



ΔH_{13} = Aliran panas bahan masuk kristalizer (kcal/jam)

ΔH_{16} = Aliran panas bahan keluar kristalizer (kcal/jam)

Q_c = Panas yang diserap pendingin (kcal/jam)

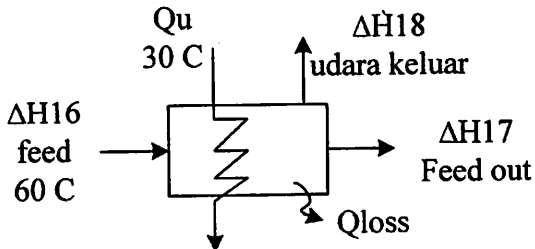
Q_{loss} = Panas yang hilang (kcal/jam)

Neraca panas

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
ΔH_{13}	89693,6199	ΔH_{16}	20442,6681
		Q_c	64766,2708

		Qloss	4484,6810
Jumlah	89693,6199		89693,6199

10. Rotary Dryer (B-140)



$\Delta H16$ = Aliran panas bahan masuk rotary dryer (kcal/jam)

$\Delta H17$ = Aliran panas bahan keluar rotary dryer (kcal/jam)

$\Delta H18$ = Aliran panas udara keluar rotary dryer (kcal/jam)

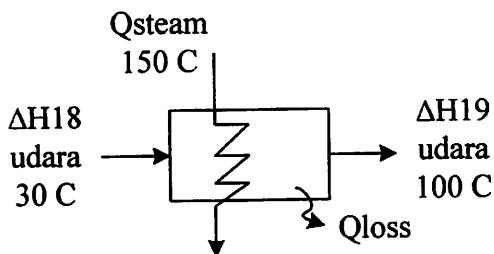
Q_u = Aliran udara steam masuk rotary dryer (kcal/jam)

Q_{loss} = Panas yang hilang (kcal/jam)

Neraca panas rotary dryer

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
$\Delta H 16$	98727,50124	$\Delta H 18$	100527,8330
Q_u	31207,7631	$\Delta H 17$	26808,7261
		Q_{loss}	2598,7053
Jumlah	129935,2644		129935,2644

11. Heater udara (H-149)



$\Delta H18$ = Aliran panas udara masuk heater udara (kcal/jam)

$\Delta H19$ = Aliran panas udara keluar heater udara (kcal/jam)

Q_{steam} = Aliran panas steam masuk heater udara (kcal/jam)

Q_{loss} = Panas yang hilang (kcal/jam)

Neraca panas heater udara

Masuk		Keluar	
Komponen	Kkal/jam	Komponen	Kkal/jam
ΔH 18	31207,76314	ΔH 19	468116,4471
Qsteam	461546,3917	Qloss	24637,7077
Jumlah	492754,1549		492754,1549

BAB V
SPEKIFIKASI PERALATAN

No	Nama alat	Kode	Jenis	Ukuran	Bahan konstruksi	Jumlah
1	Storage ampas	F-111	gudang	- Kap = 166,385 m ³ - Lebar = 6,192 m - Tinggi = 15 m - Panjang = 12,38	Beton	1
2	Belt Conveyor	J-112	Belt conveyor	- Kap = 19532lb/h - Diameter = 0,5 m - Panjang = 10 m - Kemiringan = 30° - Power motor = 1hp	Rubber	1
3	Roll mill	J-113	Roll mill	- R = 3,365 - Daya = 4hp	Carbon ceramics	1
4	Tangki Pengencer	M-110	Silinder tegak berpengaduk	- Di = 131,625 in - Do = 132 in - ts = 3/16 in - Ls = 197,437 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 22,244 in - hb = 37,998 in - tinggi stangki = 257,6801 in - daya = 1hp	Carbon ceramics	1
5	Rotary vacum filter	H-114	Continuous rotary vacum-drum filter	- vol bahan : 11,5537 ft ³ /put - Luas drum = 25,7617 m ² - D = 1m - Daya = 1 hp	Carbon ceramics	1
6	Centrifuge	H-115	Basket centrifuge	- Rate = 1092,55 ft ³ - D = 4,5 ft - Tinggi = 3,5 ft - Daya = 5 hp	Carbon ceramics	3
7	Bucket elevator	J-116	Continus bucket elevator	- Kap = 8,1238 ton/h - Do = 120 in - Uk = 6 x 4 x 4,5 in - Daya = 1hp	Rubber	1
8	Bin HCl	F-113	Silinder tegak	- Di = 11,65 in - Do = 12 in - ts = 3/16 in	Carbon ceramics	1

				<ul style="list-style-type: none"> - Ls = 17,438 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 1,9642 in - hb = 3,3559 in tinggi stangi = 22,758 in 		
9	Mixing tank	M-121	Silinder tegak dengan pengaduk	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 77,625 in - Do = 78 in - ts = 3/16 in - Ls = 116,437 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 13,1186 in - hb = 22,4091 in tinggi tangki = 151,964 in daya = 2 hp 	Carbon ceramics	1
10	Pompa	L-122	Centrifugal pump	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 2,1556 in - Do = 2,875 in - A = 0,0233 ft² - P = 6 Hp kapasitas = 114,629 gpm 	Carbon ceramics	1
11	Heater	E-123	Shell nd tube	<ul style="list-style-type: none"> - IDs = 12 in - OD = 1 in BWG 14 - ID = 0,834 in - L = 8 ft Type = 2-4 	Comersial stell	1
12	Tangki Converter	R-120	Silinder tegak	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 89,63 in - Do = 90 in - ts = 3/16 in - Ls = 13,2677 ft - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 15,147 in - hb = 25,87 in - tinggi stangi = 182,74 in 	Carbon ceramics	1
13	Pompa	L-124	Centrifugal pump	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 3,06 in - Do = 3,5 in - A = 0,0513 ft² - P = 3 Hp kapasitas = 48,50gpm 	Carbon ceramics	1
14	Tangki Penetralkan	M-126	Silinder tegak dengan pengaduk	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 89,625 in - Do = 90 in - ts = 3/16 in 	Carbon ceramics	1

				<ul style="list-style-type: none"> - Ls = 134,44 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - ha = 15,147 in - hb = 25,873 in tinggi tangki = 175,46 in daya = 5hp 		
15	Pompa	L-127	Centrifugal pump	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 3,068 in - Do = 3,5 in - A = 0,0513 ft² - P = 3 Hp kapasitas = 41.22gpm 	Carbon ceramics	1
16	Cooler	E-128	Sheel and tube	<ul style="list-style-type: none"> - IDs = 10 in - OD = 1,25 in BWG 16 - ID = 0,670 in - L = 16 ft - Type = 2-4 	Carbon ceramics	1
17	Bin Ca(OH) ₂	F-125	Silinder tegak	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 11,625 in - Do = 12 in - ts = 3/16 in - Ls = 17,437 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - hb = 1,964 in - ha = 1,964625 in tinggi stangi = 22,75 in 	Carbon ceramics	1
18	Reaktor sakarifikasi	R-130	Silinder tegak berpengaduk	Alat utama lusiana rizi	Carbon ceramics	
19	Pompa	L-132	Rotary pump	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 3,068 in - Do = 3,5 in - A = 0,0513 ft² - P = 3 Hp 	Carbon ceramics	1
20	Tangki Pengkarbonan	M-134	Silinder tegak berpengaduk	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 89,625 in - Do = 90 in - ts = 3/16 in - Ls = 143,44 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - hb = 25,873 in - ha = 15,147 in tinggi tangki = 175,46 in daya = 	Carbon ceramics	1
21.	Pompa	L-135	Rotary pump	<ul style="list-style-type: none"> - Di = 2,469 in - Do = 2,875 in - A = 0,00017 ft² 	Carbon ceramics	1

				- P = 3 Hp		
22.	Rotary vacuum filter	H-135	Continuous rotary vacuum-drum filter	- vol bahan : 3,6536 ft ³ /put - Luas drum = 8,14m ² - D = 1m - Daya = 1 hp	Carbon ceramics	1
23	Evaporator	V-137	Short tube Single evaporator	- Di = 83,625 in - Do = 84 in - ts = 3/16 in - Ls = 143,44 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - hb = 24,1405 in - ha = 14.1326 in - tinggi tangki = 338,27 in	Carbon ceramics	1
24	Barometric condensor	E-138	Wet Air Parrarel Current Condensor	- diameter = 6,454 ft - pipa uap in = 5in - pipa air out = 2	Carbon ceramics	1
26	Kristalizer	X-141	Swenson Walker	- Diameter = 24 in - Kecepatan = 20 rpm	Carbon ceramics	1
27	Bucket elevator	J-142	Continus bucket elevator	- Kap = 7,40 ton/h - Uk = 6 x 4 x 4,5 in - Daya = 1hp	Rubber	1
28	Centrifuge	H-144	Basket centrifuge	- Rate = 214,9051 ft ³ - D = 4,5 ft - Tinggi = 3,5 ft - Daya = 5 hp	Carbon ceramics	3
29	Belt Conveyor	J-145	Belt conveyor	- Kap = 15056 lb/h - Diameter = 0,5 m - Panjang = 10 m - Kemiringan = 30° - Power motor = 1hp	Rubber	1
30	Rotary dyer	J-140	Alat utama aulia zakiah daroja			
31	Filter udara	H-147	Dry filter	- Uk = 24 x 24 in - Rate = 676ft ³ /menit	Commerstial stell	1
32	Blower	G-146	Centrifugal Blower	- Daya = 3 hp	Cast iron	1
33	Cyclone	H-151	Duclone Collector	- Diameter = 0,042 ft - Rate = 40,49 ft ³ /h	Carbon ceramics	1
34	Ballmill	C-152	Silinder horisontal	- Diameter = 1,074 m - Panjang = 3,22 m - Daya = 2 hp	Carbon steel	1
35	Screen	S-153	Vibrating screen	- L ayakan = 0,6362 m ²	Commerstial stell	1
36	Bin produk	M-133		- Di = 47,625 in	Carbon ceramics	1

				<ul style="list-style-type: none"> - Do = 48 in - ts = 3/16 in - Ls = 71,437 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - hb = 18,9444 in - ha = 13,748 in tinggi tangki = 85,6in 		
36	Mesin pengemas / packing	P-150	-	<ul style="list-style-type: none"> - kapasitas bahan masuk = 6313,1307 kg/jam - 	Commerstial stell	1
37	Heater udara	E-147	Shell nd tube	<ul style="list-style-type: none"> - IDs = 8 in - OD = 1 in BWG 14 - ID = 0,834 in - L = 8 ft Type = 2-4 	Comersial stell	1
38	Gudang produk	F-155	Bangunan semi permanen	<ul style="list-style-type: none"> - Panjang = 27 m - Lebar = 14 m - Tinggi = 10 m 	Beton	1
39	Bin produk	M-133		<ul style="list-style-type: none"> - Di = 33,625 in - Do = 34 in - ts = 3/16 in - Ls = 50,437 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in - tinggi tangki = 53,06 in 	Carbon ceramics	1
40	Bin produk	M-133		<ul style="list-style-type: none"> - Di = 37,625 in - Do = 38 in - ts = 3/16 in - Ls = 56,437 in - tha = 3/16 in - thb = 3/16 in tinggi tangki = 59,3745 in 	Carbon ceramics	1

BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat	:	Rotary Dryer			
Fungsi	:	Mengeringkan glukosa basah			
Tipe	:	Single Shell Direct Heat Rotary Dryer			
Bahan konstruksi	:	Carbon ceramik			
Allowable stress (f)	:	19850			
Tipe pengelasan	:	Double welding butt joint			
Faktor korosi	:	1/16			
Faktor Pengelasan (E)	:	0,85			
Rate Feed	:	6821,028429 kg/jam	=	15037,63927 lb _m /jam	
Rate Produk	:	6821,028429 kg/jam	=	15037,63927 lb _m /jam	
Rate Udara	:	1364,205686 kg/jam	=	3007,527855 lb _m /jam	
ρ_{feed}	:	1,54 g/cm ³	=	96,1422 lb _m /ft ³	
Kondisi Operasi	:	suhu umpan masuk	=	30 °C	= 86 °F
		suhu umpan keluar	=	50 °C	= 122 °F
		suhu udara masuk	=	105 °C	= 221 °F
		suhu udara keluar	=	60 °C	= 140 °F
Waktu Operasi	:	1 jam			
Jumlah	:	1 buah			

Adapun tahapan perancangan Rotary Dryer, sebagai berikut:

- A. Perancangan Dimensi Rotary Dryer
- B. Perancangan Penggerak Rotary Dryer
- C. Perancangan Poros Penyangga Roll Support

A. Perancangan Dimensi Reaktor

a. Menentukan Diameter Rotary Dryer (D)

$$\begin{aligned} \text{Range mass flux (G)} &= 0,5 - 5 \text{ kg/s.m}^2 \\ &= 368,674 - 3686,74 \text{ lbm/jam.ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Diambil mass flux} = 368,674 \text{ lbm/jam.ft}^2$$

$$\text{Luas (A)} = \frac{\text{massa udara}}{\text{mass flux}} = 8,15768371 \text{ ft}^2$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ maka, } D = \frac{\sqrt{4A}}{\pi}$$

$$D = 3,22365534 \text{ ft} = 0,9825821 \text{ m}$$

Menurut Ulrich, tabel 4-10, range diameter Rotary Dryer adalah 1-3 meter,

$$\begin{aligned} \text{sehingga D} &= 1,5 \text{ meter} = 4,9212 \text{ ft} \\ &= 59,0544 \text{ in} \end{aligned}$$

b. Menentukan Volume Bahan Rotary Dryer (V_B)

$$\text{Densitas } (\rho) = \frac{\text{Massa } (m)}{\text{Volume } (V)}$$

$$\text{sehingga, untuk mencari Volume } (V) = \frac{\text{Massa Bahan } (m)}{\text{Densitas bahan } (\rho)}$$

$$V = 156,410393 \text{ ft}^3/\text{jam} = 4,42921068 \text{ m}^3$$

c. Menentukan Volume Silinder Rotary Dryer (V_s)

$$\text{Volume bahan} = 10\% - 15\% \text{ Volume silinder (Ulrich, tabel 4-10)}$$

$$V_s = \frac{V_B}{10\%}$$

$$V_s = 1042,73595 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

d. Menentukan Panjang Silinder Rotary Dryer (L)

$$V_s = \frac{\pi D^2 L}{4} \text{ maka, } L = \frac{4V_s}{\pi D^2} = 54,8482355 \text{ ft}$$

$$= 16,7179455 \text{ meter} \approx 17 \text{ meter}$$

$$\approx 55,7736 \text{ ft}$$

$$\approx 669,2832 \text{ in}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{17}{1,5} = 11,3$$

e. Menentukan Tebal Shell

$$P_{\text{alat}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{liquid}}$$

$$P_{\text{operasi}} = 14,7 \text{ psia}$$

$$P_{\text{liquid}} = \frac{\rho \times L_{LS}}{144} = 37,2374764 \text{ psi}$$

$$P_{\text{alat}} = 51,9374764 \text{ psia}$$

$$= 37,2374764 \text{ psig}$$

$$t_s = \frac{P_{\text{alat}} \times D_1}{2(\sqrt{E} - 0,6 P_{\text{alat}})} + C$$

$$t_s = 0,127752708$$

$$\text{standarisasi } t_s = \frac{2,04404}{16} \approx 3/16$$

f. Menentukan Putaran Rotary Dryer

$$N = \frac{V}{\pi D}$$

Dimana:

N : jumlah putaran rotary dryer (rpm)

V : kecepatan perihedral (ft/menit)

D : diameter rotary dryer (ft)

Perry ed.7 Hal: 12-54, $V = 60 - 75$ ft/menit

$V = 60$ ft/menit

$N = 3,88284976$ rpm

maka $N \times D = 19,1082803$ memenuhi

g. Menentukan Slope Rotary Dryer

$$\Theta = \frac{0,23 L}{S N^{0,9} D} + \frac{0,6 B L G}{F}$$

Dimana:

Θ : waktu tinggal

S : slope

B : konstanta beban material

F : kecepatan umpan

Range hold up = 3% - 15% dari Volume Dryer

hold up = 10% V_B

$$= 15,6410393 \text{ ft}^3$$

rate feed = 156,4103929 ft^3/jam

- Waktu tinggal

$$\Theta = \frac{\text{hold up}}{\text{rate feed}}$$

$$\Theta = 0,1 \text{ jam} = 6 \text{ menit}$$

- Konstanta beban material

$$B = \frac{5}{D_p^{0,5}}$$

$$D_p = 50 \text{ mesh} = 0,595 \text{ mm} \\ = 595 \text{ mikron}$$

$$B = 0,20498002$$

- Kecepatan umpan

$$F = \frac{\text{feed}}{1/4 D^2} = 2483,69134 \text{ lb/ft}^3 \cdot \text{jam}$$

- Slope

$$S = \frac{0,23 L}{N^{0,9} D} \frac{\Theta - 0,6 B L G}{F} = 0,15433499$$

$$\alpha = 0,15312683$$

h. Menentukan Corong Pemasukan Umpan/Hopper

Waktu tinggal = 1 menit

Rate Volumetrik = 156,410393 ft^3/jam

Volume Hopper = Rate volumetrik / waktu tinggal

$$= 2,60683988 \text{ ft}^3$$

Faktor keamanan = 20%

$$\begin{aligned} \text{Maka Volume Hopper} &= 1,2 \times V_H \\ &= 3,12820786 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Jika } D_O = 2 \text{ ft dan } D_I = 0,5 \text{ ft}$$

$$V = 1/3 \times r^2 \times t$$

$$t = \frac{V}{1/3 r^2}$$

$$\begin{aligned} t &= 7,82051964 \text{ ft} \\ &= 2,38372337 \text{ meter} \end{aligned}$$

i Menentukan Sudu-sudu (Flight)

Perry ed 7 Hal: 12-56, jika $D = 0,3-2$ meter, maka diperoleh jumlah flight dengan range = $0,6 D - D$ dan tinggi flight = $(1/12 - 1/8)D$

$$\text{Jumlah flight} = 0,9 D = 4,42908 \approx 5 \text{ buah}$$

$$\text{Tinggi flight} = 1/8 D = 0,61515 \text{ ft} = 0,1875 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak sudu (L)} &= D \sin \frac{1}{2}\beta \\ &= 4,26188422 \text{ ft} = 1,29903811 \text{ m} \end{aligned}$$

B. Perancangan Penggerak Rotary Dryer

Gear drive merupakan penggerak untuk rotary dryer, Gear drive sendiri merupakan suatu roda gigi yang digerakkan oleh pinion, sedangkan pinionnya sendiri digerakkan oleh motor.

Hubungan antara pitch dan circular pitch pada drive gear adalah:

$$D_g = \frac{N_g \times P_c}{\pi} \quad (\text{Hesse, hal 420})$$

Dimana :

$$D_g = \text{Diameter pitch}$$

$$N_g = \text{Jumlah gigi gear}$$

$$P_c = \text{Circular pitch}$$

$$D_g = \frac{N_g}{P_d} \quad , \text{ dengan } P_d = \text{Diamterial pitch}$$

Hubungan antara circular pitch dan diamterial pitch adalah:

$$P_c \cdot P_d = \pi$$

Menurut Hesse, Hal 420, Range $P_c = 1 \frac{3}{4} - 2 \text{ in}$, ditentukan $P_c = 2 \text{ in}$

$$P_d = \frac{\pi}{P_c}$$

$$P_d = 1,57 \text{ in}$$

$$D_g = 70 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah gigi gear (} N_g \text{)} &= D_g \times P_d \\ &= 109,9 \approx 110 \text{ buah} \end{aligned}$$

a. Menentukan Jumlah Gigi Pinion dan Putaran Drive Pinion

$$N_p = 1/5 N_g$$

$$N_p = 22 \text{ buah}$$

Diameter gigi pinion:

$$D_p = \frac{N_p \times P_d}{\pi} = 14,0127389 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan drive pinion} &= \frac{D_g}{D_p} \times \text{putaran RD} \\ &= 19,3965995 \text{ rpm} \end{aligned}$$

b. Menentukan Pitch Line Velocity Gear dan Pinion

- Untuk pitch velocity gear

$$V_m = \frac{\pi \times D_g \times \text{rpm}}{12}$$

sedangkan, $D_g = \frac{N_g}{P_d}$ maka :

$$V_m = \frac{\pi \times D_g \times \text{rpm}}{12 P_d}$$

$$V_m = 226,2936608 \text{ ft/menit}$$

a. Untuk pitch line velocity pinion

$$V_m = \frac{\pi \times D_p \times \text{rpm}}{12}$$

sedangkan, $D_p = \frac{N_p}{P_d}$ maka :

$$V_m = \frac{\pi \times D_p \times \text{rpm}}{12 P_d}$$

$$V_m = 45,2999139 \text{ ft/menit}$$

c. Menghitung Safe Strength Gear dan Pinion

$$F_s = \frac{S \times k \times b \times Y}{P_d}$$

Dimana:

F_s = safe strength

s = allowable stress

k = faktor kecepatan

b = lebar permukaan gigi

Y = faktor permukaan gigi

P_d = rasio jumlah gigi dengan pitch diameter

Bahan yang digunakan carbon stell

$$S = 10000 \text{ psi}$$

Untuk metallic gearing dengan pith line velocity (V_m), dan kecepatan putarannya lebih kecil dari 1000 rpm, mempunyai faktor kecepatan:

$$K = \frac{600}{(600 + V_m)} = 0,7261341$$

- Lebar permukaan gear (b)

$$\text{Range } b = \frac{9,5}{P_d} \text{ sampai dengan } \frac{12,5}{P_d}$$

- Menentukan faktor permukaan gigi

Digunakan 14,5 involute

Untuk pinion dengan jumlah gigi 22 buah

$$Y = 0,39 - \frac{2,15}{N}$$

$$= 0,29227273$$

Untuk gear dengan jumlah gigi 110 buah

$$Y = 0,39 - \frac{2,15}{N}$$

$$= 0,37045455$$

Sehingga, F_s :

$$\text{Pinion, } F_s = 8610,05284 \text{ lb}$$

$$\text{Gear, } F_s = 10913,21 \text{ lb}$$

- d. Menentukan Tenaga yang Ditransmisikan oleh Gear Drive ke Pinion

$$H_p = \frac{F_s \times V_m}{33000}$$

$$\text{Pinion, } H_p = 11,8192319 \text{ Hp} \approx 12 \text{ Hp}$$

$$\text{Gear, } H_p = 74,8360576 \text{ Hp} \approx 75 \text{ Hp}$$

- e. Menentukan Batas Pemakaian Muatan Gear Drive

- Batas pemakaian muatan gear drive

$$F_w = D_p \times b \times Q \times W$$

Dimana:

Q = faktor perbandingan kecepatan

W = konstanta kombinasi material

= 95 untuk pinion dan gear

$$Q = \frac{2N_g}{N_g + N_p}$$

$$= 1,66666667$$

$$F_w = 17664,6788 \text{ lb}$$

Jadi beban maksimum yang diijinkan = 17664,6788 lb.

- f. Menghitung Berat Beban Total

- Berat silinder

$$W_1 = \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D^2) \times L \times \rho$$

$$\rho_{\text{stainless steel}} = 489 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{Perry ed 7, Pg : 2-119})$$

$$D_o = D + 2 t_s$$

$$= 4,95 \text{ ft}$$

$$W_1 = 6605,944848 \text{ lb}$$

- Berat flight

$$W_2 = n \times L \times H \times t \times \rho$$

Dimana:

n = jumlah flight

H = tinggi flight

L = panjang rotary dryer

t = tebal flight = 0,25 in = 0,02 ft

$$W_2 = 1747,62131 \text{ lb}$$

- Berat gear

$$W_3 = \frac{\pi}{4} \times (D_g^2 - D_o^2) \times b \times \rho$$

Dimana:

D_g = diameter gear

D_o = diameter luar gear

$\rho_{\text{stainless}}$ = 489 lb/ft³

$$W_3 = 2419,79021 \text{ lb}$$

- Berat umpan

$$W_4 = 15037,6393 \text{ lb/jam}$$

- Berat material

$$W_5 = 2 \times \frac{\pi}{4} \times (D_r^2 - D^2) \times b \times \rho$$

Dimana:

D_r = D_g

$$W_5 = 4839,58042 \text{ lb}$$

$$\text{Maka } W_{\text{total}} = 30650,5761 \text{ lb}$$

g. Menentukan Tenaga yang Diperlukan untuk Memutar Rotary Dryer

$$H_p = \frac{N \times [(4,75 D_o W_t) + (0,1925 D W) + (0,33 W)]}{100000}$$

Dimana:

N = putaran rotary dryer = 3,88284976 rpm

W_t = berat material = 4839,58042 lb

W = beban total = 30650,5761 lb

D = diameter riding ring = 5,83333333 ft

D_o = diameter luar shell = 4,95 ft

$$H_p = 6,14964534 \approx 7 \text{ Hp}$$

h. Menentukan Putaran pada Reducer

$$\text{Putaran drive pinion} = 19,3965995 \text{ rpm, dipilih motor dengan putara}$$

200 rpm.

$$i = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_2}{N_3}$$

Dimana:

i = perbandingan putaran

N_1 = putaran motor

N_2 = putaran reducer

N_3 = putaran drive pinion

Sehingga:

$$\begin{aligned}(N_2)^2 &= N_1 \times N_3 \\ &= 3879,3199\end{aligned}$$

$$N_2 = 62,2842 \text{ rpm}$$

Maka:

$$i = \frac{N_1}{N_2} = 3,21109 \text{ rpm}$$

C. Perancangan Poros Penyangga dan Roll Supporting

Perancangan Rotary Dryer ini menggunakan 4 buah Roll supporting dengan 4 buah poros penyangga dengan sudut 30°.

Berat beban total 30650,5761 lb sehingga setiap penyangga menerima beban vertical (P) sebesar :

$$P = \frac{W}{a}$$

$$a = \frac{L}{5} = 11,1547 \text{ ft}$$

$$P = 2747,76741 \text{ lb.ft}$$

Sedangkan beban yang diterima Roll suport (P_1)

$$\frac{P}{P_1} = \cos 30^\circ, \text{ sehingga } P_1 = \frac{P}{\cos 30^\circ}$$

$$P_1 = 3172,84851 \text{ lb/ft}$$

Direncanakan jenis poros support dibuat dari SA 129 grade A maka harga ultimate tensile = 40000 psi

- Diameter poros

$$D = \left[\frac{5,09}{S} [K \times T]^2 + (B \times M)^2 \right]^{1/3}$$

Dimana:

D = diameter poros (in)

T = Torque = 0

K = faktor kelebihan beban tiba-tiba = 1

B = faktor momen = 1,5 - 3 = 1,75

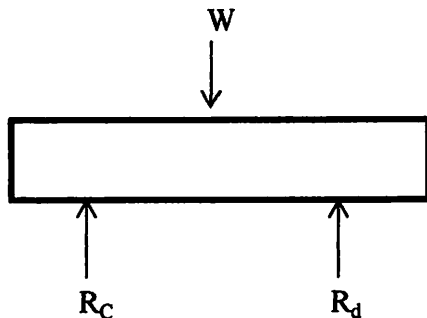
M = momen (lb.in)

S = stress yang diijinkan

$$= 75\% \times 40000$$

$$= 30000 \text{ psi}$$

Ditetapkan panjang poros = 20 in



$$R_c + R_d = W$$

$$R_c = R_d = \frac{W}{2} = 15325,288 \text{ lb}$$

$$\text{Momen terbesar ada ditengah} = 0,5 L \times 0,5 W$$

$$= 15353,17483 \text{ lb}$$

Sehingga:

$$D = 1,65810078 \text{ in}$$

$$= 0,13817507 \text{ ft}$$

$$\text{Berat poros} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times L \times \rho$$

$$= 408,758267 \text{ lb}$$

a. Menghitung Berat Roll Support

Bahan : Carbon stell

$$D_o : 5 \text{ in} = 0,41667 \text{ ft}$$

$$D_i : 1,6581 \text{ in} = 0,13818 \text{ ft}$$

Lebar roll support = lebar ridding ring

$$b : 7,96178344 \text{ in}$$

$$\rho_{\text{stell}} : 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Berat roll support} = \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times b \times \rho$$

$$= 39,3539973 \text{ lb}$$

b. Menghitung Bearing dan Housting

Bearing berfungsi untuk menumpu poros dan roll supporting.

Direncanakan bearing jenis roll:

- Beban yang diterima roll = 3172,84851 lb
- Beban poros = 408,758267 lb
- Beban roll support = 39,3539973 lb
- Total = 3620,96077 lb

Digunakan 2 buah bearing, maka setiap bearing menerima beban sebesar

$$= \frac{3620,96077}{2} = 1810,48039 \text{ lb}$$

Tipe penyangga menahan 1/4 beban total, yaitu:

$$= 1/4 \times 3620,96077$$

$$= 905,240193 \text{ lb}$$

Pemilihan bearing

$$P_t = \frac{P_r}{k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5}$$

Dimana:

$$P_t = \text{Radial load}$$

$$P_r = \text{Radial load yang sesungguhnya} = 3620,96077 \text{ lb}$$

$$k_1 = \frac{P_r}{P_r + P_a} = 1$$

$$k_2 = \text{faktor yang menyangkut umur bearing} = 0,7863$$

$$k_3 = \text{faktor kecepatan putaran} = 7,64265107$$

$$k_4 = \text{faktor rotasi} = 1$$

$$k_5 = \text{faktor impact load, untuk beban konstan dan tetap, k}$$

Maka:

$$P_t = 602,547809 \text{ lb} = 273,313893 \text{ kg}$$

Pemilihan bearing:

Dari General Catalogue SKF didapatkan type cylindrical roller single row dengan data-datanya sebagai berikut:

$$D = 7,250 \text{ in}$$

$$E = 6,417 \text{ in}$$

Pemilihan housing:

Dari General Catalogue SKF didapatkan type pelumer Black (SN-522)

$$D = 4,00 \text{ in}$$

$$E = 9,25 \text{ in}$$

D. Perancangan Sistem Pondasi Tanpa Tulang

- $\rho_{\text{Beton}} = 140 \text{ lb/ft}^3$
- Tegangan beton yang diijinkan tanpa penulang = 6 kg/m^2
- Direncanakan sistem konstruksi pondasi beton, campuran beton terdiri dari semen, kerikil, pasir, adalah 1:2:3.
- Diasumsikan kondisi tanah adalah alluvial soil dengan tegangan yang diijinkan 0,5 - 1 Ton/ft².

Untuk itu diadakan perbaikan dengan cara tanah yang sudah digali selanjutnya dilapisi dengan:

- pasir kasar 8 in
- pecahan batu kali 6 in
- kerikil/pasir sampai rata, kemudian disiram dengan air dan dipadatkan sebagai dasar perhitungan disesuaikan dengan pondasi yang tahan terhadap getaran.

Perancangan:

- Bentuk pondasi limas terpancung dengan ukuran:

- 1 Jumlah pondasi : 4 buah yang dianggap sama besar
- Luas atas : 24 ft²
- Luas bawah : 60 ft²
- Tinggi : 1 ft

2 Volume pondasi

$$V = \frac{1}{3} \times t \times [(a+b) + (a+b)^{1/2}]$$

$$V = 31,0550505 \text{ ft}^3$$

3 Berat pondasi

$$W = V \times \rho$$

$$W = 4347,70706 \text{ lb}$$

Berat yang diterima tanah

$$P = \text{berat pondasi} + \text{berat bearing}$$

$$P = 7968,66783 \text{ lb}$$

4 Tegangan tanah karena beban

$$t = \frac{P}{F} < 1 \text{ ton/ft}^2$$

Dimana:

P = beban yang diterima tanah

F = luas atas

$$t = 332,027826 \text{ lb/ft}^2 = 0,16601391 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{Maka, untuk 3 pondasi} = 0,66405565 \text{ ton/ft}^2 < 1 \text{ ton/ft}^2$$

[memenuhi]

5 Menentukan slope atau sudut pandang yang diijinkan pada tegangan

$$\text{Lebar permukaan atas} = 3 \text{ ft}$$

$$\text{Lebar permukaan bawah} = 6 \text{ ft}$$

Maka sudut pondasi:

$$D = \frac{a\sqrt{t}}{57}$$

$$D = 0,31967773 a$$

$$\text{tg } \Theta = \frac{a}{D} = 3,12815032$$

Letak titik kekuatan pondasi terletak pada jarak 2 in diatas permukaan tanah.

$$\text{Tinggi pondasi} = (1 \times 12) \text{ in} - 2 \text{ in} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Slope} = \text{tg } \Theta = \frac{(12-10) \times 12}{10} = 2,4 < \text{dari } 3,12815$$

[memenuhi]

Dari hasil perhitungan ternyata sudut pondasi cukup memenuhi syarat karena tg Θ perhitungan < tg Θ yang diijinkan.

Perhitungan:

- Ketahanan pondasi terhadap momen akibat gaya horizontal yang terjadi pada bearing.

- Beban vertical $P_1 = 3172,84851 \text{ lb/ft}$

- Beban horizontal $P_2 = P_1 \cos 30^\circ$
 $= 2747,76741 \text{ lb/ft}$

- Momen akibat gaya vertical

$$M_v = \Sigma P \times h$$

$$\Sigma P = \text{beban yang diterima oleh suatu bearing}$$

$$= 1373,8837 \text{ lb/ft}$$

Sehingga:

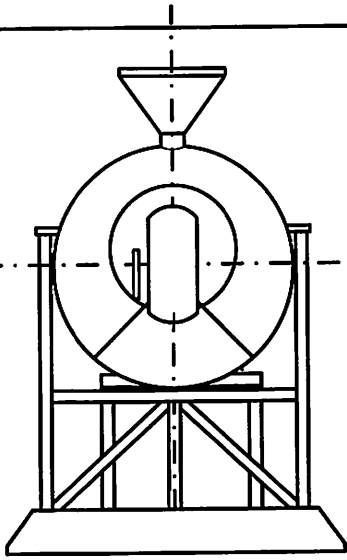
$$M_v = 1144,90309 \text{ lb/ft}$$

- Momen akibat gaya horizontal

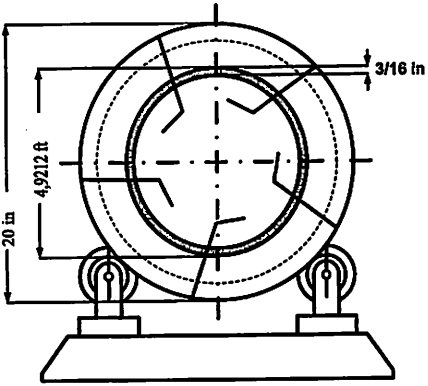
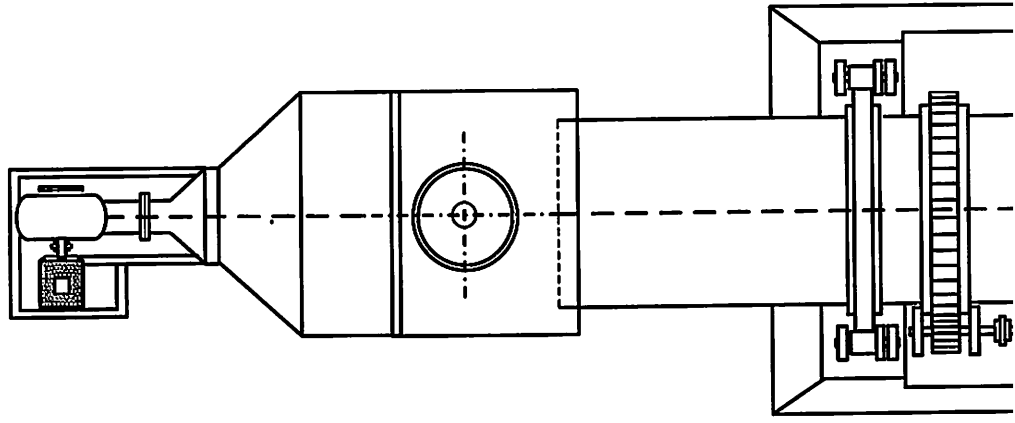
$$M_h = P_2 \times h$$

$$= 2747,76741 \text{ lb/ft}$$

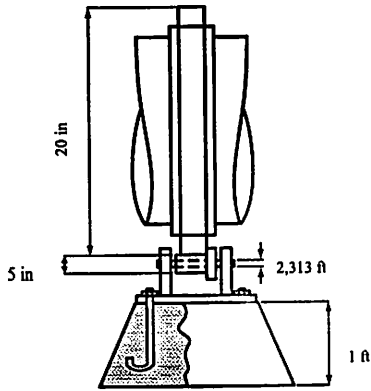
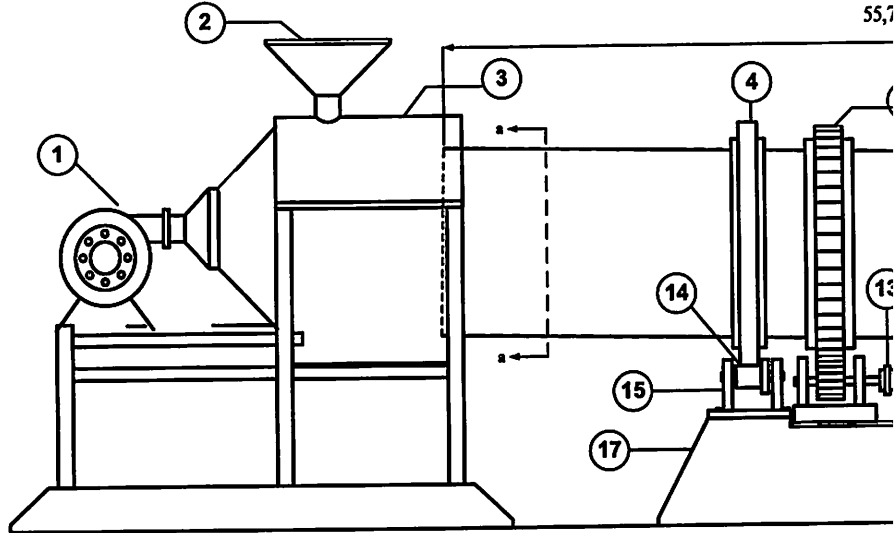
Jadi ketahanan terhadap momen akibat gaya horizontal (M_h) cukup kuat, karena moment horizontal lebih besar dari momen vertical (M_v).



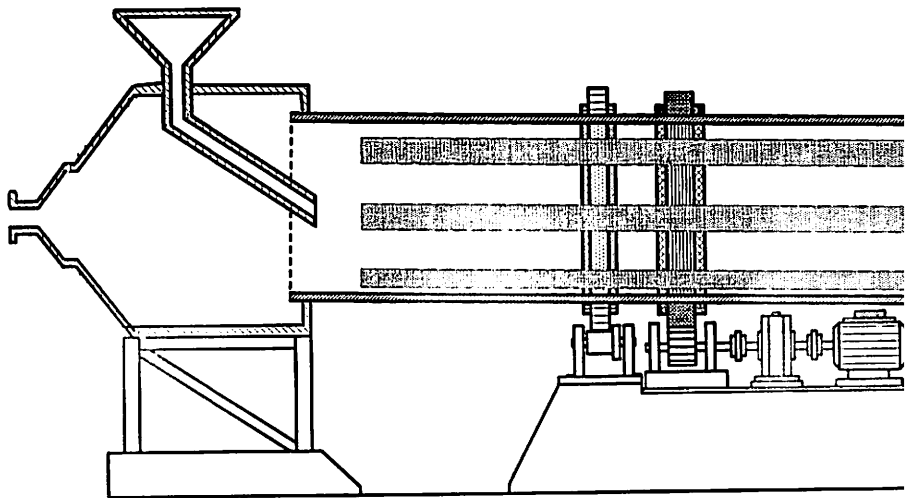
TAMPAK DEPAN



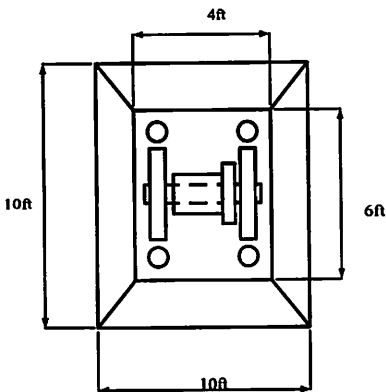
POTONGAN MELINTANG



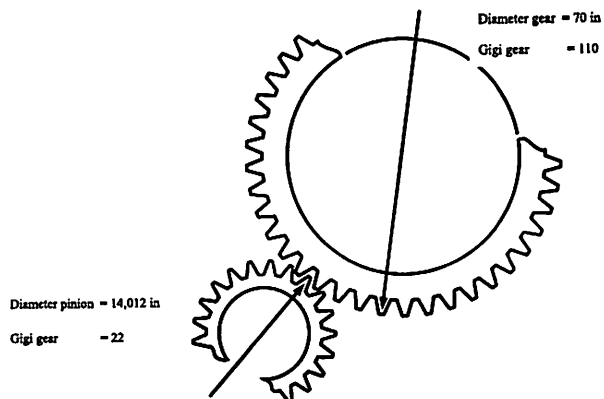
DETAIL ROLL SUPPORT & RIDING RING



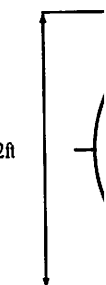
POTONGAN MEM



DETAIL PONDASI



DETAIL GEAR & PINION



BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja adalah dua faktor yang penting dalam suatu industri guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produk. Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, alat, sarana dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

VII.1. Instrumentasi

Dalam pengaturan dan pengendalian kondisi operasi dan peralatan proses sangatlah diperlukan adanya peralatan (instrumentasi) kontrol. Dimana instrumentasi ini merupakan suatu alat petunjuk atau indikator, suatu perekam, atau suatu pengontrol (*controller*). Dalam industri kimia banyak variabel yang perlu diukur dan dikontrol, seperti pH, temperatur, tekanan, kecepatan aliran dan sebagainya.

Pada perancangan pabrik, alat kontrol yang digunakan adalah alat kontrol manual dan alat kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan pertimbangan teknis maupun ekonomis. Tujuan penggunaan alat kontrol atau instrumentasi ini diharapkan akan tercapai hal-hal berikut:

- Menjaga variabel proses pada batas operasi aman
- Menjaga kualitas produk dalam standard yang telah ditetapkan dan lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian suatu alat
- Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan
- Efisiensi kerja akan meningkat dan menekan ongkos produksi serendah mungkin dengan tetap memperhatikan faktor-faktor yang lain.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumentasi yaitu:

- Jenis instrumentasi
- Range yang diperlukan untuk pengukuran
- Ketelitian yang dibutuhkan

- Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses
- Faktor ekonomi

Dengan adanya instrumentasi ini, diharapkan semua proses dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan apa yang diharapkan. Pada pra rencana pabrik Glukosa ini dipasang beberapa alat kontrol, yaitu:

1. *Level Indikator (LI)*

Alat ini berfungsi untuk mengetahui ketinggian fluida yang ada dalam tangki penampung agar tidak melebihi batas yang ditentukan dan mengetahui masih ada tidaknya ketersediaan bahan dalam tangki

2. *Flow Controller (FC)*

Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju alir fluida melalui perpipaian sehingga air yang masuk ke peralatan proses tetap konstan

3. *Pressure Controller (PC)*

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan tekanan agar beroperasi pada tekanan konstan

4. *Temperature Controller (TC)*

Dipasang pada alat yang memerlukan penjagaan suhu agar beroperasi pada suhu konstan

5. *Weight Controller (WC)*

Alat ini dipasang pada aliran solid, untuk mengatur aliran padatan agar selalu sama dan seragam

6. *pH Controller (pHC)*

dipasang pada alat yang prosesnya dipengaruhi oleh pH, agar pH selalu konstan dalam alat tersebut

Tabel 7.1. Alat-Alat Kontrol pada Pabrik Glukosa

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1	Storage Ampas Tapioka	F-111	<i>Weight Controller (WC)</i>
2	Mixing Tank	M-110	<i>Flow Controller (FC)</i>
3	Bin HCl	F-118	<i>Flow Controller (FC)</i>
4	Heater	E-121	<i>Temperature Controller (TC)</i>
5	Bin Ca(OH) ₂	F-123	<i>Flow Controller(FC)</i>

6	Cooler	E-126	<i>Temperature Controller (TC)</i>
7	Reaktor Sakarifikasi	R-130	<i>Temperature Controller (TC)</i>
8	Bin enzim	F-131	<i>Weight Controller (WC)</i>
9	Tangki Pengkarbonan	M-133	<i>Temperature Controller (TC)</i>
10	Bin karbon aktif	F-134	<i>Weight Controller (WC)</i>
11	Single Evaporator	V-137	<i>Temperature Controller (TC)</i>
12	Heater udara	E-147	<i>Temperature Controller (TC)</i>

VII.2. Keselamatan Kerja

Dalam perencanaan suatu pabrik, keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang harus diperhatikan karena menyangkut kelancaran dan keselamatan kerja karyawan, juga menyangkut lingkungan dan masyarakat di sekitar pabrik. Keselamatan kerja ini merupakan usaha untuk memberikan rasa aman dan tenang pada karyawan dalam bekerja, sehingga kontinuitas dan keefektifan kerja dapat terjamin.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keselamatan kerja, yaitu:

1. Latar belakang pekerja

Merupakan sifat atau karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungan yang dapat mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sehingga dapat menyebabkan kelalaian pekerja.

2. Kelalaian kerja

Adanya sifat gugup, tegang, mengabaikan keselamatan, dan lain-lain, akan menyebabkan pekerja akan melakukan tindakan yang tak aman.

3. Tindakan yang tidak aman dan bahaya mekanis atau fisik

Tindakan yang tidak aman dari pekerja seperti berdiri di bawah beban tersuspensi, menjalankan mesin tanpa pelindung, atau bahaya mekanis seperti gear yang tidak dilindungi, penerangan yang tidak cukup, dan sebagainya.

4. Kecelakaan

Kecelakaan ini dapat berupa jatuhnya pekerja, pekerja tertumbuk benda yang melayang, pekerja yang terbentur benda yang jatuh dari atas dan sebagainya, sehingga dapat menimbulkan luka.

Bahaya-bahaya tersebut dapat terjadi pada pabrik, sehingga harus diperhatikan cara untuk mengatasinya. Adapun cara untuk mengatasinya adalah sebagai berikut:

1. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan dan peralatan produksi baik langsung maupun tak langsung harus cukup kuat serta pemilihan bahan konstruksinya harus tepat
- Pada tempat-tempat berbahaya harus diberi peringatan yang jelas
- Jarak antara peralatan, mesin-mesin serta alat proses harus diperhatikan.

2. Bahaya yang disebabkan oleh adanya api, listrik dan kebakaran

- Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang dapat menyebabkan kebakaran
- Untuk mencegah dan mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, maka digunakan isolasi panas, isolasi listrik, dan pada tempat bertekanan tinggi harus diberi penghalau atau pagar.

3. Memberikan penjelasan-penjelasan mengenai bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya

4. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan jika terjadi bahaya. Semua sistem alarm harus dipasang pada tempat strategis agar seluruh orang mengetahui dan segera siapa untuk bertindak bila terjadi bahaya.

5. Penyediaan alat-alat pencegahan kebakaran, akibat listrik maupun api

6. Ventilasi

Ruangan kerja harus mendapatkan ventilasi yang cukup, sehingga pekerja dapat leluasa untuk menghirup udara segar, yang berarti ikut serta menjamin kesehatan dan keselamatan kerja.

7. Tangki-tangki

Bahaya yang paling besar adalah tangki-tangki yang bertekanan tinggi. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:

- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku, termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan faktor korosi dan lain-lain
- Pemasangan alat-alat kontrol yang baik dan sesuai, yaitu *pressure control*, *level control* dan *temperature control*.

8. Reaktor

Hal-hal yang perlu dilakukan untuk mencegah kecelakaan adalah:

- Perencanaan reaktor harus sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang berlaku mengenai bahan konstruksi, faktor korosi dan lain-lain

- Perencanaan isolasi harus baik dengan memperhatikan perpindahan panas yang terjadi
- Pemasangan alat-alat kontrol yang baik dan sesuai, yaitu *pressure control*, *level control* dan *temperature control*.

9. Perpipaan

- Jalur proses yang terletak di atas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan di bawah tanah, karena dapat menyebabkan timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran
- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada *check valve*, sebaiknya diatasi dengan pemasangan *block valve* di samping *check valve* tersebut
- Sebelum pipa-pipa dipasang, sebaiknya dilakukan tes hidrostatik yang bertujuan untuk mencegah terjadinya stress yang berlebihan pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian fondasi.

10. Karyawan

Pada karyawan terutama operator, perlu diberi bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan.

11. Listrik

Pada pengoperasian peralatan listrik perlu dipasang peralatan pengaman berupa pemutus arus untuk mencegah jika sewaktu-waktu terjadi hubungan singkat/korsleting yang dapat menyebabkan kebakaran.

Juga perlu diadakan pemeriksaan adanya kabel yang terkelupas yang dapat membahayakan pekerja jika tersentu kabel tersebut. Memberi tanda atau peringatan yang jelas di daerah – daerah listrik tegangan tinggi.

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Bangunan, seperti *work shop*, laboratorium dan kantor hendaknya berjauhan dengan unit operasi
- Antara unit yang satu dengan unit yang lain hendaknya dipisahkan sehingga dapat menghambat jalannya api ketika terjadi kebakaran
- Pengamanan jika terjadi kebakaran harus dilengkapi dengan baju tahan api dan alat bantu pernapasan

- Larangan merokok di lingkungan pabrik, kecuali pada tempat-tempat yang telah disediakan
- Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat-tempat panas

Pemasangan alat pemadam kebakaran di setiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau, meliputi:

- *Dry chemical* (bubuk) dan *foam extinguish* (basah)
- *Fire house* berisi gulungan selang pemadam api

VII.2.1. Pengamanan alat

Untuk menghindari kerusakan alat, seperti peledakan atau kebakaran, maka pada alat tertentu perlu dipasang suatu pengaman, seperti *safety valve*, isolasi dan tabung pemadam kebakaran.

VII.2.2. Keselamatan kerja karyawan

Pada karyawan, terutama operator, perlu diberikan bimbingan atau pengarahan agar karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwa. Alat pelindung yang diperlukan pada pre rencana pabrik dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 7.2. Alat-Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Glukosa

No.	Alat Pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Storage, laboratorium
2.	Topi pengaman (helm)	Storage, unit proses
3.	<i>Earplug</i> (pengaman telinga)	Storage, unit proses
4.	Sepatu karet	Storage, unit proses
5.	Sarung tangan	Storage, laboratorium
6.	Hydrant (unit pemadam kebakaran)	Semua ruangan di area pabrik
7.	Baju khusus (jas lab)	Laboratorium

BAB VIII

UTILITAS

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada pra-rencana Pabrik Glukosa ini, yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan pabrik
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler dan generator.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 3 unit, yaitu :

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)
 - Air proses
 - Air pendingin
 - Air umpan boiler (penghasil steam)
 - Air sanitasi
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar

VIII.1. Unit Pengolahan Air (*Water Treatment*)

Berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Dari segi kualitas air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi.

VIII.1.1. Air Proses

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Glukosa ini sebesar 45026,8939 kg/jam, digunakan pada Mixing tank A (M-110) sebesar 33629,4559 kg/jam dan mixing tank B sebesar (M-121) 11402,8200 kg/jam.

VIII.1.2. Air Pendingin

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Menggunakan air sebagai media pendingin ini disebabkan karena :

- air merupakan materi yang mudah didapat
- mudah dikendalikan dan dikerjakan
- dapat menyerap panas
- tidak mudah menyusut karena pendinginan
- tidak mudah terkondensasi

Selain sebagai media pendingin air harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu tidak mengandung :

- besi penyebab korosi
- silika penyebab kerak
- minyak penyebab menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Air pendingin pada pra-rencana Pabrik Glukosa ini sebesar 8806,5196 kg/jam digunakan pada Coler (E-128) sebanyak 13986,7901 kg/jam, Barometrik Kondensor (E-138) sebanyak 71919,8538 kg/jam dan Kristallizer (X-141) sebanyak 2158,8757 kg/jam.

VIII.1.3. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada Pabrik Glukosa sebesar 9908,0516 kg/jam, dengan temperatur 150 °C dan tekanan 475 kPa. Air umpan boiler disediakan dengan excess 10 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 5%. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak kg/jam.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

- Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi
- Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (*organic matter*)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya *solid matter*, *suspended matter* dan kebasaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

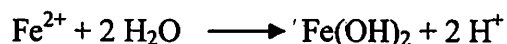
b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

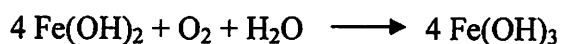
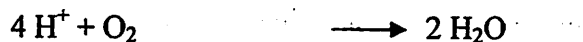
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas H₂S, SO₂, NH₃, CO₂, O₂ yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu:

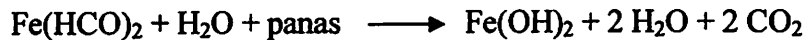


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO₂ lagi.

Reaksi yang terjadi :



Air untuk keperluan ini harus memenuhi spesifikasi tertentu agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's 6th ed, hal. 976*, didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi spesifikasi sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid) \leq 3500 ppm
- Alkanitas \leq 700 ppm
- Padatan terlarut \leq 300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi \leq 0,1 ppm
- Tembaga \leq 0,5 ppm
- Oksigen \leq 0,007 ppm
- Kesadahan \leq 0
- Kekerusuhan \leq 175 ppm
- Minyak \leq 7 ppm
- Residu fosfat \leq 140 ppm

Untuk memenuhi persyaratan dan spesifikasi diatas, serta untuk mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah lagi terlebih dahulu melalui :

1. Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu
2. Deaerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut.

VIII.1.4. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

a. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu udara
- Warnanya jernih
- pH netral
- Tidak berbusa
- Kekerusuhan kurang dari 1 ppm SiO_2

- Tidak berasa
 - Tidak berbau
- b. Syarat kimia
- Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
 - Tidak mengandung zat-zat kimia beracun
- c. Syarat mikrobiologis
- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisik air

Kebutuhan air sanitasi pada Pra Rencana Pabrik Glukosa ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan
Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 60 L/hari/orang
2. Untuk laboratorium dan taman.
Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.
3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.
Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman.

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Glukosa ini sebesar 946,1449 kg/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air kawasan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air pendingin, air umpan boiler dan air sanitasi.

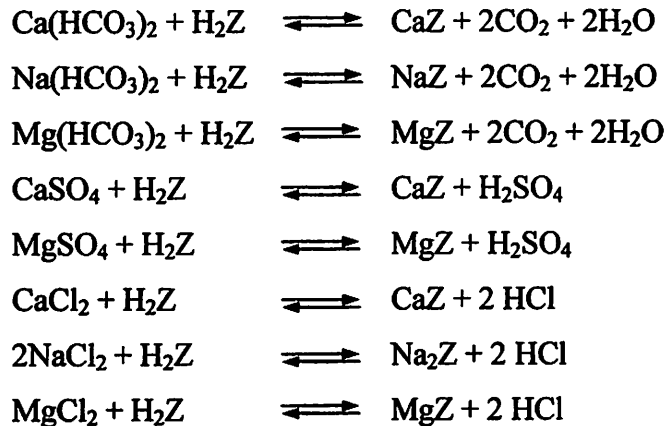
Proses pengolahan air sumur tersebut adalah sebagai berikut:

Air kawasan dipompa dengan pompa (L-211) dan ditampung dalam ke bak air bersih (F-212) dan dipompa dengan pompa (L-213) menuju tempat pengolahan sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

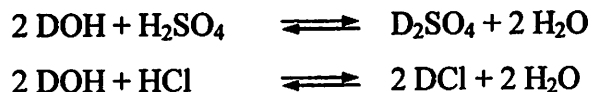
a. Pengolahan air proses

Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

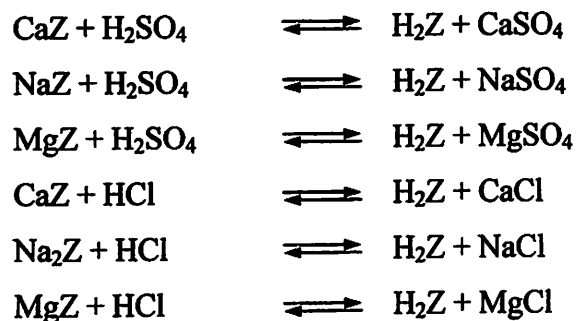
Pompa air bersih (L-213) memompakan air dari bak air bersih (F-212) dan dipisahkan menjadi 3 aliran (air proses dan umpan boiler, air pendingin, air sanitasi). Untuk aliran yang pertama (air proses dan umpan boiler) dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :



Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk CO_2 dan air, H_2SO_4 dan HCl . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :



Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air proses dan umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi kation exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :



Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan Na_2CO_3 atau NaOH . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralisasi, air proses dan umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan air proses dan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-214). Pompa air lunak memompakan air dari bak air lunak dan dipisahkan menjadi 2 aliran (air proses, air umpan boiler), aliran yang pertama (air proses) langsung dialirkan ke peralatan proses. Untuk aliran yang kedua (air umpan boiler) harus dilakukan treatment lanjutan.

b. Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, aliran kedua dari pompa air bersih (L-213) mengalirkan air pendingin dari bak air bersih (F-212) ke bak air pendingin (F-222) kemudian didistribusikan ke peralatan. Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower (P-240) dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin (F-222) kembali.

c. Pengolahan air umpan boiler

Untuk kebutuhan air umpan boiler dipakai air dari bak air lunak (F-214) yang melalui treatment lanjutan. Air lunak tersebut dipompakan oleh pompa air lunak (L-215) ke deaerator (D-216) untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator kemudian diumpankan ke boiler (Q-220). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle ke bak air lunak (F-214)

d. Pengolahan air sanitasi

Air dari bak air bersih (F-212) dialirkan oleh pompa air bersih (L-213) menuju bak klorinasi (F-230) dan ditambahkan desinfektan klor (Cl_2) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-231) dengan menggunakan pompa (L-225) dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

VIII.2. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Glukosa ini adalah meliputi :

- Peralatan proses Industri = 130 Hp = 96,94 kW
- Daerah pengolahan air = 15,5 Hp = 11,55 kW
- Listrik untuk penerangan = 98,89 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh pembangkit listrik kawasan. Sedangkan apabila suplai listrik kawasan mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 128 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

VIII.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 2298,8186 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viscositasnya relatif lebih rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9, Perry 6th ed, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point = 38°C (100 °F)
- Pour point = -6°C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft³
- Heating value = 19000 Btu/lb

Pengolahan Limbah

Pada pra-rencana Pabrik Glukosa ini memiliki kepedulian terhadap lingkungan disekitarnya. Bentuk kepedulian tersebut antara lain diwujudkan melalui pemantauan analisa mengenai dampak lingkungan, menyusun rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari Pabrik Glukosa adalah :

Limbah padat

Limbah padat dari Pabrik Glukosa merupakan limbah organik, maka limbah tersebut di jual kembali untuk digunakan sebagai pupuk organik.

Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan berupa cairan. Untuk penanganannya menggunakan beberapa tahap :

a. Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Pada proses ini dilakukan pengambilan benda-benda terapung.

b. Pengolahan Pertama (*Primery Treatment*)

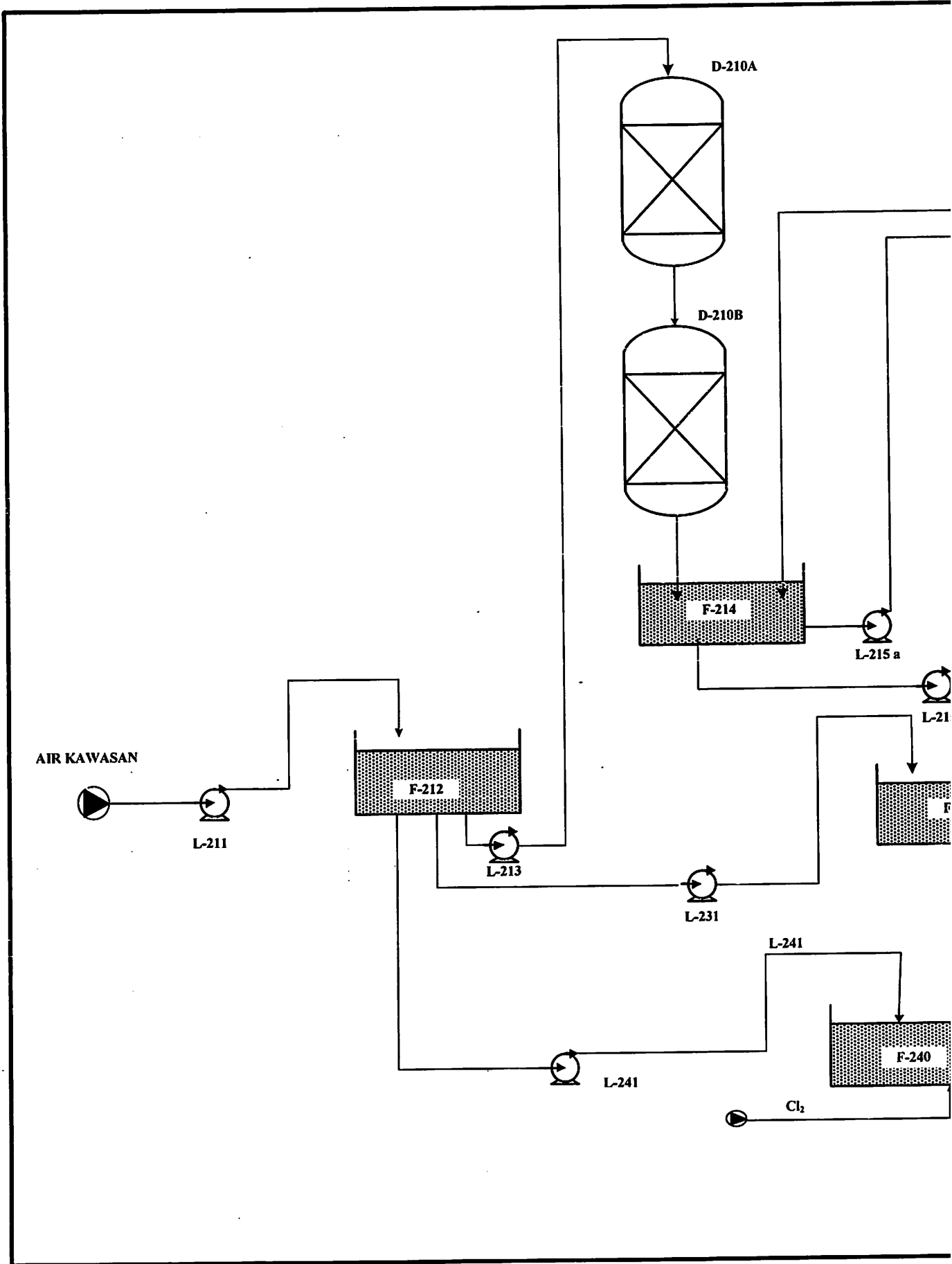
Pada tahap pengolahan ini bertujuan untuk mengendapkan padatan-padatan dan zat-zat yang terlarut yang tidak dapat mengendap secara grafitasi, dengan menambahkan zat kimia tertentu sebagai flokulan dan koagulan.

c. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan kedua menggunakan proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada tahap ini juga dilakukan aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam limbah cair tersebut. Proses aerasi ini dilakukan hingga didapatkan nilai BOD, COD, dan DO yang memenuhi standard yang telah ditetapkan pemerintah.

d. Pengolahan Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ketiga dilakukan untuk menetralkan pH limbah cair dan membunuh bakteri dengan cara menambahkan zat penetral dan desinfektan ke dalamnya. Dalam proses ini juga digunakan karbon aktif dan ion exchanger untuk menyerap ion-ion yang terlarut dalam limbah.



Keterangan:

1. Taman
2. Pos penjagaan / pengaman
3. Area parkir
4. Kantor pusat
5. Area proses
6. Area produk
7. Ruang kontrol
8. Departemen produksi
9. Laboratorium dan pengendalian mutu
10. Departemen teknik
11. Toilet
12. Kantor penelitian dan pengembangan
13. Area bahan baku
14. Utilitas
15. Unit pengolahan limbah
16. Musholla
17. Kantin
18. Aula serbaguna
19. Klinik
20. Timbanagan truk
21. Pemadam kebakaran
22. Bengkel
23. Garasi
24. Area perluasan pabrik

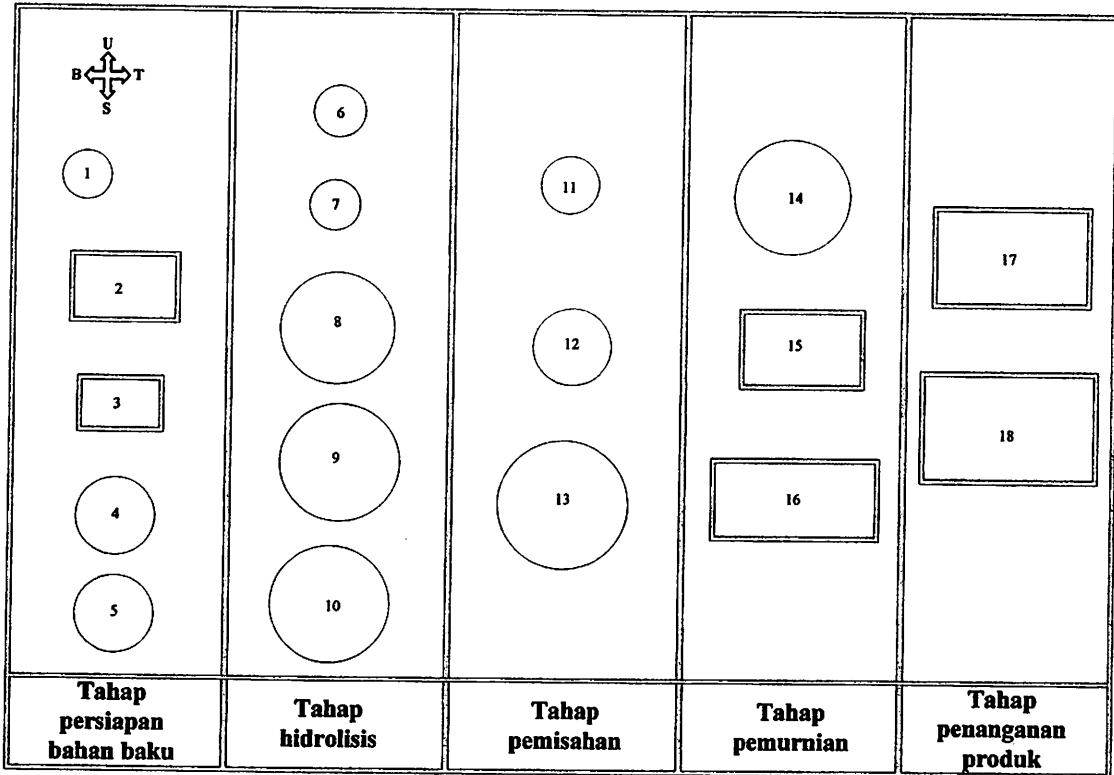
IX.2. Tata Letak Peralatan Proses

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penentuan tata letak peralatan pabrik glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dari ampas tapioka adalah:

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya, dengan tujuan untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan dan menjamin keselamatan
- Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian

- Diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan

Tata letak dari peralatan yang ada pada pabrik Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dari ampas tapioka dapat dilihat pada gambar 9.3.



Gambar 9.3. Tata letak peralatan Pabrik Glukosa

Keterangan:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1. Bin HCl | 14. Evaporator |
| 2. Storage bahan baku | 15. Kristalizer |
| 3. Roll mill | 16. Rotary dryer |
| 4. Rotary vakum filter | 17. Ayakan |
| 5. Mixing tank | 18. Bin produk |
| 6. Bin $Ca(OH)_2$ | |
| 7. Bin enzim | |
| 8. Converter | |
| 9. Netralizer | |
| 10. Reaktor sakarfikasi | |
| 11. Storage karbon aktif | |
| 12. Rotary vakum filter | |
| 13. Tangki Pengkarboan | |

IX.3. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) dari ampas tapioka dapat dilihat secara rinci pada tabel 9.2.

Tabel 9.2. Perincian Luas Pabrik

No.	Lokasi	Ukuran (m)		Jumlah	Luas (m^2)
		P	L		
1	Taman	8	5	5	200
2	Pos penjagaan / pengaman	5	4	2	40
3	Area parkir	15	10	1	150
4	Kantor pusat	30	20	1	600
5	Area proses	100	60	1	6000
6	Area produk	12	10	1	120
7	Ruang kontrol	10	8	1	80
8	Departemen produksi	10	8	1	80
9	Laboratorium dan penndalian mutu	15	10	1	150
10	Departemen teknik	10	8	1	80
11	Toilet	4	3	8	96
12	Kantor penelitian dan pengembangan	15	10	1	150
13	Area bahan baku	10	10	1	100
14	Utilitas	25	20	1	500
15	Unit pengolahan limbah	20	15	1	300
16	Musholla	10	5	1	50
17	Kantin	10	8	1	80
18	Aula serbaguna	10	10	1	100
19	Klinik	10	10	1	100
20	Timbanagan truk	15	10	1	150
21	Pemadam kebakaran	10	8	1	80
22	Bengkel	12	10	1	120
23	Garasi	15	10	1	150
24	Area perluasan pabrik	90	60	1	5400
TOTAL				36	14876

Jadi pada Pra Rencana Pabrik Glukosa dibutuhkan tanah seluas $14876 m^2$.



BAB X

ORGANISASI PERUSAHAAN

Suatu perusahaan biasanya memiliki suatu bentuk organisasi yang berfungsi sebagai bentuk hubungan yang memiliki sifat dinamis, dimana dapat menyesuaikan diri terhadap segala sesuatu perubahan, yang pada hakekatnya merupakan suatu bentuk yang dengan sadar diciptakan manusia untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Pada umumnya organisasi dibuat dalam suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tentang hubungan antar departemen untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Agar suatu pengelolaan perusahaan dapat menciptakan sasaran secara efektif dan hasil produksi yang besar, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksanaan dalam mencapai tujuan tertentu. Elemen dasar tersebut terdiri dari:

- Manusia (*man*)
- Bahan (*material*)
- Mesin (*machine*)
- Metode (*method*)
- Uang (*money*)
- Pasar (*market*)

X.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas
Lokasi pabrik	: Lampung
Kapasitas produksi	: 50.000 ton/tahun
Modal	: Penanaman modal dalam negeri dan penanaman modal asing

Pabrik glukosa ($C_6H_{12}O$) ini merupakan perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini digunakan dengan alasan:

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain
2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap

pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan

3. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik dari banyak orang
4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur dan karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan sebaik-baiknya.

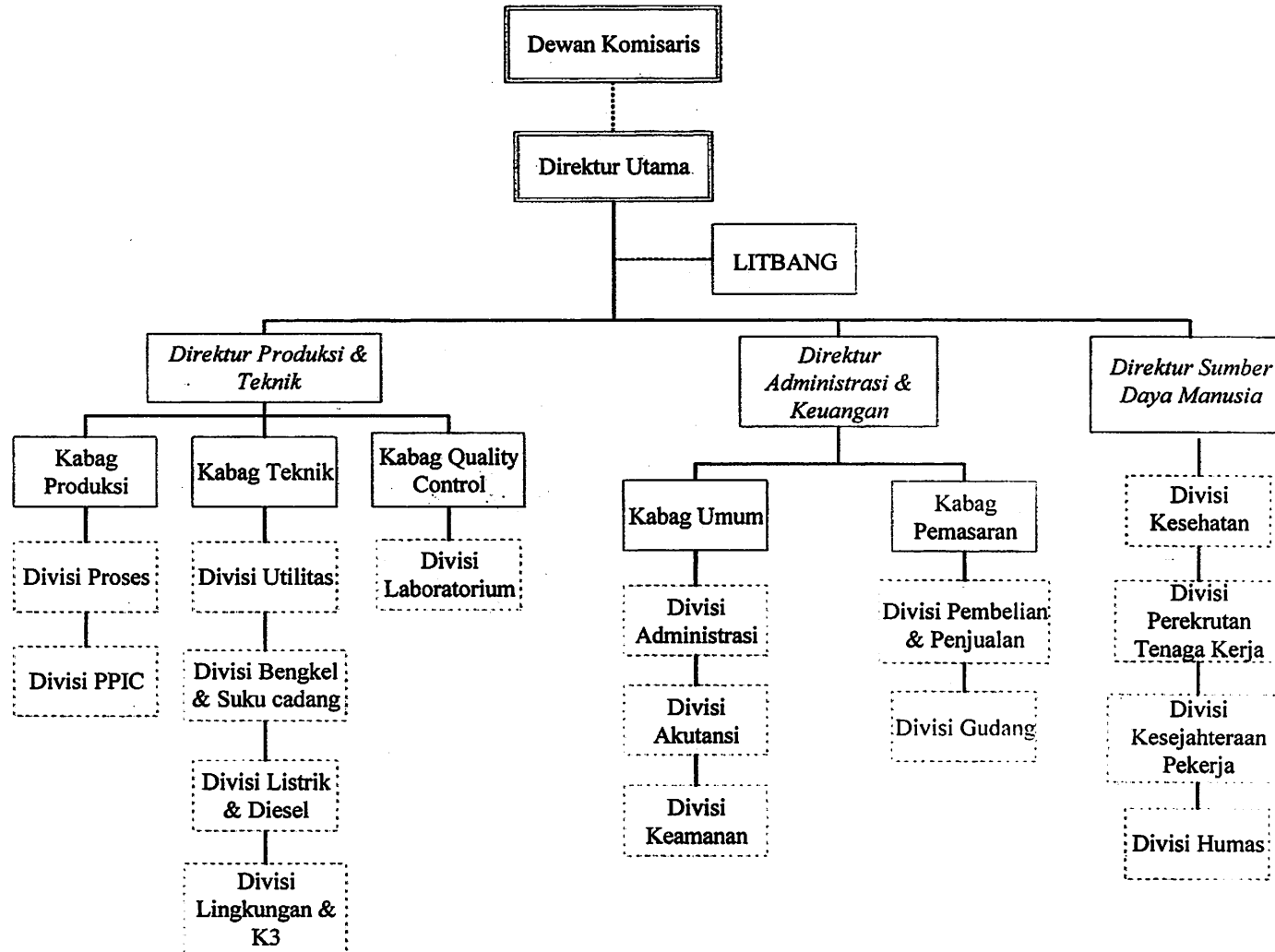
X.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi perusahaan ini adalah sistem garis dan staf, alasan pemakaian sistem ini adalah:

1. Umumnya digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang terus menerus dan berproduksi secara massal
2. Terdapat kesatuan pimpinan dan pemerintah, sehingga disiplin kerja lebih baik
3. Masing-masing kepala bagian/manajer secara langsung bertanggung jawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan
4. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris
5. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staf ahli yang bertugas memberikan nasihat dan saran kepada direktur

Disamping alasan tersebut, ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi garis dan staf, yaitu:

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugas dan kompleks susunan organisasinya
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli
3. Perwujudan "*the right man in the right place*" lebih mudah dilaksanakan



Gambar 10.1. Bagan struktur organisasi pabrik glukosa

X.3. Pembagian Tugas Dan Tanggung Jawab Dalam Organisasi

1. Pemegang saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Tugas dan wewenang pemegang saham:

- Memilih dan memberhentikan anggota dewan komisaris. Pemilihan dilakukan dalam rapat umum pemegang saham
- Meminta pertanggungjawaban dewan komisaris.

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris ini bertindak sebagai wakil dari pemegang saham, dewan komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh RUPS apabila mereka bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseoan tersebut. Dewan komisaris dipilih dalam RUPS dari kalangan pemegang saham yang mempunyai saham terbanyak dari perseroan tersebut.

Adapun tugas dewan komisaris, yaitu:

- Mengawasi direktur utama agar tindakan tidak merugikan perusahaan
- Menetapkan kebijakan perusahaan
- Menyetujui atau menolak rencana yang diajukan oleh direktur utama
- Mengadakan evaluasi atau pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- Memberikan nasihat kepada direktur utama bila direktur utama ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan

3. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan yang bertanggung jawab pada dewan komisaris dan membawahi direktur teknik dan produksi serta direktur keuangan dan administrasi. Tugas dan wewenang direktur utama, yaitu:

- Bertanggung jawab pada dewan komisaris
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib, baik keluar maupun keluar perusahaan
- Mengkordinasikan kerjasama antara direktur teknik dan produksi dengan direktur keuangan dan administrasi

- Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan

4. Penelitian dan Pengembangan (LITBANG)

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini bertanggung jawab langsung kepada direktur utama. Divisi ini bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi, sehingga mampu bersaing dengan produk competitor. Penelitian dan pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

5. Direktur Teknik dan Produksi

Direktur teknik dan produksi bertanggung jawab kepada direktur utama dalam hal:

- Pengawasan produksi dan peralatan pabrik
- Merencanakan dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku hingga menghasilkan produk

Direktur teknik dan produksi membawahi:

a. Kepala Bagian produksi

Kepala bagian produksi bertanggung jawab di atas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produksi, yang membawahi:

- Divisi Proses

Divisi proses bertanggung jawab kepada departemen produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

- Divisi PPIC (*Production Planning and Inventory Control*)

Divisi PPIC bertugas menginventory stock yang ada di gudang, proses produksi, maupun bahan baku sehingga pelaksanaan proses dan pemasukan pasar tetap berjalan dan seimbang. Selain itu, divisi PPIC juga membuat evaluasi hasil produksi, hasil penjualan dan kondisi inventory serta melakukan pengolahan data, menganalisa mengenai rencana dan realisasi produksi, sales dan *inventory*.

b. Kepala Bagian teknik

Kepala bagian teknik bertanggung jawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi sebagai penunjang dalam proses produksi, yang membawahi:

- Divisi Penyediaan Air (utilitas)

Bertugas mensuplai air yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

- Divisi Listrik dan Diesel

Bertugas dalam mempersiapkan listrik, baik berasal dari PLN maupun dari diesel juga menunjang kelangsungan proses produksi.

- Divisi Bengkel dan Suku Cadang

Bertugas memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya agar peralatan tersebut dapat digunakan lagi dalam proses produksi.

- Divisi Lingkungan dan K3

Bertanggung jawab kepada kepala bagian teknik dalam hal pengelolaan lingkungan di seluruh unit perusahaan.

c. Kepala Bagian *Quality Control* (QC) dan Laboratorium

Divisi QC bertugas menentukan proses dan langkah pemeriksaan yang dilakukan mulai dari penerimaan barang selama produksi hingga menjadi produk, yang membawahi:

- Divisi Laboratorium

Bertugas menentukan identifikasi status inspeksi dan tes untuk memastikan hanya produk yang telah lulus inspeksi dan tes yang ditentukan yang dapat diproses atau dikirim.

6. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur administrasi dan keuangan berkaitan dengan kegiatan produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik, karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dalam lingkungan eksternal perusahaan. Tugas utamanya adalah manajemen kegiatan perusahaan diluar kegiatan perusahaan.

Direktur administrasi dan keuangan membawahi:

a. Kepala Bagian Umum

Departemen keuangan dan administrasi bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian, baik bahan baku maupun peralatan dan bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan, yang membawahi:

- Divisi Administrasi

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

- Divisi Akuntansi

Divisi ini bertugas membuat neraca keuangan dengan melakukan pencatatan dan pembukuan mengenai semua pemasukan dan pengeluaran keuangan perusahaan.

- Divisi Keamanan

Bertugas menjaga keamanan di sekitar pabrik dan mengawasi orang yang keluar masuk di lingkungan pabrik.

b. Kepala Bagian Pemasaran

- Divisi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada kepala Departemen keuangan dan administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

- Divisi Gudang

Mengatur keluar masuknya produk dari perusahaan dan membantu divisi PPIC dalam menyediakan stok barang. Bagian pergudangan dan persediaan juga bertanggung jawab kepada manajer produksi.

c. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia (SDM)

Bertugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut

sumber daya manusia yang abru. Kepala bagian ini bertanggung jawab terhadap direktur keuangan dan umum, selain itu kepala bagian SDM juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karir dan penempatan karyawan, yang membawahi:

- Divisi kesehatan
Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga kesehatan karyawan, berbentuk klinik dengan seorang dokter untuk mengantisipasi apabila terjadi kecelakaan pada waktu kegiatan pabrik berlangsung, selain itu juga bertugas untuk melakukan test kesehatan bagi karyawan baru.
- Divisi perekrutan tenaga kerja
Bertugas mencari tenaga kerja baru dengan penyebaran iklan lowongan, pengadaan test dan pelatihan pekerja baru.
- Divisi kesejahteraan pekerja
Bertugas mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan pekerja, baik itu tunjangan, pemberian cuti, Jamsostek dan mengatur pensiun karyawan. Divisi ini juga mengurus serikat pekerja maupun dalam membuat perjanjian kerja.
- Divisi Humas
Departemen humas bertugas sebagai penghubung dengan lingkungan luar perusahaan, mulai dari keamanan, keindahan, taman dan pengelolaan area parkir. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan melaksanakan Praktek Kerja Nyata (PKN).

X.4. Jadwal Jam Kerja

Pabrik direncanakan bekerja dan beroperasi selama 330 hari di dalam satu tahun selama 24 jam dalam sehari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi atau yang dikenal dengan istilah *shut down*. Sesuai dengan peraturan pemerintah dalam jumlah jam kerja untuk karyawan adalah 40 jam dalam satu minggu, yang dibedakan dalam dua bagian, yaitu:

1. Untuk pegawai non shift

Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor / administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin-kamis : 08.00 – 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (istirahat 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

2. Untuk pegawai shift

Pegawai shift termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya kepala shift, operator, gudang, keamanan dan keselamatan kerja.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Shift I : 07.00 – 15.00
- Shift II : 15.00 – 23.00
- Shift III : 23.00 – 07.00

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja secara bergilir, maka karyawan dibagi menjadi 4 regu, yaitu A, B, C, dan D. Dengan 4 regu kerja dan 3 regu kerja (shift) maka 1 regu kerja merupakan regu pengganti (cadangan). Adapun penggantian shift baru regu dapat dilihat pada tabel 10.1 dibawah ini :

Tabel 10.1 Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Regu A	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P
Regu B	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S
Regu C	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M
Regu D	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L

Keterangan

P = Pagi

S = Siang

M = Malam

L = Libur

X.5. Penggolongan Dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dan struktur organisasi pada pra rencana pabrik Glukosa, yaitu:

1. Direktur utama
2. Direktur
3. Kepala Bagian
4. Kepala Divisi
5. Operator (tenaga pelaksana)

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasinya sebagai berikut:

1. Direktur utama : Magister teknik
2. Direktur
 - a. Direktur produksi dan teknik : Sarjana teknik kimia
 - b. Direktur keuangan dan umum: Sarjana administrasi
3. Litbang : Sarjana kimia (MIPA), Teknik Kimia, Ekonomi
4. Kepala departemen
 - a. Kabag produksi : Sarjana teknik kimia
 - b. Kabag teknik : Sarjana teknik mesin
 - c. Kabag keuangan & administrasi : Sarjana ekonomi
 - d. Kabag SDM : Sarjana psikologi
5. Kepala bagian divisi
 - a. Divisi proses : Sarjana teknik kimia
 - b. Divisi QC dan laboratorium : Sarjana teknik kimia, kimia (MIPA)
 - c. Divisi PPIC : Sarjana teknik industri
 - d. Divisi teknik : Sarjana teknik mesin
 - e. Divisi penyediaan air : Sarjana teknik lingkungan
 - f. Divisi listrik & diesel : Sarjana teknik elektro
 - g. Divisi bengkel & suku cadang : Sarjana teknik mesin
 - h. Divisi penjualan & pembelian : Sarjana ekonomi
 - i. Divisi administrasi & keuangan : Sarjana ilmu administrasi
 - j. Divisi akuntansi : Sarjana ekonomi
 - k. Divisi kesehatan : Sarjana kedokteran / Pendidikan dokter

- l. Divisi transportasi : Diploma teknik mesin
 - m. Divisi perekrutan tenaga kerja : Sarjana teknik industri
 - n. Divisi serikat pekerja : Sarjana teknik industri
 - o. Divisi humas : Sarjana psikologi dan hukum
6. Karyawan : Diploma / SMA

X.6. Perencanaan Jumlah Karyawan

Perhitungan jumlah tenaga kerja operasional didasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada Pra Rencana Pabrik Glukosa, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

a. Proses utama

1. Penyiapan bahan baku
2. Tahap proses hidrolisis
3. Tahap pemisahan
4. Tahap pemurnian
5. Tahap penanganan produk

b. Tahap tambahan atau pembantu

1. Laboratorium
2. Utilitas, terdiri dari pengolahan air, boiler, listrik, dan pengolahan limbah
3. Pemeliharaan

Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan

No.	Bagian	Jumlah Karyawan
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Produksi & Teknik	1
3	Direktur Keuangan dan Administrasi	1
4	Direktur Sumber Daya Manusia	1
5	Kepala Pabrik	1
6	Kepala Kantor	1
7	Kepala Bagian Produksi	1
8	Kepala Bagian Teknik	1
9	Kepala Bagian QC	1
10	Kepala Bagian Umum	1
11	Keapala Bagian Pemasaran	1
12	Kepala Bagian Kuangan	1
13	Kepala Seksi Proses	1

14	Kepala Seksi Penelitian & Pengembangan	1
15	Kepala Seksi Utilitas	1
16	Kepala Seksi Pemeliharaan & Perbaikan	1
17	Kepala Seksi Penyediaan Bahan Baku	1
18	Kepala Seksi Pembelian	1
19	Kepala Seksi Gudang	1
20	Kepala Seksi Pemasaran	1
21	Kepala Seksi Adminidtrasi	1
22	Kepala Seksi Personalia	1
23	Kepala Seksi Pembukuan	1
24	Kepala Seksi Keamanan	1
25	Karyawan Penyediaan Bahan Baku	1
26	Karyawan Proses	80
27	Karyawan Laboratorium	10
28	Karyawan Utilitas	8
29	Karyawan Pemeliharaan & Perbaikan	15
30	Karyawan Gudang	4
31	Karyawan Pemasaran	3
32	Karyawan Administrasi	3
33	Karyawan Personalia	3
34	Karyawan Pembelian	3
35	Karyawan Pembukuan	4
36	Karyawan Keamanan	8
37	Karyawan Kebersihan	6
38	Sopir	3
39	Sekretaris	3
40	Dokter	1
41	Perawat	2
Total		181

X.7. Sistem Pengupahan Karyawan

Pada pabrik ini, sistem pengupahan berbeda-beda tergantung pada status karyawan dan tingkat pendidikan, serta tinggi rendahnya kedudukan, tanggung jawab dan keahliannya.

Menurut status karyawan pabrik, dapat dibagi menjadi tiga golongan, dengan didasarkan atas kebutuhan dan perbedaan status ini, maka sistem pengupahan pada pabrik ini adalah:

1. Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetapi besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir bulan.

2. Upah mingguan

Upah harian diberikan kepada karyawan harian tetapi yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada setiap akhir pekan.

3. Upah borongan

Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

X.8. Jaminan Sosial

Selain mendapatkan gaji tetap setiap bulan, para karyawan juga menerima tunjangan atau jaminan sosial yang lain yang diberikan oleh perusahaan, sehingga kesejahteraan akan lebih terjamin dan diharapkan akan bekerja lebih giat.

Tunjangan/jaminan sosial tersebut, meliputi:

1. Tunjangan tahunan

Dalam setahun sekali, karyawan mendapat tunjangan sebesar gaji setiap bulan.

2. Insentif atau bonus

Insentif atau bonus yang diberikan tergantung pada keuntungan diakhir tahun dimana jumlah insentif tersebut tergantung pada jabatan dan golongan.

3. Perumahan

Perumahan diberikan terutama bagi karyawan yang menduduki jabatan penting, mulai dari direksi sampai kepala seksi.

4. Kesehatan

Untuk keperluan ini, perusahaan menyediakan poliklinik, yaitu untuk pengobatan para karyawan yang menderita sakit atau kecelakaan kerja dan biaya ditanggung oleh perusahaan.

5. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti untuk keperluan dinas dan perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu di dalam pra rencana Pabrik Glukosa ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Glukosa tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Glukosa adalah sebagai berikut :

1. *Return of Invesment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Even Point* (BEP)
4. *Internal Rate of Return* (IRR)

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Invesment*) terdiri atas :
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Invesment*)
 - b. Modal kerja (*Work Capital Invesment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), terdiri atas :
 - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Penaksiran harga alat

XI.1. Faktor - Faktor Penentu

XI.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

a. Modal Tetap (FCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik, FCI dibagi menjadi :

a. Direct Cost

Yaitu modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol

- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

b. Modal Kerja (WCI)

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain
- Pajak yang harus dibayar
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran
- Utilitas.

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

XI.1.2. Penentuan Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC).

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

▪ Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

▪ Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

XI.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Glukosa ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (Ulrich, 1984) dan (<http://www.matche.com/EquipCost/index.htm> - 2013).

A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Biaya Langsung (DC)

1. Harga peralatan	(E)	= Rp.	64.574.102.705
2. Instrument dan alat control 20%	E	= Rp.	18.080.748.757
3. Isolasi 8%	E	= Rp.	5.165.928.216
4. Perpipaan terpasang 20%	E	= Rp.	14.852.723.046
5. Listrik terpasang 15%	E	= Rp.	9.686.115.406
6. Harga FOB (jumlah 1-5)	(F)	= Rp.	112.358.938.707
7. Ongkos angkutan kapal laut 15%	F	= Rp.	16.853.840.806
8. Harga C dan F (jumlah 6-7)	(G)	= Rp.	129.212.779.513
9. Biaya asuransi 1,0%	G	= Rp.	1.292.127.795
10. Harga CIF (jumlah 8-9)	(H)	= Rp.	130.504.907.308
11. Biaya angkut barang ke plant 15%	H	= Rp.	19.575.736.096
12. Pemasangan alat 25%	E	= Rp.	16.143.525.676
13. Bangunan pabrik 25%	E	= Rp.	16.143.525.676
14. Service facilities 25%	E	= Rp.	16.143.525.676
15. Tanah 5%	E	= Rp.	3.228.705.135
16. Biaya langsung (DC) (jumlah 10-15)		= Rp.	201.739.925.568

b. Biaya Tak Langsung (IC)

17. Engineering dan Supervisi 15%	DC	= Rp.	30.260.988.835
18. Kontruksi 20%	DC	= Rp.	40.347.985.114
Total Modal Tak Langsung (IC)		= Rp.	70.608.973.949

c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$\text{FCI} = \text{DC} + \text{IC}$$

$$= \text{Rp. } 201.739.925.568 + \text{Rp. } 70.608.973.949$$

$$= \text{Rp. } 272.348.899.517$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$\text{WC} = 15\% \times \text{FCI}$$

$$= 15\% \times \text{Rp. } 272.348.899.517$$

$$= \text{Rp. } 40.852.334.928$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WC} \\ &= \text{Rp. } 272.348.899.517 + \text{Rp. } 40.852.334.928 \\ &= \text{Rp. } 313.201.234.445 \end{aligned}$$

f. Modal Perusahaan

$$\text{Modal sendiri (MS) } 60\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 187.920.740.667$$

$$\text{Modal pinjaman (MP) } 40\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 125.280.493.778$$

B. Penentuan Total Capital Investment (TPC)

a. Biaya Produksi Langsung (DPC)

- Bahan baku	= Rp.	139.459.327.872
- Tenaga kerja (TK)	= Rp.	9.144.000.000
- Supervisi (15% TK)	= Rp.	1.371.600.000
- Utilitas	= Rp.	19.958.752.440
- Pemeliharaan & perbaikan (PP) (8% FCI)	= Rp.	21.787.911.961
- Penyediaan operasi (15% PP)	= Rp.	3.268.186.794
- Laboratorium (15% PP)	= Rp.	3.268.186.794
- Patent dan royalti (1% TPC)	= Rp.	0,01 TPC
Biaya Produksi Langsung	= Rp.	198.257.065.862 + 0,01 TPC

b. Biaya Tetap (FC)

- Depresiasi alat (10% FCI)	= Rp.	27.234.889.952
- Depresiasi bangunan (3% FCI)	= Rp.	8.170.466.986
- Pajak kekayaan (4% FCI)	= Rp.	10.893.955.981
- Asuransi (1,0% FCI)	= Rp.	2.723.488.995
- Bunga bank (12,5% MP)	= Rp.	15.660.061.722
Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)	= Rp.	64.682.863.635

c. Biaya Overhead Pabrik

$$\text{Biaya Overhead} = 70\% \text{ TK} + \text{PP} = \text{Rp. } 28.188.711.961$$

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (15% PP)	= Rp.	490.228.019
- Distribusi dan pemasaran (10% TPC)	= Rp.	0,005 TPC
- Litbang (5% TPC)	= Rp.	0,005 TPC

$$\text{Biaya Pengeluaran Umum (GE)} = \text{Rp. 490.228.019} + ,01 \text{ TPC}$$

e. Biaya produksi total (TPC)

$$\text{TPC} = \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp. 281.065.421.359} + 0,16 \text{ TPC}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp. 334.601.692.094}$$

C. Analisa Profitabilitas

Sesuai dengan Undang-Undang Pajak Penghasilan tahun 1984 (UU no. 7/1983) dan Undang-Undang ketentuan umum dan tata cara perpajakan (UU no.6/1983) :

- 15% untuk laba sampai Rp. 25.000.000
- 25% untuk laba sampai Rp. 50.000.000
- 40% untuk laba sampai > Rp. 50.000.000

a. Bunga kredit = 12,5 % per tahun

b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun

c. Umur pabrik 10 tahun

d. Kapasitas produksi

$$\text{Tahun I} = 60 \% \text{ dari produksi total}$$

$$\text{Tahun II} = 80 \% \text{ dari produksi total}$$

$$\text{Tahun III} = 100 \% \text{ dari produksi total}$$

1. Laba Perusahaan

$$\text{Total penjualan per tahun} = \text{Rp. 523.569.918.960} \quad (\text{kapasitas } 100 \%)$$

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Hargs jual} - \text{Biaya produksi} \\ &= \text{Rp. 523.569.918.960} - \text{Rp. 334.601.692.094} \\ &= \text{Rp. 188.968.226.866} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 40\% \times \text{Laba kotor} \\ &= 40\% \times \text{Rp. 188.968.226.866} \\ &= \text{Rp. 75.587.290.746} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba bersih} &= \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan} \\ &= \text{Rp. 188.968.226.866} - \text{75.587.290.746} \\ &= \text{Rp. 113.380.936.120} \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak (C_A)

$$C_{Abt} = \text{Laba kotor} + \text{Depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. } 188.968.226.866 + \text{Rp. } 27.234.899.965$$

$$= \text{Rp. } 216.203.116.818$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A)

$$C_{Aat} = \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. } 113.380.936.120 + \text{Rp. } 27.234.899.965$$

$$= \text{Rp. } 140.380.826.071$$

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$ROI_{BT} = \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

$$= 68 \% \text{ (App. E)}$$

b. ROI setelah pajak

$$ROI_{AT} = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

$$= 41 \% \text{ (App. E)}$$

2. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$POT = \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

$$= 1,97 \text{ tahun (App. E)}$$

3. Break Even Point (BEP)

Merupakan titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$BEP = \frac{FC + 0,3SVC}{S - (0,7SVC - VC)} \times 100\%$$

Dimana :

$$FC = \text{Rp. } 64.682.863.635$$

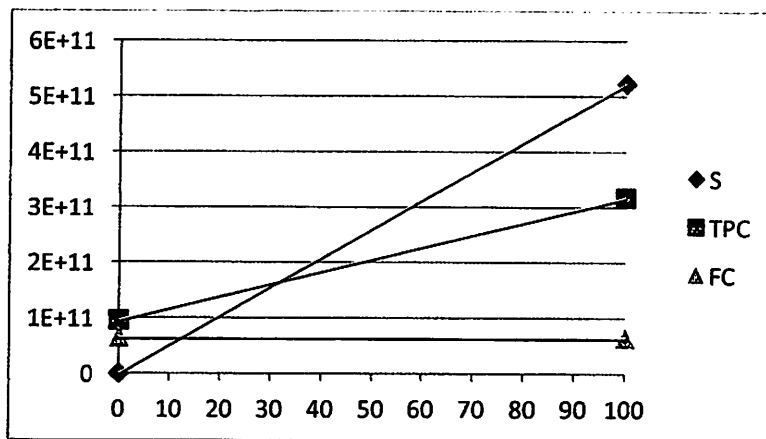
$$\begin{aligned} VC &= \text{Rp. } 148.863.732.193 \\ SVC &= \text{Rp. } 104.352.011.661 \\ S &= \text{Rp. } 523.569.918.960 \end{aligned}$$

Maka, didapatkan :

$$BEP = 31,82 \% \text{ (App. E)}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas} &= 32,21 \% \times 50.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 16.107 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk Pabrik Glukosa adalah 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 11.1. Break Even Point

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 60% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PB_i}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PB_i = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

$\%Kap$ = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PB_i = \text{Rp. } 320.579,236$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 320.579,236 + \text{Rp } 27.234.889.952 \\ &= \text{Rp } 27.555.469.188 \end{aligned}$$

Untuk produksi tahun II kapasitas pabrik 80% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PB_i}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PB_i = keuntungan pada %kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

$\%Kap$ = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PB_i = Rp\ 907.047.489$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$C_A = Rp\ 907.047.489 + Rp\ 27.234.889.952$$

$$= Rp\ 28.141.937.441$$

Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

$$SDP = \frac{0,3SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= 10,37\% \text{ (App. E)}$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan

$$= 10,37\% \times Rp. 523.569.918.969$$

$$= Rp. 54.317.499.155$$

4. Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

a. Menghitung C_{A_0} (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$C_{A-2} = 40\% \times FCI \times (1 + i)^2$$

$$= Rp\ 149.127.363.420 \text{ (App. E)}$$

$$C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1 + i)^1$$

$$= Rp\ 191.188.927.461 \text{ (App. E)}$$

$$C_{A-0} = -(C_{A-1} - C_{A-2})$$

= - Rp 340.316.290.881

b. Menghitung NPV tiap tahun

$NPV = C_A \times F_d$

Dimana : $F_d = \text{faktor diskon} = 1/(1+i)^n$ $C_A = \text{cash flow setelah pajak}$
 $n = \text{tahun ke-n}$ $i = \text{tingkat bunga}$

Tabel 11.1 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	F _d i = 12,5%	NPV (Rp)
0	-340.316.290.881	1	-340.316.290.881
1	27.555.469.188	0,8547	23.551.683.066
2	28.141.937.441	0,7305	20.558.066.653
3	140.615.826.071	0,6244	87.796.381.567
4	140.615.826.071	0,5337	75.039.642.365
5	140.615.826.071	0,4561	64.136.446.466
6	140.615.826.071	0,3898	54.817.475.612
7	140.615.826.071	0,3332	46.852.543.258
8	140.615.826.071	0,2848	40.044.908.768
9	140.615.826.071	0,2434	34.226.417.750
10	140.615.826.071	0,2080	29.253.348.504
WCI			40.852.334.928
Total			176.812.958.057

Karena harga NPV = (+) maka pabrik *Glukosa* layak untuk didirikan.

5. IRR (Internal Rate of Return)

Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C _A) (Rp)	NPV ₁ (Rp) i = 0,22	NPV ₂ (Rp) i = 0,23
0	-340.316.290.881	-340.316.290.881	-340.316.290.881
1	27.555.469.188	22.586.450.154	22.402.820.478
2	28.141.937.441	18.907.509.702	18.601.320.273
3	140.615.826.071	77.438.103.889	75.564.683.597

4	140.615.826.071	63.473.855.647	61.434.702.112
5	140.615.826.071	52.027.750.530	49.946.912.286
6	140.615.826.071	42.645.697.156	40.607.245.761
7	140.615.826.071	34.955.489.472	33.014.020.944
8	140.615.826.071	28.652.040.551	26.840.667.434
9	140.615.826.071	23.485.279.140	21.821.680.841
10	140.615.826.071	19.250.228.803	17.741.203.935
WCI		40.852.334.928	40.852.334.928
Total		83.958.449.092	68.511.301.706

$$\begin{aligned} \text{IRR} &= i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1) \\ &= 27,15\% \end{aligned}$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (12,5 %) maka Pabrik Glukosa ini layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

XII.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Glukosa dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Desa Tambah Subur, Kabupaten Lampung Timur, Propinsi Lampung. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Dekat dengan sumber bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar
- Fasilitas transportasi yang memadai
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup

b. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Glukosa ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

c. Aspek Ekonomi

- Di Indonesia kebutuhan Glukosa semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri makanan, industri plastik, semen dan farmasi yang menggunakannya sebagai tambahan.
- Dapat mengurangi kebutuhan impor Glukosa yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian pabrik Glukosa di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Glukosa ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

TCI = Rp. 313.201.234.445

ROI_{BT} = 68 %

ROI_{AT} = 41 %

POT_{BT} = 1,28 tahun

POT_{AT} = 1,97 tahun

BEP = 32,21 %

IRR = 42,15 % > bunga bank : 12,5 % (layak untuk didirikan)

d. Aspek Pemasaran

Produksi Glukosa dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan Glukosa semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Biro Pusat Statistik. Surabaya.
2. Brown, G.G, "**Unit Operation**", Charles E. Tuttle Co, Tokyo, Japan, 1961.
3. Brownell E. Lloyd, "**Process Equipment Design**", John Willey and Sons Inc, New Delhi, India, 1959.
4. Geankoplis, Christie, "**Transport Processes and Unit Operations**", 3rd Edition, Prentice Hall Inc. New Delhi, India, 1997.
5. Hesse, H.C. and Rushton, J.H., "**Process Equipment Design**", D. Van Nostrand Co, New Jersey, 1981.
6. Hougen, A. Olaf and Watson, K.M., "**Chemical Process Principles**", 2nd Edition, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.
7. <http://biologipedia.blogspot.com/2011/01/aktivitas-enzimatik-mikroorganisme.html>. Diakses pada tanggal 24/04/2014.
8. Hugot, E, Handbook of Cane Sugar Engineering, Elseiver Publishing Co., Amsterdam, 1960.
9. Kern D.Q, "**Process Heat Transfer**", 2nd Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.
10. Kirk R.F and Othmer D.F, "*Encyclopedya Of Chemical Technology*", Vol 4, 3rd edition, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.
11. Kusnarjo, "**Desain Alat Peminda Panas**", 2010
12. Kusnarjo, "**Desain Pabrik Kimia**", 2010
13. Kusnarjo, "**Ekonomi Teknik**", 2010
14. Mc Cabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, "**Operasi Teknik Kimia**", Jilid I, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
15. Mc Cabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, "**Operasi Teknik Kimia**", Jilid II, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
16. Perry, Robert H, "**Perry's Chemical Engineering Handbook**", 6th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1998.
17. Perry, Robert H, "**Perry's Chemical Engineering Handbook**", 7th Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1998.

18. Peter S. and Timmerhause, **“Plant Design and Economic for Chemical Engineering”**, 4th edition, McGraw-Hill, Singapore, 1991.
19. Smith, J.M, and Van Ness H.C, **“Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics”**, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, 1959.
20. Tjondroadikoesoemo, P Soebijanto, *“HFS dari Ubi Kayu Lainnya”*, PT Gramedia. Jakarta, 1986
21. Ulrich D. Gael, **“A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic”**, John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.
22. Walter, L. Badger ang Julis T. Banchero, **“Introduction to Chemical Engineering”**, McGraw-Hill Book Company, Tokyo, 1985.
23. www.wikipedia.co.id: asam klorida, glukosa, kalsium hidroksida, glukoamilase. Diakses pada tanggal 1/05/2014.