PRA RENCANA PABRIK

SORBITOL DARI DEKSTROSA DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

SKRIPSI

Disusun Oleh :

FLORENSI YAMEGA 0814018

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2012

ПРА ВЕЛИКИМА РАДОМ

ИНСТИТУТ ЗА ПРЕМЕТНУТА ОПШТА ПРОИЗВОДЊА
МОНОГРАФСКИ КАТАЛОГ
ИНСТИТУТА ПРЕМЕШТЕНИХ 20.000 ТОНА ГРАЊА

МАТИ ТАЛА МАЊАЧАЧКИ
РЕАКТОР

СКИЦЕ

1:200 мерило

АРХИТЕКТА АЛЕКСАНДАР ВАСИЋ

ЗАВОД ЗА ГРАДЕ ВЕЛИКИХ ПРЕДУЗЕЋА
ГРАДЕВИНСКИ ПРОЈЕКТНИ ЗАВОД
ЗАВОД ЗА ГРАДЕ ВЕЛИКИХ ПРЕДУЗЕЋА ТЕХНОЛОГИЈА
2004

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

SORBITOL DARI DEKSTROSA DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

FLORENSI YAMEGA 0814018

Malang, 02 Agustus 2012

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Rini Kartika Dewi, ST, MT)
NIP. Y. 1030100370

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

(M. Istnaeny Hudha, ST, MT)
NIP. P. 1030400400

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

(Jimmy, ST, MT)
NIP. Y 1039900330

LEMBAR PENGESAHAN

PKM KEWIRAUSAHA MADIRI

KOMBINASI BAHAN DESINFEKSI ORGANIK PROBIOTIK MIKROORGANISME KATALITIK KAPASITAS PRODUKSI 30L/HARI TOMYTAUHU

PERMAKOMAN ALAT UTAMA RIAKTOR

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Pada Jurusan Teknik Kimia (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

FLORENSIA VANESSA 3171010

Malang, 02 Agustus 2021

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Dini Kurniawan Nur, ST, MT)
NIP. P. 1030100359

Menyetujui,
Dosen Pembimbing II

(M. Kusuma Hadiwiyanto, ST, MT)
NIP. P. 1030100360

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

(Ibrahim, ST, MT)
NIP. P. 1039900329

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama	:	FLORENSI YAMEGA
NIM	:	0814018
Jurusan/Program Studi	:	TEKNIK KIMIA
Judul Skripsi	:	SORBITOL DARI DEKSTROSA DENGAN PROSES *HIGROGENASI KATALITIK*

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

Hari	:	Sabtu
Tanggal	:	04 Agustus 2012
Nilai	:	B

Ketua,

Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,

M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP Y 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

Penguji Kedua,

Dwi Ana Anggorowati, ST, MT
NIP 19700928200512001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: FLORENSI YAMEGA
NIM	: 0814018
Jurusan/Program Studi	: Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

SORBITOL DARI DEKSTROSA DENGAN PROSES HIGROGENASI KATALITIK
KAPASITAS PRODUKSI 30.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR

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, 13 Agustus 2012

Yang membuat pernyataan,

FLORENSI YAMEGA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yesus Kristus atas hikmat, penyertaan dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "SORBITOL DARI DEKSTROSA DENGAN PROSES HIDROGENASI KATALITIK'.

Skripsi ini disusun untuk salah satu syarat untuk menempuh wisuda sarjana pada jenjang strata satu (S-1) di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Malang.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Rini Kartika Dewi, ST, MT, selaku dosen pembimbing I.
2. Bapak M. Istnaeny Hudha, ST, MT, selaku dosen pembimbing II.
3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Malang.
4. Ibu Rini Kartika Dewi, ST, MT, selaku Koordinator Skripsi di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Malang.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta karyawan Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Malang, yang memberikan dukungan dan bantuan.
6. Orang tua kami yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan semangat hingga skripsi ini dapat terselesaikan, serta teman-teman pemuda-pemudi GKII Malang yang selalu menopang dan mendoakan.
7. Teman-teman angkatan 2008 sesama pengerja skripsi, yang sudah memberi semangat, dorongan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, kritik dan saran yang membangun, penulis harapkan untuk kesempurnaannya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berguna untuk pembaca.

Malang, 14 Agustus 2012

penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR KETERANGAN TABEL

DAFTAR KETERANGAN GAMBAR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sorbitol yang dikenal juga sebagai glusitol, adalah suatu gula alkohol yang di metabolisme lambat di dalam tubuh. Sorbitol diperoleh dari reduksi glukosa, mengubah gugus aldehid menjadi gugus hidroksil, sehingga dinamakan gula alkohol. Glukosa dinamakan juga dekstrosa atau gula pasir yang terdapat dalam: sayur, buah, sirup jagung, sari pohon dan bersamaan dengan fruktosa dalam madu. Glukosa merupakan hasil akhir pencernaan pati, sukrosa, maltose dan laktosa pada hewan dan manusia.[1]

Sorbitol merupakan kelompok dari heksitol secara alami. Ini ditemukan pada tahun 1868 di pegunungan berry dalam konsentrasi 5 – 12 %, dan pada umumnya sorbitol berada dalam tumbuhan. Nama sorbitol diturunkan dari nama ilmuwan dari pegunungan Ash, *Sorbus Aucuparia L.* Buah Rosaceae yang kaya akan kandungan sorbitol, antara lain: plums 1.7 – 4.5 % berat, pear 1.2 – 2.8 % berat kering, peache 0.5 – 1.3 % berat dan apel 0.2 – 1 % berat. Didalam buah dan daun-daun, sorbitol dibentuk sebagai bahan kimia intermediet di dalam sintesa pati, selulosa, sorbuse, atau vitamin C. Di dalam hewan, sorbitol dapat diketahui sebagai intermediet dalam absorbsi glukosa.

Pada tahun 1890, E.Fischer membawa sintesa kimia sorbitol pertama dengan mereduksi glukosa dengan sodium amalgamat. Hidrogenasi katalitik pertama dilaporkan oleh V. Ipatieff pada tahun 1912. Sejak tahun 1950, sorbitol mengalami perubahan ekonomi dalam dunia sebagai makanan, agen pemanis, penyetabil kelembapan, bahan dasar untuk produk lainnya. Sorbitol digunakan sebagai pemanis buatan pada produk permen bebas gula dan sirup obat batuk. Zat ini juga dikenal sebagai pemanis yang memiliki nilai gizi karena mengandung energi sebanyak 2,6 kkal per gram.

Saat ini sorbitol telah diproduksi secara luas karena penggunaannya di berbagai bidang industri. Sorbitol digunakan sebagai bahan pemanis pengganti gula, karena memiliki sifat manis 60 – 70% dari yang dimiliki gula tebu (sukrosa). Selain itu sorbitol juga digunakan sebagai aditif penghambat terjadinya kristalisasi, memperbaiki rasa dan digunakan untuk produk makanan dan minuman diet. Sorbitol umumnya diproduksi secara komersial dalam bentuk kristal (99%) dan larutan (70%).

[illegible]

[illegible]

[illegible]

1.2. Perkembangan Industri

1.2.1. Perkembangan Produksi Sorbitol di Indonesia

Dari Departemen Industri dan Biro Pusat Statistik, diperoleh data bahwa jumlah sorbitol yang diimpor Indonesia terus meningkat. Kenaikan jumlah impor ini menunjukkan sorbitol di Indonesia terus bertambah. Perancis merupakan negara pengeksport sorbitol terbesar bagi Indonesia, mencapai ± 96 % dari total sorbitol yang diimport. Negara pengekspor lainnya adalah Jerman, Jepang, dan Nederland.

Indonesia mulai mengekspor sorbitol pada tahun 1989. Ekspor dilakukan negara-negara seperti Jepang, Nederland, Perancis, Jerman, Denmark dan beberapa negara lain yang mempunyai permintaan tinggi terhadap sorbitol. Tetapi pada tabel 1.1. menunjukkan jumlah sorbitol yang dieksport berkurang karena kebutuhan lokal meningkat.

Tabel 1.1. Perkembangan Industri Sorbitol di Indonesia[2]

Tahun	Produksi (kg/tahun)	Konsumsi (kg/tahun)	Ekspor (kg/tahun)	Impor (kg/tahun)
2005	46.808.939	25.612.625	112.065.359	5.002.420
2006	49.149.386	25.663.850	115.200.084	3.278.889
2007	51.606.855	25.715.178	120.439.236	885.195
2008	54.187.198	27.000.937	112.459.706	767.610
2009	56.896.558	27.054.938	113.584.303	775.286
2010	59.741.386	28.407.685	114.720.146	783.039
2011	62.728.455	28.464.501	115.867.347	790.869

Sorbitol sebagian besar digunakan sebagai bahan baku untuk *consumer goods*, seperti pasta gigi, untuk produk-produk makanan seperti permen, produk-produk kosmetik, farmasi, dan vitamin C. Di Indonesia, industri pasta gigi merupakan konsumen sorbitol terbesar, diikuti oleh industri kosmetik dan farmasi.

Industri pasta gigi berkembang terus menerus secara mantap selama tahun-tahun terakhir ini. Perkembangannya ditunjukkan dari meningkatnya produksi pasta gigi dari tahun ke tahun.

Tabel 1.2. Produksi Pasta gigi di Indonesia 2005 – 2011[3]

Tahun	Produksi (ton)
2005	160115
2006	166470
2007	172825

2008	179180
2009	185535
2010	191890
2011	198245

Ternyata untuk memproduksi 1 ton pasta gigi, diperlukan 150 – 250 kg sorbitol. Dengan demikian meningkatnya produksi pasta gigi tentunya menyebabkan naiknya kebutuhan sorbitol sebagai bahan baku utama pasta gigi.

Konsumsi sorbitol di tahun-tahun mendatang diperkirakan meningkat mengikuti kecenderungan pertumbuhan industri-industri yang mengkonsumsinya. Diperkirakan konsumsi sorbitol oleh industri pasta gigi akan terus meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 10% per tahun, konsumsi sorbitol oleh industri kecantikan dan farmasi 7% per tahun dan oleh industri lain (meliputi industri permen, tekstil, dan kulit) 5% per tahun.

1.3. Kegunaan Sorbitol

Sorbitol digunakan sebagai suatu humektan (pelembab) pada berbagai jenis produk sebagai pelindung melawan hilangnya kandungan moisture. Dengan sifat tekstur dan kemampuan untuk menstabilisasi kelembaban, sorbitol banyak digunakan untuk produksi permen, roti dan cokelat dan produk yang dihasilkan cenderung menjadi kering atau mengeraskan. Sorbitol bersifat non-cariogenik (tidak menyebabkan kanker) dan berguna bagi orang-orang penderita diabetes.

Secara kimiawi sorbitol sangat tidak reaktif dan stabil, dapat berada pada suhu tinggi dan tidak mengalami reaksi Maillard (pencokelatan). Sehingga pada produksi kue berwarna segar, tidak ada penampilan warna cokelatnya. Juga berkombinasi baik dengan ramuan makanan lain seperti gula, jelly, lemak sayuran dan protein.

a. Industri Makanan

- Dalam industri permen, sorbitol digunakan bersama gula untuk memberi rasa manis yang tahan lama. Dalam pembuatan permen karet, sorbitol digunakan karena sifatnya yang tahan terhadap fermentasi menjadi asam oleh mikroorganisme dalam mulut, sehingga tidak menyebabkan karies gigi.
- Sebagai bahan pemanis pengganti gula bagi penderita diabetes, karena kecepatan penyerapan yag rendah dalam darah,
- Sebagai stabilitator kelembaban dalam industri makanan pada umumnya.

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [

b. Industri Farmasi

- Sebagai bahan baku pembuatan vitamin C.
- Sebagai stabilitas dalam pembuatan obat-obatan tertentu, seperti vitamin B12, penisilin dan aspirin.
- Mencegah terjadinya kristalisasi.

c. Industri Komestik

- Digunakan secara luas dalam industri kosmetik karena bersifat tidak memberikan rasa gatal pada kulit, sebagai emulsifier dan stabilitator kelembaban dalam pembuatan lotion dan cream.

d. Industri Tekstil

- Sorbitol digunakan sebagai emulsifier larutan pada proses pembuatan tekstil, sebagai bahan antistatis, dan bahan aditif untuk memperbaiki sifat viskose rayon.

e. Industri Lainnya

- Digunakan sebagai pelunak, stabilitator kelembaban pada industri plastik, adhesive dan menambah aroma pada industri rokok.
- Digunakan pada pasta gigi, sorbitol dapat dipergunakan sebagai penyegar atau obat pencuci mulut, dapat mencegah kerusakan gigi dan memperlambat terbentuknya caries gigi.[4]

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produksi

1.4.1. Sifat fisika dan kimia bahan baku

A. Dekstrosa

- Nama lain : Glukosa
- Rumus mlekul : $C_6H_{12}O_6.H_2O$
- Berat molekul : 180,76 g/mol
- Titik lebur : 83°C
- Titik didih : 146°C
- Daya larut : 100 g/100 mL
- Panas kelarutan : - 59,4 pada 25°C
- Densitas : 1,54 g/cm^3
- Titik leleh : 146°C untuk α-D-glukose
  150°C untuk β-D-glukose[5]

B. Air

- Nama sistematis : air
- Nama alternative : aqua, dihidrogen monoksida, Hidrogen Hidroksid
- Rumus molekul : H_2O
- Massa molar : 18.0153 g/mol
- Densitas dan fase : 0.998 g/cm³ (cariran pada 20 °C)
  0.92 g/cm³ (padatan)
- Titik lebur : 0 °C (273.15 K) (32 °F)
- Titik didih : 100 °C (373.15 K) (212 °F)
- Kalor jenis : 4184 J/(kg·K) (cairan pada 20 °C

C. Katalis Raney Nickel

Sifat-sifat Fisika :

- Komposisi Kimia : Ni,wt% : 50%
  Al, wt% : 50%
- Densitas pada fase solid, g cm^{-3} : 8,1
- Densitas Partikel : 3,32
- Porosity : 0,59
- Purc Vol,cm^3g^{-1} : 0,178
- Berbentuk bubuk halus berwarna kelabu

Sifat-sifat Kimia :

- Cukup resistensi terhadap dekomposisi, dapat disimpan dan digunakan kembali dalam beberapa periode waktu.
- Stabilitas termal (tidak terurai pada temperatur yang tinggi)

D. Gas Hidrogen

Sifat Fisika:

1. Larut dalam air, alkohol dan eter
2. Tidak korosif
3. Mudah terbakar dan menimbulkan ledakan

Sifat Kimia:

1. Density : 0,08342 kg/m^3
2. Specific gravity : 0,0694

3. Specific volume : 193 cuft/lb (21,1°C)
4. Boiling point : -259,2°C

1.4.2. Sifat fisika dan kimia produk

Produk utama dari pabrik ini adalah sorbitol cair, berikut adalah sifat fisika dan sifat kimia dari hasil utama dari pabrik ini:[4]

- Sifat fisika:
  - Berbentuk liquid pada suhu kamar
  - Berwarna putih, tidak berbau dan berasa manis
  - Larut dalam air, glycerol dan propylene glycol
  - Sedikit larut dalam methanol, etanol, asam asetat dan phenol
  - Tidak larut dalam sebagian besar pelarut organik
- Sifat Kimia:
  - Densitas (70%solution) : 1,2879 g/ml
  - Berat molekul : 182
  - Melting point : 93 °C
  - Titik didih : 296°C
  - Titik lebur : 93 °C (metastable form)
    97,5 °C (stable form)
  - Kelarutan dalam air (25°C) : 235 gr/100 gr H_2O
  - Panas pelarutan dalam air : 20,2 kJ/mol
  - Higroskopisity : high

1.5. Perkiraan Kapasitas Produksi

Saat ini di Indonesia terdapat beberapa pabrik yang memproduksi sorbitol. Melihat data perkembangan industri sorbitol di Indonesia dimana konsumsi dalam negeri dan prospek permintaan pasar ekspor yang terus meningkat, maka sangat tepat adanya perencanaan pabrik sorbitol baru di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Hal ini dimungkinkan pula karena harga bahan bakunya cenderung murah dan mudah diperoleh, serta produknya mempunyai aplikasi yang luas.

Kapasitas pabrik sorbitol dari dekstrosa ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5$$

Dimana: M1 = Jumlah Impor (kg)

M2 = Jumlah Produksi (kg)

M3 = Kapasitas produksi (ton/tahun)

M4 = Jumlah ekspor (kg)

M5 = Jumlah konsumsi (kg)

P = Data besarnya impor, ekspor, produksi dan konsumsi pada tahun 2011

i = Rata – rata kenaikan impor, ekspor, produksi dan konsumsi tiap tahun

n = Selisih tahun 2011 dan 2016 (5 tahun)

1. Menentukan jumlah Impor Sorbitol tahun 2016

   $M1 = P(1+i)^n$

   $= 790.869\ (1 + (-53,88/100))^5$

   $= 747.748$ kg

2. Menentukan jumlah Produksi Sorbitol tahun 2016

   $M2 = P(1+i)^n$

   $= 62.728(1 + (4,76/100))^5$

   $= 62.728$ kg

3. Menentukan jumlah ekspor Sorbitol tahun 2016

   $M4 = P(1+i)^n$

   $= 115.867.347(1 + (1,42/100))^5$

   $= 115.867.347$ kg

4. Menentukan jumlah konsumsi Sorbitol tahun 2016

   $M5 = P(1+i)^n$

   $= 28.465(1+(1,72/100))^5$

   $= 28.465$ kg

5. Menentukan kapasitas produksi Sorbitol tahun 2016

   $M3 = (M4 + M5) - (M1 + M2)$

   $= (115.867.347 + 28.465) - (747.748 + 62.728)$

   $= 115.085.336$ kg

   $= 115.085$ ton/tahun

Direncanakan pabrik Sorbitol dari dektrosa ini memenuhi 30% kebutuhan dalam negeri sehingga kapasitas pabrik 30.000 ton/tahun.

BAB II

SELEKSI PROSES

2. Seleksi dan Uraian Proses

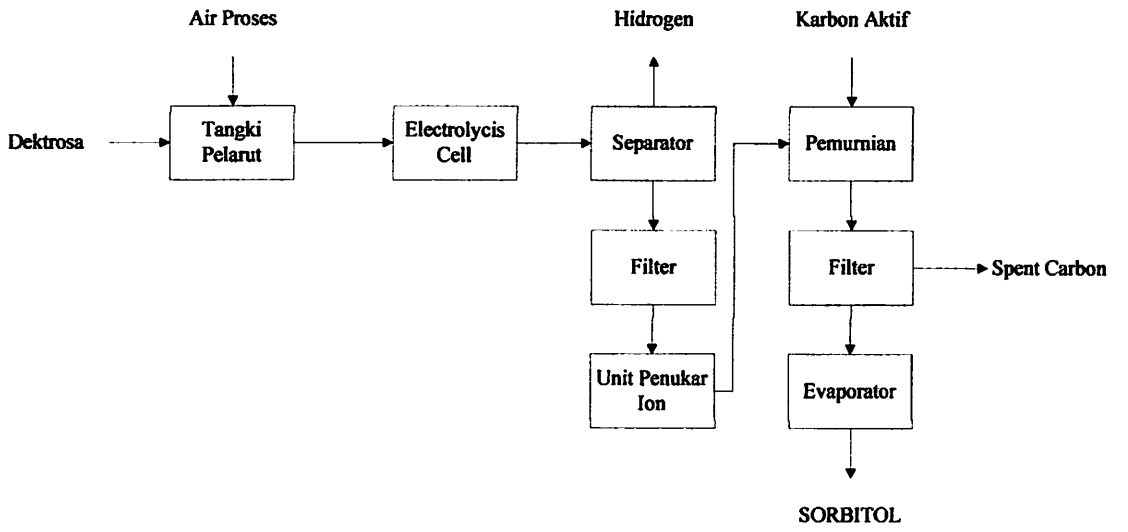
Untuk mendapatkan suatu produk yang berkualitas tinggi perlu dilakukan pemilihan proses diantara beberapa macam proses yang ada. Pemilihan proses ini berdasarkan antara lain pada bahan baku, konversi reaksi, kualitas produk, kondisi operasi, biaya operasi dan lain-lain.

2.1. Macam Proses

Pada proses pembuatan sorbitol terdapat 2 macam proses, yaitu dengan cara reduksi elektrolitik dan hidrogenasi katalitik.

2.1.1. Reduksi Elektrolitik

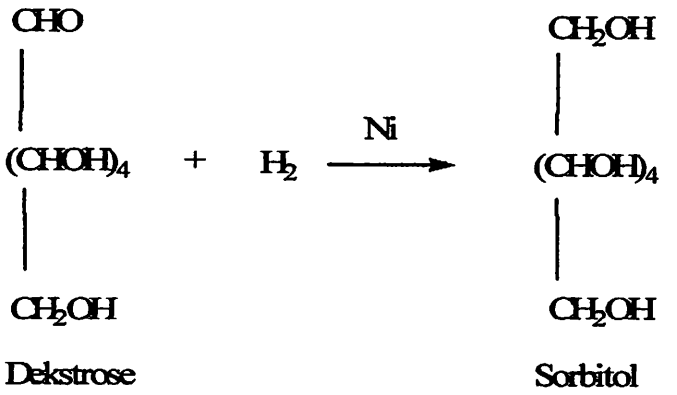
Pada tahun 1937, pertama kali didirikan pabrik yang memproduksi sorbitol dengan menggunakan proses reduksi elektrolitik. Pada proses ini, larutan dekstrosa dielektrolisa menjadi *sorbitol*. Biasanya pada bagian ini dilengkapi dengan sumber arus yang tidak berfluktuasi. Elektroda yang dipakai adalah amalgam sebagai katoda dan timbal sebagai anoda, sedangkan larutan yang dipakai NaOH dan Na2SO4. Pada prinsipnya glukosa akan direduksi dengan H2 sebagai hasil proses elektrolisis diatas. Dari proses diatas akan dihasilkan *sorbitol*.



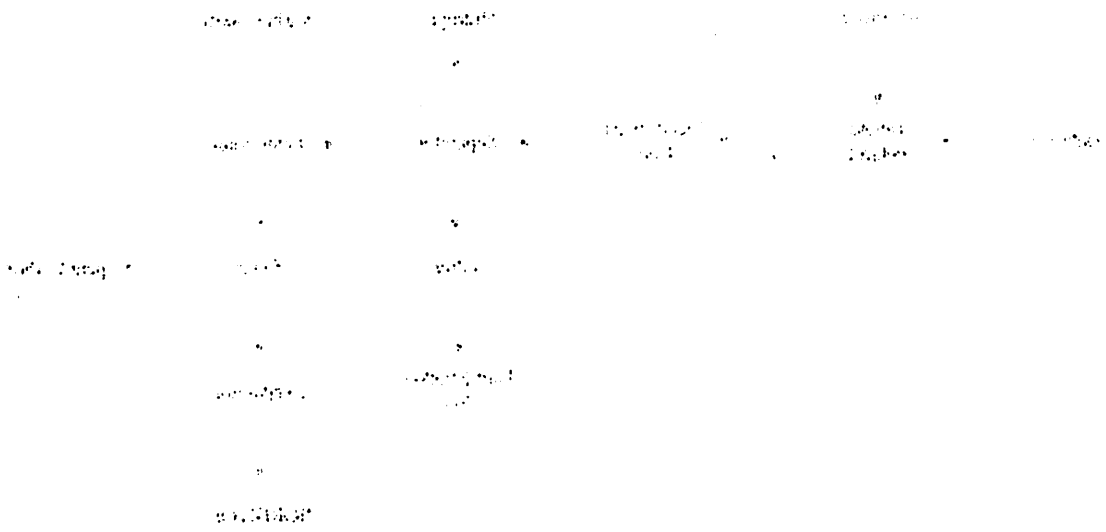
Gambar 2.1. Blok diagram pembuatan sorbitol dengan proses Reduksi Elektrolitik

2.1.2. Hidrogenasi katalitik

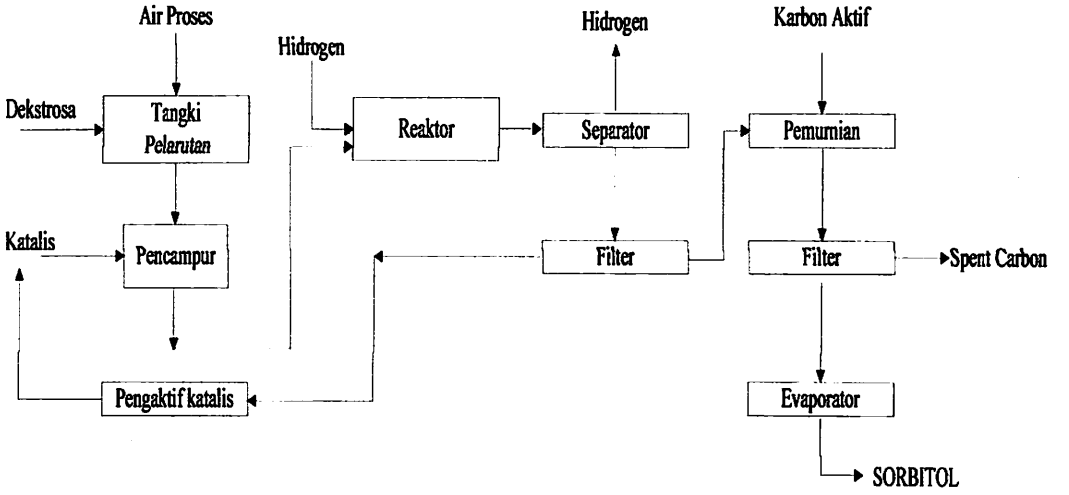
Secara umum hidrogenasi adalah reaksi penambahan molekul hidrogen ke dalam ikatan kimia tak jenuh (ikatan rangkap) pada radikal asam lemak atau molekul gliserida. Reaksi hidrogenasi ini akan lebih efektif dan mudah terjadi dengan adanya katalis nikel. Reaksi pembentukan sorbitol, dengan konversi 95-99% hasil, sebagai berikut:



Hidrogenasi katalitik dekstrosa untuk menghasilkan sorbitol, dilakukan dengan melarutkan dekstrosa dalam air untuk memperoleh larutan 50%. Slurry dimasukkan ke dalam tangki pencampur, dimana nikel berbentuk bubuk ditambahkan sebagai katalis, dengan perbandingan slurry mengandung 2 % nikel didasarkan pada dekstrosa. Slurry ini diumpankan ke dalam reaktor, bersamaa dengan gas hidrogen yang ditekan hingga mencapai ± 50 bar, dan disemprotkan kedalam reaktor berlawanan arah dengan masukkan slurry. Suhu reaksi bervariasi dari 120 – 150° C. Keluar dari rekator, katalis



nikel dipisahkan dari produk sorbiol dengan menggunakan filter press. Untuk memurnikan dan menghilangkan warna pada larutan sorbitol digunakan karbon aktif yang kemudian dipisahkan dengan menggunakan filter press. Larutan sorbitol encer (± 50%) dipekatkan dengan menggunakan evaporator, sehingga diperoleh larutan sorbitol 70%.[1]



Gambar 2.2. Blok diagram pembuatan sorbitol dengan proses Hidrogenasi Katalitik

2.2. Pemilihan Proses Pembuatan Sorbitol

Untuk pemilihan proses yang akan digunakan pada pabrik sorbitol agar didapatkan efisiensi yang tinggi, maka perlu dilakukan pemilihan proses yang didasarkan pada aspek teknis dan ekonominya.

Tabel 2.1. Perbandingan antara Reduksi Elektronik dan Hidrogenasi Katalitik

Parameter	Proses	
	Reduksi Elektrolik	Hidrogenasi Katalitik
Segi proses		
• Bahan baku	Dekstrosa	Dekstrosa
• Konversi reaksi	-	95-99%
	Dalam proses reduksi dibutuhkan waktu yang lama untuk mencapai produk yang diinginkan.	Dalam proses hidrogenasi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai proses yang diinginkan lebih cepat.
• Kondisi Operasi	– P : - – T : -	– P : 50 bar – T : 120 – 150 °C
• Kualitas produk	Rendah Untuk bahan baku dari Dekstrosa produk *sorbitol* yang dihasilkan kurang	Tinggi Bila dibandingkan dengan proses reduksi, produk sorbitol yang dihasilkan

	begitu bagus.	lebih bagus.
Segi ekonomi	Harga dari electrode sangat mahal.	Bahan tambahan seperti gas hydrogen dan katalis nikel mudah dijangkau dan murah serta efektif.

Dari uraian diatas, ternyata proses hidrogenasi katalitik saat ini digunakan secara luas dalam proses produksi sorbitol. Proses ini lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan proses reduksi elektrolitik. Proses pembuatan sorbitol dengan reduksi elektrolitik sangat lambat dan membutuhkan biaya pemeliharaan yang sangat mahal, sehingga praktis tidak digunakan lagi dalam produksi sorbitol secara komersial. Karena itu diilih proses hidrogenasi katalitik dalam perancangan pabrik sorbitol.

2.3. Uraian Proses

Proses produksi sorbitol secara hidrogenasi katalitik dibagi menjadi 4 tahap:

1. Tahapan Persiapan Bahan Baku
2. Tahapan Reaksi
3. Tahapan Pemisahan
4. Tahapan Pemurnian
5. Tahap Penanganan Produk

2.3.1. Tahapan Persiapan Bahan Baku

Dekstrosa dari gudang penyimpanan (F-111) dialirkan dengan belt conveyor (J-112), kemudian bucket elevator (J-113) menuju screw conveyor (J-114), untuk selanjutnya ditampung dalam tangki penampung (F-115) yang berfungsi untuk mengatur rate bahan masuk ke dalam tangki pelarutan. Dalam tangki pelarutan ditambahk air dari konsentrasi 91% sampai 50%.

2.3.2. Tahapan Reaksi

Dari tangki pelarut, slurry dipanaskan terlebih dahulu dengan heater (E-121) hingga suhu operasi yaitu 140° C kemudian dimasukkan ke dalam reaktor (R-120). Secara bersamaan dimasukkan juga gas hidrogen kedalam reaktor dari bagian bawah sedangkan katalis Ni (F-123) dan buffer (F-122) dari bagian atas reaktor.

Reaksi yang terjadi : $C_6H_{12}O_{6\,(s)} + H_{2\,(g)} \rightarrow C_6H_{14}O_{6\,(l)}$

Reaksi terjadi pada tekanan 50 bar, suhu 140°C dengan konversi 99%. Untuk menjaga agar suhu reaksi konstan pada suhu 140°C, maka dialirkan air pendingin pada jaket. Produk yang dihasilkan berupa larutan sorbitol 50% berat.

2.3.3. Tahapan Pemisahan

Produk yang dihasilkan dari reaktor masih bertekanan tinggi (50 bar) untuk itu, digunakan ekspander (N-125) untuk menurunkan tekanan menjadi 1 atm. Produk yang keluar masih bercampur dengan katalis dan buffer, untuk memisahkannya digunakan filter press (H-131) yang sebelumnya didinginkan dengan cooler (E-126) hingga mencapai suhu 85°C. Kandungan Ni maksimum yang diijinkan dalam larutan sorbitol keluar filter press adalah 0,5 ppm. Tahap berikutnya adalah pemurnian untuk menghilangkan warna, dilakukan dengan mencampur larutan sorbitol dengan karbon aktif (4% dari sorbitol) pada tangki pemurnian (M-130). Kemudian pemisahan karbon aktif dari larutan sorbitol dilakukan dengan mengalirkan larutan melalui filter press (H-135).

2.3.4. Tahapan Pemurnian

Proses pemurnian ini bertujuan untuk memekatkan larutan sorbitol. Larutan sorbitol yang masuk ke evaporator (V-140) akan diuapkan kadar airnya pada kondisi operasi tekanan 70 mmHg dan temperatur 51,2°C. Pada tahap ini air yang terkandung di dalam inlet evaporator akan diuapkan sebanyak 20%.

2.3.5. Tahapan Penanganan Produk

Larutan sorbitol 70% dialirkan oleh (L-144) pompa menuju gudang produk (F-145).

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas : 30000 ton/tahun
Basis : 2779,791 kg/jam
Produksi : Larutan sorbitol 70%
Satuab : kg/jam

1. TANGKI PELARUT DEKSTROSA (M-110)

Masuk			Keluar		
Dari tangki penyimpan destrosa			Ke tangki penampung		
Dekstrosa	:	2529,610	Dekstrosa	:	2529,610
Impuritis dekstrosa	:	13,899	Impuritis dekstrosa	:	13,899
Air hidrat	:	236,282	Air	:	2543,509
Dari air proses					
Air	:	2307,227			
		5087,017			5087,017

2. REAKTOR (R-120)

Masuk			Keluar		
Dari tangki penampung			Ke filter press		
Dekstrosa	:	2529,610	Sorbitol	:	2532,139
Impuritis dekstrosa	:	13,899	Desktrosa	:	25,296
Air	:	2543,509	Impuritis dekstrosa	:	13,899
Katalis Ni-Al	:	101,184	Air	:	2543,509
Buffer Mg-MgO	:	10,118	Katalis Ni-Al	:	101,184
	:		Buffer Mg-MgO	:	10,118
Gas H_2	:	33,728	Dibuang		
			sisa gas H_2	:	5,902
		5232,048			5232,048

3. FILTER PRESS (H-131)

Masuk			Keluar		
Dari reaktor			Ke tangki pemurnian		
Sorbitol	:	2532,139	Sorbitol	:	2532,139
Desktrosa	:	25,296	Desktrosa	:	25,296
Impuritis dekstrosa	:	13,899	Air	:	2543,509
Air	:	2543,509	Terikut cake		
Katalis Ni-Al	:	101,184	Impuritis dekstrosa	:	13,899
Buffer Mg-MgO	:	10,118	Katalis Ni-Al	:	101,184
			Buffer Mg-MgO	:	10,118
		5226,146			5226,146

[illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

4. TANGKI PEMURNIAN (M-130)

Masuk			Keluar		
Dari tangki penukar ion			Ke filter press		
Sorbitol	:	2532,139	Sorbitol	:	2532,139
Desktrosa	:	25,296	Desktrosa	:	25,296
Air	:	2543,509	Air	:	2543,509
Dari bin karbon aktif	:		Karbon aktif	:	10,129
Karbon aktif	:	10,129			
		5111,073			5111,073

5. FILTER PRESS (H-135)

Masuk			Keluar		
Dari tangki pemurnian			Ke evaporator		
Sorbitol	:	2532,139	Sorbitol	:	2532,139
Desktrosa	:	25,296	Desktrosa	:	25,296
Air	:	2543,509	Air	:	2543,509
Karbon aktif	:	10,129	Terikut cake		
			Karbon aktif	:	10,129
		5111,073			5111,073

6. EVAPORATOR (V-140)

Masuk			Keluar		
Dari filter press			Produk		
Sorbitol	:	2532,139	Sorbitol	:	2532,139
Desktrosa	:	25,296	Desktrosa	:	25,296
Air	:	2543,509	Air	:	1059,907
			Diuapkan	:	
			Air	:	1483,602
		5100,944			5100,944

BAB IV

NERACA PANAS

Basis perhitungan : 30000 ton produk/tahun
Suhu reference : 25 ^{0}C
Satuan : kkal/jam

1. TANGKI PELARUT DEKSTROSA (M-110)

Masuk		Keluar	
Enthalpy yang dikandung bahan:		Panas pelarutan desktrosa	-72220,086
— Dekstrosa hidrat	4996,674	Enthalpy yang terbawa produk:	
— Air yang ditambahkan:	11536,133	Larutan desktrosa	87926,252
		Panas yang lolos	826,640
	16532,807		16532,807

2. HEATER (E-121)

Masuk		Keluar	
Enthalpy larutan dekstrosa	0,000	Enthalpy larutan dekstrosa	409504,908
Panas dari steam	431057,798	Panas yang lolos	21552,890
	431057,798		431057,798

3. REAKTOR (R-120)

Masuk		Keluar	
Tahap pemanasan			
Enthalpy yang dikandung bahan:		Enthalpy bahan setelah pemanasan:	
— Larutan dekstrosa	411151,262	— Larutan dekstrosa	411151,262
— Gas H_2	13351,884	— Gas H_2	13351,884
Panas dari steam	393086,949	Panas yang lolos	122638,514
	817590,095		547141,660
Tahap reaksi			
Enthalpy yang dikandung bahan:		Enthalpy yang terbawa produk:	
— Larutan dekstrosa	411151,262	— Larutan sorbitol	425796,770
— Gas H_2	13351,884	— Gas H_2 sisa	2336,580
Panas reaksi pada keadaan standar		Panas yang harus diambil	
	247890,882		244260,679
	672394,028		672394,028

4. COOLER (E-126)

Masuk		Keluar	
Panas larutan sorbitol	425796,770	panas larutan sorbitol	202668,850
		Panas yang lolos	21289,838
		Panas yang diserap	201838,082
	425796,770		425796,770

5. COOLER (E-134)

Masuk		Keluar	
Panas larutan sorbitol	201513,391	Panas larutan sorbitol	97184,149
		Panas yang lolos	10075,670
		Panas yang diserap	94253,572
	201513,391		201513,391

6. EVAPORATOR (V-140)

Masuk		Keluar	
Enthalpy larutan sorbitol	86872,835	Enthalpy larutan sorbitol 70 %	
Panas dari steam	1089241,678		48002,456
		Enthalpy air yang menguap	1122231,484
		Panas yang lolos	5880,573
	1176114,513		1176114,513

7. BAROMETIC CONDENSOR (E-142)

Masuk		Keluar	
Panas uap yang masuk	38870,379	Panas uap yang keluar	7418,011
		Panas yang lolos	1943,519
		Panas yang diserap	29508,849
	38870,379		38870,379

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

1. STORAGE DEKSTROSA (F-111)

Fungsi	:	Untuk penyimpanan dan penyediaan bahan baku dekstrosa.
Bahan konstruksi	:	Beton bertulang
Waktu tinggal	:	7 hari
Dekstrosa yang dibutuhkan	:	2861,643 kg/j

Spesifikasi peralatan

Nama Alat	:	Storage dekstrosa
Kode alat	:	F-111
Kapasitas	:	7 hari
Ukuran P	:	19 m
L	:	9,5 m
T	:	10 m
Bahan konstruksi	:	Beton bertulang
Jumlah	:	1 buah

2. BELT CONVEYOR (J-112)

Fungsi	:	Mengangkut Dekstrosa dari gudang ke Bucket elevator
Type	:	Flat Belt on Continous Plate
kapasitas bahan	:	2861,643 kg/j

Spesifikasi peralatan

- Nama alat	:	Belt Conveyor
- Kapasitas	:	2861,643 kg/jam = 6308,778 lb/jam

- Recidence time : 10 detik
- Panjang Belt : 10 meter
- Kecepatan : 1 meter/detik
- Power motor : 4 Hp
- Jumlah : 1 buah

3. BUCKET ELEVATOR (J-113)

Fungsi : Memindahkan dekstrosa dari tempat penyimpanan dekstrosa (*storage*) menuju screw conveyor.

Kapasitas : 2861,643 kg/j

Type : *Centrifugal-Discharge Bucket*

Spesifikasi peralatan

Kecepatan putar poros head	:	43 rpm
Power pada poros head	:	1,6 Hp
Lebar belt	:	7 in
Panjang bucket	:	50 ft
Untuk menaikkan material setingg	:	50 ft
Power motor	:	3,5 Hp
Jumlah	:	1 buah

4. SCREW CONVEYOR (J-114)

Fungsi : Memindahkan dekstrosa dari bucket elevator ke bin dekstrosa

Kapasitas : 2861,643 kg/j

Spesifikasi peralatan

Diameter *screw*	:	6 "
Kecepatan putar	:	60 rpm
Panjang conveyor	:	10 m
Power motor	:	1,5 Hp
Jumlah	:	1 buah

5. BIN UNTUK DEKSTROSA (F-115)

Fungsi : Menampung dan mengumpankan dekstrosa pada rate yang diinginkan ke dalam tangki pelarut.

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas flat dan tutup bawah berbentuk *conical* dengan sudut puncak 120 °

Spesifikasi peralatan

Bahan Konstruksi	:	*High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304*
Tipe Pengelasan	:	*Single Welding Butt Joint*
Volume tangki (V_T)	:	410,118 ft^3
Diameter tangki (D_T)	:	75,518 in
Diameter Luar (D_o)	:	78 in
Tebal Silinder (ts)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (Ls)	:	155,250 in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	22,408 in
Jumlah	:	1 buah

6. TANGKI PELARUT DEKSTROSA (M-110)

Fungsi : Melarutkan dekstrosa padat dengan air menjadi larutan dekstrosa 50 % berat

Spesifikasi : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah bentuk standard dished head.

Spesifikasi peralatan

Diameter Luar (D_o)	:	60 in
Tebal Silinder (ts)	:	3/16 in
Tinggi Silinder (Ls)	:	in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16 in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	3/16 in
Jumlah	:	1 buah

Dimensi pengaduk :

Type	:	6 Flat blade turbin
Power	:	3 Hp
Jumlah	:	1 buah

7. POMPA PENGUMPAN HEATER (L-116)

Fungsi : Memompakan larutan sorbitol dari tangki pelarut menuju ke heater

Type : Centrifugal Pump Reciprocating

Spesifikasi Pompa

- Tipe : *Reciprocating Pump*
- Daya pompa : 2 Hp
- Bahan : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah

8. HEATER (E-121)

Fungsi : Memanaskan larutan dekstrosa sebelum masuk reaktor

Bahan : Carbon steel

Spesifikasi

Type : *Double Pipe Heat Exchanger*

Diameter anulus : 2 in

Jumlah hairpin : 3 buah

9. BIN BUFFER (F-122)

Fungsi : Menampung dan mengumpankan buffer pada rate yang diinginkan ke dalam autoclave

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas flat dan tutup bawah berbentuk *conical* dengan sudut puncak 120 °

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304*

Tipe Pengelasan : *Single Welding Butt Joint*

Kondisi operasi

Tekanan : 14,7 Psi

Suhu : 30 °C

Spesifikasi

Diameter Luar (D_o)	:	78	in
Tebal Silinder (ts)	:	3/16	in
Tinggi Silinder (Ls)	:	155,250	in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16	in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	22,408	in
Jumlah	:	1 buah	

10. BIN KATALIS (F-123)

Fungsi : Menampung dan mengumpankan katalis pada rate yang diinginkan ke dalam autoclave

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas flat dan tutup bawah berbentuk *conical* dengan sudut puncak

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-167* g 120 °

Tipe Pengelasan : *Single Welding Butt Joint*

Kondisi operasi

Tekanan : 14,7 Psi

Suhu : 30 °C

Spesifikasi

Diameter Luar (D_o)	:	78	in
Tebal Silinder (ts)	:	3/16	in
Tinggi Silinder (Ls)	:	155,250	in
Tebal Tutup Bawah (t_{hb})	:	3/16	in
Tinggi Tutup Bawah (h_b)	:	22,408	in
Jumlah	:	1 buah	

11. KOMPRESOR (G-124)

Fungsi : Mengumpankan gas hidrogen ke autoclave pada rate dan tekanan yang dikehendaki
Jenis : Single stage reciprocating compresor
Power : 7 Hp
Jumlah : 1 Buah

12. REAKTOR AUTOCLAVE (R-120)

Perancangan alat Utama Florensi Yamega (08.14.018)

13. EKSPANDER (N-125)

Fungsi : Untuk menurunkan tekanan dari 49,346 atm menjadi 1 atm
Type : Multi Stage Radial Ekspander
Power : 40 Hp
Jumlah : 1 Buah

14. COOLER (E-126)

Fungsi : Mendinginkan larutan sorbitol dari reaktor menuju filter press
Bahan : *Carbon Steel*

Spesifikasi
Type : DPHE
Diameter anulus : 3 in
Jumlah hairpin : 8 buah

15. POMPA FILTER PRESS (L-127)

Fungsi : Memompakan larutan sorbitol dari cooler menuju ke filter press

Type : Centrifugal Pump

Spesifikasi Pompa

- Tipe : Centrifugal pump
- Daya pompa : 4 Hp
- Bahan : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah

16. FILTER PRESS (H-131)

Fungsi : Memisahkan katalis Raney-Nickel dari larutan sorbitol keluar autoclave.

Spesifikasi

Type : Plate and Frame Press

Kapasitas : 78,280 ft^3/jam

ΔP maksimum : 30 Psi

Ukuran Frame : 40 x 40 buah

Jumlah Frame : 26 buah

17. POMPA PENGUMPAN TANGKI PEMURNIAN (L-132 A)

Fungsi : Memompakan larutan sorbitol dari Filter Press menuju tangki pemurnian

Type : Centrifugal Pump

Spesifikasi Pompa

- Tipe : Centrifugal pump
- Daya pompa : 1 Hp
- Bahan : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah

18. BIN KARBBON AKTIF (F-133)

Fungsi : Menampung dan mengumpankan karbon aktif pada rate yang diinginkan ke dalam tangki pemurnian

Tipe : Tangki berbentuk silinder vertikal dengan tutup atas flat dan tutup bawah berbentuk *conical* dengan sudut puncak

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel SA-167* ξ 120 °

Tipe Pengelasan : *Single Welding Butt Joint*

Kondisi operasi

Tekanan : 14,7 Psi

Suhu : 30 °C

Spesifikasi

Diameter Luar (D_o) : 48 in

Tebal Silinder (ts) : 3/16 in

Tinggi Silinder (Ls) : 71,438 in

Tebal Tutup Bawah (t_{hb}) : 3/16 in

Tinggi Tutup Bawah (h_b) : 13,748 in

Jumlah : 1 buah

19. TANGKI PEMURNIAN (M-130)

Fungsi : Untuk menjerihkan warna larutan sorbitol 50%.

Type : Tangki berbentuk silinder tegak
Tutup atas dan tutup bawah berbentuk flange dished head

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel, SA 240 Grade M type 316*

Tipe pengelasan : *Double welded butt joint,*

Suhu operasi : 85 °C = 358,15 K

Tekanan operasi : 1 atm = 14,696 psia

Spesifikasi

Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel, SA 240 Grade M, type 316*

Diameter luar (d_o) : 72 in

Tebal silinder (ts) : 3/16 in

Tinggi silinder (Ls)	:	107,438	in
Tebal tutup atas (t_{ha})	:	3/16	in
Tinggi tutup atas (h_a)	:	1,178	in
Tebal tutup bawah (t_{hb})	:	3/16	in
Tinggi tutup bawah (h_b)	:	1,178	in
Tinggi tangki	:	131,647	in
Jumlah	:	1 buah	

Dimensi Pengaduk

Type	:	Paddle dengan 4 buah	
Bahan konstruksi	:	*High Alloy Steel, SA 240 Grade M type 316*	
Power pengaduk	:	2 Hp	
Diameter pengaduk	:	35,8150	in
Lebar pengaduk	:	17,906	in
Panjang pengaduk	:	8,9530	in
Jumlah	:	1 buah	

20. POMPA PENGUMPAN COOLER (L-132 B)

Fungsi : Memompakan larutan sorbitol dari tangki pemurnian menuju cooler

Type : Centrifugal Pump

<u>Spesifikasi Pompa</u>

- Tipe : Centrifugal pump
- Daya pompa : 1 Hp
- Bahan : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah

21. COOLER (E-134)

Fungsi : Mendinginkan larutan sorbitol dari tangki pemurnian menuju filter press

Bahan : *Carbon Steel*

Spesifikasi

Type : *Double Pipe Heat Exchanger*

Diameter anulus : 3 in

Jumlah hairpin : 6 buah

22. FILTER PRESS (H-135)

Fungsi : Memisahkan karbon aktif dari larutan sorbitol.

Spesifikasi

Type : Plate and Frame

Kapasitas : 157,768 ft3/jam

ΔP maksimum : 30 Psi

Dimensi Frame : 40 x 40 in

Jumlah Frame : 54 buah

23. POMPA PENGUMPAN EVAPORATOR(L-141)

Fungsi : Memompakan larutan sorbitol dari filter press menuju evaporator

Type : Centrifugal Pump

Spesifikasi Pompa

- Tipe : Reciprocating Pump
- Daya pompa : 2 Hp
- Bahan : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah

24. EVAPORATOR (V-140)

Perancangan alat Utama Wenny Rinda Handani (08.14.011)

25. BAROMETRIC CONDENSOR (E-142)

Fungsi : Mengembunkan uap dari evaporator

Type : *Dry Air Counter Current Condenser*

Spsifikasi

Diameter : 1,979 ft

Jumlah : 1 buah

26. STEAM EJECTOR (G-143)

Fungsi : membuat kondisi vakum pada evaporator

Type : *two stage steam jet ejector.*

Tekanan yang diharapkan = 70 mmHg

Kapasitas : 78 lb/jam

Panjang : 54 in

Jumlah : 1 buah

27. POMPA PENGUMPAN STORAGE PRODUK (L-144)

Fungsi : Memompakan larutan sorbitol dari evaporator menuju storage produk

Type : Centrifugal Pump

<u>Spesifikasi Pompa</u>

- Daya pompa : 1 Hp
- Bahan : Carbon Steel
- Jumlah : 1 buah

28. STORAGE PRODUK (F-145)

Fungsi : Menyimpan Produk Larutan Sorbitol 70 %

Tipe : *Dome roof* (tangki vertikal dengan tutup atas *standard dished* dan tutup bawah flat.

Spesifikasi

Bahan Konstruksi	:	*High Alloy Steel SA-240 grade M* type 316	
Diameter Luar (D_o)	:	19,746	in
Tebal Silinder (ts)	:	3/16	in
Tinggi Silinder (Ls)	:	7,748	in
Tebal Tutup Atas (t_{ha})	:	3/16	in
Jumlah	:	1 buah	

BAB VI
PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat	:	Reaktor Autoclave
Kode Alat	:	R - 120
Fungsi	:	Untuk mereaksikan umpan masuk dengan gas H_2 dan katalis Ni-Al.
Jumlah	:	8 buah
Type	:	Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah ber bentuk *Standard Dishead* yang dilengkapi dengan pengaduk dan jaket pendingin

Kondisi Operasi :

- Temperatur : 140 °C = 284 °F
- Tekanan : 50 bar = 49,346 atm
- Waktu Operasi : 4 jam
- Fase : Liquid - Gas
- Densitas campuran : 81,804 lb/ ft^3

Direncanakan :

- Bahan Konstruksi : *High Alloy Steel* SA 240 Grade M type 316
  f = 18750 *(Brownell & Young, App.D4,342)*
- Jenis Pengelasan : *Double Welded Butt Joint*
  E= 0,8 *(Brownell & Young, tbl 13.2, 254)*
- Faktor Korosi (C) : 1/16
- Bahan Masuk :

Larutan Dekstrosa	=	5087,018	kg/jam	=	11214,840	lb/jam
Gas H_2	=	34,721	kg/jam	=	76,547	lb/jam

VI. 1. Rancangan Dimensi Reaktor

A. Menentukan Volume Reaktor

Bahan Masuk : 11214,84 lb/jam

ρ Campuran : 81,804 lb/ft^3

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho\ \text{Campuran}}$$

$$= \frac{11214{,}84\ \text{lb/jam}}{81{,}804\ \text{lb/ft}^3}$$

$$= 154{,}969\ \text{ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume liquid} = 154{,}969\ \text{ft}^3/\text{jam} \times 4\ \text{jam}$$

$$= 619{,}877\ \text{ft}^3$$

Diasumsikan volume ruang kosong = 20% volume liquid serta volume pengaduk = 10% volume liquid

- Menghitung volume total tangki

$$\text{Volume total} = V_{liquid} + V_{ruang\ kosong}$$

$$V_T = 619{,}877 + 0{,}2\ V_T$$

$$0{,}8\ V_T = 619{,}877$$

$$V_T = 774{,}847\ \text{ft}^3$$

B. Menentukan dimensi silinder

1. Menghitung Dimensi Vessel

Diasumsikan : Ls = 1,5 Di

$$V_T = V_{tutup\ bawah} + V_{silinder}$$

$$V_T = 2 \times 0{,}0847\ Di^3 + \frac{\pi.\ Di^3}{4}.L_s$$

$$774{,}847 = 2 \times 0{,}0847\ Di^3 + \frac{3{,}14 \times Di^3}{4}\ 1{,}5\ Di$$

$$Di^3 = 143{,}820\ \text{ft}^3$$

$$Di = 5{,}239\ \text{ft}$$

$$= 62{,}872\ \text{in}$$

Menentukan tinggi liquida (L_{ls})

$$\text{Volume}_{Total} = V_{tutup\ bawah} + V_{silinder}$$

$$774{,}847 = 0{,}0847\ Di^3 + \frac{3{,}14 \times Di^3}{4}\ L_{ls}$$

$$774{,}847 = 0{,}0847 \times 143{,}820 + 112{,}899$$

$$L_{ls} = 1{,}549\ ft$$

Menentukan tekanan Design (Pi)

$$P_{Hidrostatik} = \frac{\rho \cdot g_c \cdot L_{ls}}{144 \cdot g_c} = \frac{76{,}623 \times 32{,}2 \times 1{,}549}{144 \times 32{,}2}$$

$$= 0{,}824\ Psi$$

P operasi = 50,663 atm = 744,536 psia

P design = $P_{hidrostatik} + P_{design}$

= 0,824 + 744,536 - 14,696

= 730,664 Psig

Menentukan Tebal Silinder (t_s)

$$t_s = \frac{Pi.\ r_i}{2(f.\ E - 0{,}6\ Pi)} + C$$ *(Brownell, Pers. 13.1, hal. 254)*

$$t_s = \frac{730{,}664 \times (62{,}872 / 2)}{2(18750 \times 0{,}8 - 0{,}6 \times 730{,}664)} + 0{,}0625$$

$$t_s = 0{,}789 \times \frac{16}{16} = \frac{12{,}619}{16}\ in = 3/4\ in$$

Standarisasi D_o

$$D_o = D_i + 2\ t_s$$

$$= 62{,}872 + 2 \times 3/4$$

$$= 64{,}372\ in$$

Standarisasi D_o = 66 in *(Brownell & Young, Tabel 5.7, Hal. 90)*

Menentukan harga di baru

$$D_i = D_o - 2\ t_s$$

$$= 66 - 2 \times 3/4$$

$$= 64{,}500\ in = 5{,}375\ ft$$

Menentukan tinggi silinder (L_s)

L_s = 1,5 D_i = 1,5 x 64,500

= 96,750 in

= 8,063 ft = 2,457 m

$$V_{total} = \frac{3,14 \times Di^3}{4} L_{ls} + 2 \quad 0,0847 \quad Di^3$$

774,847 = 121,900 Lls + 0,169

L_{ls} = 6,355 ft = 76,260 in

Cek hubungan antar Ls dengan di

$$\frac{Ls}{di} = \frac{8,063}{5,375} = 1,500 \quad <= \quad 1,5 \quad \text{(memenuhi)}$$

Menentukan dimensi tutup atas dan tutup bawah

- Tutup atas dan tutup bawah berbentuk standard dishead

r = 66 *(Brownell & Young, tabel 5.7 hal.90)*

icr = 4 *(Brownell & Young, tabel 5.6 hal 88)*

sf = 4,5 *(Brownell & Young, tabel 5.11 hal 94)*

Tebal tutup atas (Tha = Thb)

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal. 258 :

$$t_{ha}, t_{hb} = \frac{0,885 \times Pi.\ Di}{f.\ E - 0,1\ Pi} + C$$

$$= \frac{0,885 \times 730,664 \times 65,500}{18750 \times 0,8 - 0,1 \times 730,664} +$$

t_{ha}, t_{hb} = 2,837 in = 3/16 in

Tinggi tutup atas (ha)

a = $D_i/2$ = 64,500 / 2 = 32,250 in

AB = a - icr = 32,250 - 4 = 28,250 in

BC = r - icr = 66 - 4 = 62 in

AC = $\sqrt{BC^2 - AB^2}$ = 61,772 in

b = r - AC = 66 - 61,772 = 11,069

ha = tha + b + sf = 3/16 + 11,069 + 4,5

= 15,756 in = h_b

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut :

- D_o = 66 in
- D_i = 64,5 in
- L_s = 96,750 in
- t_s = 3/4 in
- t_{ha} = t_{hb} = 3/16 in
- h_a = h_b = 15,756 in
- Tinggi reaktor = $\text{Tinggi}_{(\text{tutup bawah+silinder+tutup atas})}$

  = h_b + L_s + h_a

  = 15,756 + 96,750 + 15,756

  = 128,263 in

  = 10,689 ft

2. Perancangan dimensi Pengaduk Reaktor

A. Perencanaan Pengaduk

- Jenis Pengaduk : axial turbin 4 blades sudut 45°

  (G.G Brown, hal.507)
- Bahan impeler : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
- Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020
- Dari G.G. Brown hal. 507, diperoleh data-data sebagai berikut :

  Dt/Di = 2,4 - 3

  Zi/Di = 0,75 - 1,3

  Zl/Di = 2,7 - 3,9

  W/Di = 0,17

  Dimana :

  Dt = Diameter dalam dari silinder

  Di = Diameter impeller

  Zi = Tinggi impeller dari dasar tangki

  Zl = Tinggi liquid dalam silinder

  W = Lebar baffle (daun) impeller

a. Menentukan diameter impeler

Dt/Di = 3

Di = Dt/ 3

= 64,5 / 2

= 32,25 in = 2,688 ft

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

Zi/Di = 0,9

Zi = 0,9 Di

= 0,9 x 32,250

= 29,025 in

c. Menentukan panjang impeller

L/Di = 1/4

L = 1/4 Di

= 0,25 x 32,250

= 8,063 in

d. Menentukan lebar impeller

W/Di = 0,17

W = 0,17 Di

= 0,17 x 32,250

= 5,483 in

e. Menentukan tebal blades

J/Dt = 1/12

J = Dt/ 1/12

= 64,500 / 12

= 5,375 in

B. Perhitungan daya pengaduk

$$P = \frac{\phi \times \rho \times n^3 \times Di^3}{gc}$$ *(G.G Brown, hal.508)*

Dimana :

P = daya pengaduk

ϕ = power number

ρ = densitas bahan

Di = diameter impeller

gc = 32,2 lb.ft / dt^2.lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan n = 100 rpm

= 1,7 rps

(Perry, edisi 6 hal. 19-6)

Menghitung bilangan Reynold (N_{Re})

$$N_{Re} = \frac{D^2 . n . \rho}{\mu}$$ (Geankoplis, pers. 3.4-1 hal. 144)

dengan μ bahan = 0,3

$$N_{Re} = \frac{2,688^2 \times 1,7 \times 81,804}{0,0009793}$$

= 1005581,635 > 4000 (Aliran Turbulen)

Dari G.G.Brown fig. 4.77 hal 507, diperoleh f = 7

$$P = \frac{\phi . \rho . N^3 . Di^5}{g_c}$$

$$= \frac{7 \times 81,804 \times 1,7^3 \times 2,688^5}{32,2}$$

= 11542,633 lb.ft/dt

= 21,229 Hp = 21 Hp

Kehilangan - kehilangan daya :

- Gain Losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk.
- Transmission System Losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk

Sehingga daya yang dibutuhkan :

P yang dibutuhkan = (0,1 + 0,15) P + P

= 0,25 x 21 HP + 21 HP

= 26,537 HP

C. Perhitungan Poros Pengaduk

a. Diameter Poros

$$T = \frac{\pi . S . D^2}{16}$$ *(Hesse, Pers 16.1 hal 465)*

Dimana :

T = Momen Puntir = $\frac{63025 . H}{N}$

H = Daya Motor pada Poros = 26,54 HP

N = Putaran pengaduk = 100 rpm

Sehingga :

$$T = \frac{63025 \times 26,54}{100} = 16724,689 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse tabel 16-1 hal 467, untuk bahan Hot Rolled Steal SAE 1020 mengandung karbon 20% dengan batas = 36000 lb/in^2

S = maksimum design shering stress yang diijika

S = 20% x 36000 lb/in^2

= 7200 lb/in^2

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D):

$$D = \left(\frac{16 \times T}{\pi \times 5} \right)^{1/3}$$ *(Hesse, Pers 16.1 hal 465)*

$$D = \left(\frac{16 \times 16724,689}{3,14 \times 7200} \right)^{1/3}$$

D = 2,279 in

b. Panjang Poros

Rumus :

L = h + I - Zi *(Hesse, Pers 16.1 hal 465)*

Dimana:

L = Panjang poros (ft)

h = tinggi silinder + tinggi tutup atas

= 96,750 + 0,188

= 96,938 in = 8,078 ft

l = Panjang poros diatas bejana tangki

= 8,188 in = 0,6823 ft

Zi = Jarak impeller dari dasar tangki

= 29,025 in = 2,4563 ft

Jadi panjang poros pengaduk

L = 96,938 + 8,188 - 29,025

= 76,100 in

Kesimpulan :

Type = axial turbin 6 blades sudut 45^0 angle

Di = Diameter impeler = 32,250 in

Zi = Tinggi impeler dari dasar bejana = 29,025 in

W = Lebar impeler = 5,483 in

L = Panjang impeler = 8,063 in

J = Tebal blades = 5,375 in

n = Jumlah pengaduk = 2 buah

Daya = 26,537 HP

Panjang poros = 76,100 in

VI. 3. PERHITUNGAN NOZZLE

A. *Nozzle untuk pemasukan larutan dekstrosa*

- *Nozzle untuk pemasukan larutan dekstrosa*

Bahan masuk = 2604,095 lb/jam

ρ campuran = 81,804 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 140 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{2604{,}10 \text{ lb/jam}}{81{,}804 \text{ lb/ft}^3}$$

= 31,833 ft^3 /jam

= 0,009 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt} = 3{,}9 \cdot qf^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$

$= 3{,}9 \times 0{,}009^{0,45} \times 76{,}623^{0,13}$

= 0,841 ft = 10,092

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 10 in IPS Sch 80 dengan ukuran :

Di = 10,02 in

Do = 10,75 in

A = 78,8 in^2

- *Nozzle untuk pemasukan katalis*

Bahan masuk = 104,16 lb/jam

ρ campuran = 76,623 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 30 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{104{,}16 \text{ lb/jam}}{76{,}623 \text{ lb/ft}^3}$$

= 1,359 ft^3 /jam

= 0,00038 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt}$ = $3,9 \cdot qf^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$

= $3,9 \times 0,0004^{0,45} \times 76,623^{0,13}$

= 0,198 ft = 2,3708 in

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 3 in IPS Sch 40 dengan ukuran :

Di = 3,068 in

Do = 3,5 in

A = 7,38 in^2

- *Nozzle untuk pemasukan Buffer*

Bahan masuk = 10,416 lb/jam

ρ campuran = 81,804 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 30 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{10,42 \text{ lb/jam}}{81,804 \text{ lb/ft}^3}$$

= 0,136 ft^3 /jam

= 0,000038 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt}$ = $3,9 \cdot qf^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$

= $3,9 \times 0,000^{0,45} \times 76,623^{0,13}$

= 0,0701 ft = 0,841177 in

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 1 in IPS Sch 40 dengan ukuran :

Di = 1,049 in

Do = 1,32 in

A = 0,864 in^2

- *Nozzle untuk pengeluaran produk atas (H_2 yang dikeluarkan)*

Bahan masuk = 6,076 lb/jam

ρ campuran = 81,804 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 30 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{6{,}08 \ \text{lb/jam}}{81{,}804 \ \text{lb/ft}^3}$$

= 0,079 ft^3 /jam

= 0,00002 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt} = 3{,}9 \ .qf^{0,45}.\rho^{0,13}$

$= 3{,}9 \times 0{,}00002^{0,45} \times 76{,}623^{0,13}$

= 0,055 ft = 0,6600091 in

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 3/4 in IPS Sch 40 dengan ukuran :

Di = 0,824 in

Do = 1,05 in

A = 0,534 in^2

- *Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin*

Bahan masuk = 16763,535 lb/jam

ρ campuran = 76,623 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 30 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{16763{,}54 \ \text{lb/jam}}{76{,}623 \ \text{lb/ft}^3}$$

= 218,779 ft^3 /jam

= 0,061 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt} = 3{,}9 \ .qf^{0,45}.\rho^{0,13}$

$= 3{,}9 \times 0{,}061^{0,45} \times 76{,}623^{0,13}$

= 1,944 ft = 23,328 in

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 24 in IPS Sch 40 dengan ukuran :

Di = 23,25 in

Do = 24 in

A = 0,0005 ft^2

- *Nozzle untuk pengeluaran produk*

Bahan masuk = 5386,11 lb/jam

ρ campuran = 81,804 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 30 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{5386{,}11 \text{ lb/jam}}{81{,}804 \text{ lb/ft}^3}$$

= 65,842 ft^3 /jam

= 0,01829 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt} = 3{,}9 \cdot qf^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$

$= 3{,}9 \times 0{,}018^{0,45} \times 76{,}623^{0,13}$

= 1,166 ft = 13,996 in

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 14 in IPS dengan ukuran :

Di = 13,25 in

Do = 14 in

A = 138 in^2

- *Nozzle untuk pemasukan gas H_2*

Bahan masuk = 34,72 lb/jam

ρ campuran = 81,804 lb/ft^3

Suhu bahan masuk = 30 °C

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{34{,}72 \text{ lb/jam}}{81{,}804 \text{ lb/ft}^3}$$

= 0,424 ft^3 /jam

= 0,00012 ft^3 /detik

Dari Peter & Timmerhause edisi 3 pers. 15 hal. 525, didapatkan:

$Di_{,opt} = 3{,}9 \cdot qf^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$

$= 3{,}9 \times 0{,}00012^{0,45} \times 76{,}623^{0,13}$

= 0,118 ft = 1,446 in

Dari Tabel 11 Kern,hal. 844, maka dipilih pipa 1 in IPS dengan ukuran :

Di = 1,049 in

Do = 1,32 in

A = 0,864 in^2

- *Nozzle untuk man hole*

Lubang *man hole* dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu 20 in (Brownell & Young fig. 3.15 hal : 51 dengan data item 3,4,5 hal 351)

Berdasarkan fig. 12.2 Brownell & Young, didapatkan dimensi pipa :

Ukuran pipa nominal (NPS)	=	20	in
Diameter luar *flange* (A)	=	32	in
Ketebalan *flange* minimum (T)	=	1 7/8	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	27 1/4	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	=	24	in
Diameter hubungan pada alas (E)	=	26 1/8	in
Panjang ke dalam shell (L)	=	6	in
Diameter dalam *flange* (B)	=	23,25	in
Jumlah lubang baut	=	20	buah
Diameter baut	=	1 1/8	in

PENENTUAN FLANGE PADA NOZZLE

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal : 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standard type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai berikut :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L
A	10	16	1 3/16	12 3/4	12	10,75	4
B	3	7 1/2	15/16	5	4 1/4	3,50	2 3/4
C	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16
D	3/4	3 7/8	1/2	1 2/3	1 1/2	1,05	2
E	24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/8	24,00	6
F	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20,00	6

G	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1,32	2 3/16
H	14	21	1 3/8	16 1/4	15 3/4	14,00	5

VI. 4. PERHITUNGAN JAKET PENDINGIN

Dalam reaktor, reaksi terjadi adalah reaksi eksotermis dan beroperasi pada suhu 140°C, maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin

Rate massa air pendingin = 17601,712 kg/j = 38804,733 lb/jam

Q pendingin = 251453,02 kkal/j

Densitas air = 62,1583 lb/ft^3

Viskositas = 1,649 lb/ft.j

Suhu pendingin masuk (T_1) = 30 °C = 86 °F

Suhu pendingin keluar (T_2) = 45 °C = 113 °F

Suhu bahan masuk (t_1) = 30 °C = 86 °F

Suhu bahan keluar (t_2) = 140 °C = 284 °F

Direncanakan spasi anulus = 0,75 in

di jaket = do reaktor + spasi anulus

= 66 + 2 x 0,75

= 67,5 in = 5,625 ft

a' = $\pi / 4 \times (di_{jaket}^2 - do_{reaktor})$

= 1,0916 ft2

De = $(di\ jaket^2 - do^{jaket2}) / do_{reaktor}$

= 0,2528 ft2

$$V = \frac{M}{a' \times \rho}$$

= 571,881 ft/j

$$Nre = \frac{\rho \times De \times v}{\mu}$$

= 5450,4417

Dari fig. Kern, diperoleh jH = 23

ho dapat dihitung

ho = 54,687969 BTU/j^{2o}F

Dari fig. Kern, diperoleh jH = 1500

maka didapat nilai hi = 640,569

Uc = 50,386288 BTU/j2oF

Ditetapkan Rd = 0,002

hd = 1/Rd

= 500 BTU/j2oF

$$Ud = \frac{Uc.hd}{Uc+hd} = 45,773567 \text{ BTU/j2oF}$$

Menentukan ΔT_{LMTD} :

$\Delta t1$ = 284 - 86 °F = 198 °F

Δt_2 = 284 - 113 = 171 °F

$$\Delta t_{LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}$$

$$= \frac{198 - 171}{\ln \frac{198}{171}}$$

= 184,170 °F

Q = Ud. A. ΔtLMTD

nilai A dapat dihitung

A = 118,36654 ft2

Tinggi jaket = tinggi fluida = 18,584 in

Luas Jaket silinder = π x di jaket x L

= 328,2459 ft2

Menghitung tebal jaket silinder

$$tj = \frac{Pi.\ r_i}{2(\ f.\ E - 0,6\ Pi\ )} + C$$ *(Brownell, Pers. 13.1, hal. 254)*

$$= \frac{730{,}664 \times (67{,}500 / 2)}{17000 \times 0{,}85 - 0{,}6 \times 730{,}664} + 0{,}0625$$

$= 1{,}7600 = 1\ 3/4$ in

PERHITUNGAN SPARGER

Data Perancangan :

Susunan lubang sparger berbentuk segitiga

$$\text{Velocity gas} = \frac{Q}{A} = \frac{14{,}698}{0{,}072}$$

$= 204{,}1405857$ ft/jam $= 0{,}0567057$ ft/s

Perencanaan :

Rate gas H_2 = 34,721 kg/jam = 76,547 lb/jam

ρ gas H_2 = 5,208 lb/ft^3

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{76{,}547}{5{,}208}$$

= 14,698 ft3/jam

1. Luas lubang sparger

$$\text{Luas lubang sparger} = \frac{\text{Rate volumetrik}}{\text{velocity} \times 3600 \text{ detik/jam}}$$

$$= \frac{14{,}698}{0{,}0567057 \times 3600}$$

$= 0{,}072\ ft^2 = 0{,}864$ in2

2. Trial ukuran pipa

Trial memenuhi jika $D_{Sparger} < D_{pipa}$

Trial ukuran pipa :1 in sch 40 *(kern, tabel 11 hal 844)*

do = 1,32 in

di = 1,049 in

A = 0,864 in2

3. Menentukan jumlah lubang

$$\text{Jumlah lubang} = \frac{\text{Luas lubang sparger}}{\text{luas I sparger}} = \frac{0{,}072}{0{,}864} = 0{,}0833$$

$$= 1 \text{ buah}$$

4. Luas Triangular pitch

PT = 1,35 di

= 1,35 x 1,049 in = 1,416 in

Luas Δ = ½ . alas . tinggi

= (½.P_T) x (½ P_T.sin 60)

= ½ x 1,416 x ½ x 1,416 sin 60

= 0,434 in^2

5. Menentukan D sparger

Luas sparger = N_t x luas Δ

= 1 x 0,434

= 0,434 in2

$$\text{Luas sparger} = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

$$0{,}434 = \frac{\pi}{4} \times D^2$$

D2 = 0,553

D = 0,744 in

D sparger = 0,744 in

D pipa = 1,049 in

D sparger < D pipa (memenuhi)

PERHITUNGAN SPRAY BAHAN MASUK

DATA PERANCANGAN

Susunan lubang spray berbentuk segitiga.

$$\text{Velocity gas} = \frac{Q}{A} = \frac{0{,}004}{0{,}072}$$

$$= 0{,}057 \text{ ft/jam} = 1{,}575\text{E-}05 \text{ ft/s}$$

Perencanaan :

Rate umpan = 34,721 kg/jam = 76,547 lb/jam

ρ umpan = 5,208 lb/ft^3

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{76{,}546506}{5{,}208}$$

$$= 14{,}698 \text{ ft3/jam} = 0{,}004 \text{ ft3/s}$$

1. Luas lubang spray

$$\text{Luas lubang spray} = \frac{\text{Rate volumetrik}}{\text{velocity x } 3600 \text{ detik/jam}}$$

$$= \frac{14{,}698}{0{,}0000158 \times 3600}$$

$$= 259{,}200 \text{ ft}^2 = 3110{,}4 \text{ in}^2$$

2. Trial ukuran pipa

Trial memenuhi jika $D_{Spray} < D_{pipa}$

Trial ukuran pipa :1 in sch 40 *(kern, tabel 11 hal 844)*

do = 2,38 in

di = 2,067 in

A = 3,35 in^2

3. Menentukan jumlah lubang

$$\text{Jumlah lubang} = \frac{\text{Luas lubang spray}}{\text{luas I spray}} = \frac{3110{,}4}{3{,}35}$$

$$= 928{,}48 \text{ buah}$$

4. Luas Triangular pitch

PT = 1,35 di

= 1,35 x 2,067 in = 2,79045 in

Luas Δ = ½ . alas . tinggi

= (½.P_T) x (½ P_T.sin 60)

= ½ x 2,790 x ½ x 2,790 sin 60

= 0,593 in2

5. Menentukan D spray

Luas spray = N_t x luas Δ

= 1 x 0,593

= 0,593 in2

Luas spray = $\frac{\pi}{4}$ x D^2

0,593 = $\frac{\pi}{4}$ x D^2

D2 = 0,756

D = 0,869

D spray = 0,869 in

D pipa = 2,067 in

D spray < D pipa (memenuhi)

5. PERANCANGAN DIMENSI GASKET, BOLTING DAN FLANGE TANGKI REAKTOR

Bagian tutup reaktor dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor

1. flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensile strength minimun : 75000 Psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensile strength minimun : 75000 Psia

Allowable stress (f) : 18750

3. Gasket

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel

Gasket factor (m) :

Min design seating stress (y) : 9000 psia

1. Perhitungan Tebal Gasket

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p.m}{y - p(m + 1)}}$$ (Brownell and Young, hal. 226)

Dimana :

do : diameter luar gasket

di : diameter dalam gasket

y : *yield stress* (9000 psia)

p : *internal pressure* 730,7 psig

m : *gasket factor* (3,75)

Diketahui d_i gasket = 64,5 in = 5,375 ft = d_i shell

maka nilai do dapat dihitung.

do = 5,719 ft

= 68,629 in

Lebar gasket minimum = $\frac{d_o - d_i}{2}$

= 2,065 in ≈ 2 in

Diambil lebar gasket (n) = 2 = 2,0 in

Diameter rata-rata gasket (G) = di + n

= 64,5 + 2,0

= 66,5 in = 5,5417 ft

2. Perhitungan Jumlah dan Ukuran baut

a. Perhitungan Beban Baut

- beban supaya gasket tidak bocor (H_Y)

  $Wm_2 = H_Y = b \times \pi \times G \times y$ *(Brownell&Young, pers. 12.88, hal. 240)*

  Dari fig. 12.12, hal. 229 diperoleh lebar seating gasket bawah :

  $$bo = \frac{N}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ in}$$

  sehingga :

  $Hy = \pi . bo . G . y$

  $= \pi \times 1 \times 66,5 \times 9000$

  $= 1879290$ lb

- Beban karena internal pressure (H).

  Dengan menggunakan pers. 12.89, hal. 240, Brownell & Young;

  $$H = \frac{\pi . G^2 . P}{4}$$

  $$= \frac{\pi \times 66,5^2 \times 730,7}{4}$$

  $= 2536475,4$ lb

- Beban agar baut tidak bocor (H_p)

  $H_p = 2 . bo . \pi . G . m . P$

  $= 2 \times 1 \times \pi \times 66,5 \times 3,75 \times 730,7$

  $= 1144274,6$ lb

- Total beban operasi (W_{m1})

  $W_{m1} = Hp + H$

  $= 1144274,6 + 2536475,4$

  $= 3680750$ lb

Jadi $W_{m2} > W_{m1}$, sehingga yang mengontrol adalah W_{m2}.

b. Perhitungan luas minimum bolting area.

Dengan menggunakan pers. 12.92, hal. 240, Brownell & Young,

$$Am = \frac{Wm1}{fb}$$

$$= \frac{3680750}{18750}$$

$= 196{,}30667 \ in^2$

Dari tabel 10.4 Brownell & Young, hal. 188 untuk ukuran baut 3 in :

Ukuran baut	:	3	in
Root area	:	5,621	in^2
Bolt spacing minimum (Bs)	:	6 1/4	in
Minimum radial distance (R)	:	3 5/8	in
Edge distance (E)	:	2 7/8	in
Nut dimension	:	4 5/8	in
Maximum fillet radius	:	1 5/16	in

Jumlah bolting optimum $= \dfrac{A_{ml}}{\text{root area}}$

$= \dfrac{196{,}30667}{5{,}621}$

$= 34{,}9238 \approx 35$ buah

Bolting circle diameter (C) :

$C = d_i \text{ shell} + 2\,(14{,}5 \,.\, g_o + R)$

Dimana :

- di shell = 64,5 in
- go = ts = 3/4 in

Maka bolting circle diameter (C) = 94 in

Perhitungan diameter luar flange (A)

Do flange = bolt circle diameter + 2E

= C + 2E

Evaluasi lebar gasket

Ab_{actual} = jumlah bolt × root area

$= 35 \times 5{,}621$

$= 196{,}3067 \ in^2$

Lebar gasket minimum (L)

$$L = Ab_{actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G}$$

$$= \frac{196{,}3067 \times 15000}{2 \times 3{,}14 \times 9000 \times 66{,}500}$$

= 0,783 in

Karena L < 2 in, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi

3. Pehitungan tebal flange

Dari Brownell & Young, persamaan 12.85 hal. 239 :

$$f_T = \frac{Y.\ Mo}{t^2.B}$$

Sehingga didapatkan rumus

$$t = \frac{Y.\ Mo}{f.B} \quad \text{dan} \quad k = A/B$$

Dimana :

A = diameter luar flange 66,5 = 5,5417 ft

B = diameter dalam flange 64,5 = 5,375 ft

f = stress yang dijinkan untuk bahan flange 18750 psia

Maka :

k = A/B

= 1,031

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal 238, didapatkan :

Y = 65

M = 228344,48

Sehingga tebal flange :

$$t = \frac{Y.\ Mo}{f.B}$$

= 12,272778 in = 1,0227315 ft

Perhitungan Moment

Total moment pada kondisi operasi :

$M_o = M_D + M_G + M_T$

Dari pers. 12.94 Brownell & Young hal. 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam) :

$$W = \left(\frac{A_{ml} + A_b}{2}\right) \times f$$

$$= \frac{196{,}30667 + 196{,}3067}{2} \times 15000$$

$= 2944600{,}0319$ lb

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$h_G = \frac{C - G}{2}$$ *(Brownell & Young, Pers. 12.101, hal. 242)*

$$= \frac{93{,}5000 - 66{,}5000}{2}$$

$= 13{,}5$ in

Menentukan moment flange (M_a) :

$M_a = W \times h_G$

$= 2944600{,}0319 \times 13{,}5$

$= 39752100{,}4308$ in

Dalam kondisi operasi :

$W = W_{m1} = 2944600{,}032$ lb *(Brownell & Young, Pers. 12.95)*

Menghitung moment komponen hingga H_D (M_D)

$M_D = H_D \times h_D$ *(Brownell & Young, Pers. 12.96)*

$H_D = 0.785 \times B^2 \times P$

$= 0{,}785 \times 4709{,}998 \times 730{,}6640$

$= 2701519{,}186$ lb

$$h_D = \frac{C - B}{2}$$

$$= \frac{93{,}5 - 68{,}629}{2} = 12{,}435 \text{ in}$$

maka :

$M_D = H_D \times h_D$

$= 2701519{,}186 \times 12{,}435$

$= 33594171{,}083$ lb.in

Menghitung moment komponen hingga H_G (M_G)

$M_G = H_G \times h_G$

$H_G = W - H = W_{m1} - H$

$= 2944600{,}032 - 2701519{,}186$

$= 243080{,}846$ lb

$h_G = \frac{C - G}{2}$

$= \frac{93,500 - 66,500}{2}$

$= 13,5$ in

maka,

$M_G = H_G \times h_G$

$= 243080,846 \times 13,500$

$= 3281591,421$ lb.in

Menghitung moment komponen hingga H_T (M_T)

$M_T = H_T \times h_T$ *(Brownell & Young, Pers. 12.97, hal. 242)*

$H_T = H - H_D$

$= 2944600,032 - 2701519,186$

$= 243080,8460$ lb

$h_T = \frac{h_D + h_G}{2}$

$= \frac{12,435 + 13,5}{2}$

$= 12,96764$ in

maka,

$M_T = H_T \times h_T$

$= 243080,8460 \times 12,97$

$= 3152185,9627$ lb.in

Maka moment total pada keadaan operasi :

$M_o = M_D + M_G + M_T$

$= 2701519,1859 + 243080,846 + 243080,85$

$= 3187680,8779$ lb.in

Kesimpulan Perancangan :

1. flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensile strength minimun : 75000 Psia

Allowable stress (f) : 18750

Tebal Flange : 12,273

Type flange : Ring flange loose type

2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Tensile strength minimun : 75000 Psia

Ukuran baut : 3 in

Jumlah baut : 35 buah

Allowable stress (f) : 18750

3. Gasket

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel

Gasket factor (m) : 3,75

Min design seating stress (y) : 9000 psia

Tebal Gasket (n) : 2 in

VI. 6. Perancangan sistem penyangga reaktor

A. Menentukan berat total reaktor

Dari perancangan silinder reactor dapat diketahui data sebagai berikut :

Bahan konstruksi	:	*SS SA-240 Grade M type 316*				
Tebal silinder (t_S)	:	3/4	in			
Tinggi badan silinder (L_S)	:	96,75	in	=	8,063	ft
Diameter luar silinder (D_o)	:	66	in	=	5,500	ft
Diameter dalam (D_i)	:	64,5	in	=	5,375	ft
Tekanan internal tangki (Pi)	:	730,6642	psi			

Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang digunakan adalah steel

ρ_{steel} = 481 lb/ft^3 *(Tabel 2-118, Perry's)*

$W_s = \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times H \times \rho$

= 0,785 × 30,250 - 28,891 × 8,063 × 481

= 4138,317 lb

= 1877,099 kg

Menentukan Berat Tutup Atas Reaktor

Tutup atas berbentuk standard dished

tha = 3/16 in = 0,0156 ft

$V_{tutup\ atas\ dalam}$ = $0.0847 \times D_i^3$

= 0,0847 × 155,2871

= 13,1528 ft^3

$V_{tutup\ atas\ luar}$ = $0,0847 \times (D_i + tha)^3$

= 0,0847 × 156,6453

= 13,267857 ft^3

$V_{dinding\ tutup\ atas}$ = $V_{tutup\ atas\ luar} - V_{tutup\ atas\ dalam}$

= 13,267857 - 13,1528

= 0,1150 ft^3

Berat tutup atas :

$W_{tutup\ atas}$ = $V_{dinding\ tutup\ atas} \times \rho_{steel}$

= 0,1150 × 481

= 55,33355548 lb

= 25,0987 kg = tutup bawah reaktor

Menentukan Berat Larutan Dalam Reaktor

Rumus :

W_l = m × t

dimana,

m = berat larutan dalam reaktor = 11214,8399 lb/jam

t = waktu tinggal larutan dalam reaktor = 4 jam

maka :

W_l = 11214,8399 × 16

= 179437,4381 lb

= 81391,0276 kg

Menentukan Berat Poros Pengaduk

Dari perhitungan dimensi poros pengaduk diperoleh data :

Panjang poros pengaduk (L) : 6,3 ft

Diameter poros pengaduk (Dps) : 1 ft

$W_{poros\ pengaduk}$ = $\pi/4 \times Dps^2 \times Lps \times \rho$

$= \frac{3,14}{4} \times 2 \times 6,34 \times 481$

= 4256,921 lb

= 1930,8969 kg

Menentukan Berat Pengaduk

Dari perhitungan dimensi pengaduk diperoleh data :

Diameter pengaduk (Da) : 2,6875 ft

Panjang pengaduk (L) : 0,672 ft

Lebar pengaduk (W) : 0,4569 ft

Jumlah blade (n) : 6 buah

$W_{pengaduk}$ = n × Da × L × W × ρ

= 6 × 2,6875 × 0,4569 × 481

= 3543,579609 lb

= 1607,3323 kg

Menghitung Berat Perlengkapan Lain (Attachment)

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, flange, baut, dan sebagainya.

W_a = 18 % × Ws

= 18% × 1877,0991

= 337,8778 kg

Menghitung Berat Total Reaktor

W_T = W_s + $W_{tutup\ atas}$ + $W_{tutup\ bawah}$ + W_L + $W_{poros\ pengaduk}$ + Wpengaduk + W_{coil} + $W_{pendingin}$ + W_a

= 1877,099 + 25,0987 + 25,0987 + 81391,028

1930,9 + 1607,332 + 337,8778 + 337,8778

= 87532,3091 kg

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 10% maka berat total beban reaktor adalah :

W_{TOTAL} = 1,1 × 87532,3091

= 96285,53998 kg = 212271,1014 lb

B. Perancangan Leg Support (Penyangga)

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)
- Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar Perhitungan :

Beban tiap kolom :

$$P = \frac{4 \times Pw \times (H - 1)}{n \times D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n}$$

(Pers. 10.76 Brownell & Young, hal.197)

dimana,

P = beban tiap kolom, lb

P_w = total beban permukaan karena angin, lb

V_w = kecepatan angin = 15 knot = 27,78 km/j = 17,262 mph

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

n = jumlah support = 4 buah

W = berat total = 212271,101 lb

D_{bc} = diameter anchor bolt circle = 64,5 in

Reaktor diletakkan diluar ruangan, sehingga dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin dikontrol).

maka berlaku rumus :

$P_w = 0.004.V_w^2.Fs$

= 0,004 × 297,9663 × 1

= 1,1919 lb

H = (Ls + ha + hb) + L

= 128,2626 + 60

= 188,2626 in = 15,6885 ft

L = ½ H + 2 ½ ft

= 0,5 × 15,6885 + 2 1/2

= 10,3443 ft = 124,13129 in

$$P = \frac{4 \times 0.5297 \times (467.1199 - 1)}{4 \times 64,500} \times \frac{212271,1014}{4}$$

= 3,4603 × 53067,77536

$= \quad 183632{,}3975 \quad lb$

Trial Ukuran I Beam

Untuk mendapatkan ukuran I-Beam didasarkan pada ukuran standard dari App.G Brownell & Young, hal. 355 yaitu :

Trial I-Beam 4 in ukuran 4 × 2 5/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu), didapatkan :

Nominal size	:	4 in	
Berat	:	7,7	lb
Area of section (Ay)	:	2,21	in^2
Depth of beam (h)	:	4 in	
Width of flange (b)	:	2,66	in
I_{1-1}	:	6	in^4
Axis (r)	:	1,64	in

Menghitung bearing capacity (fc)

$$\frac{l}{r} = \frac{124{,}131}{1{,}640} = 75{,}690$$

Karena l/r antara 60 – 200 , maka :

$$fc = \frac{18000}{1 + \left(\frac{\left(L/r\right)^2}{18000} \right)}$$

$$= 13654{,}20849 \quad lb/in^2$$

$$f_{eksentrik} = \frac{P\,(a + 0{,}5\ b)}{I_{1-1} / 0{,}5b}$$

$$= 115195{,}6635 \quad lb/in^2$$

$$fc\ aman = fc - f_{aksentrik}$$

$$= 13654{,}20849 - 115195{,}6635$$

$$= 128849{,}872 \quad lb/in^2$$

Luas yang dibutuhkan (A)

$$A = \frac{P}{fc_{aman}}$$

$$= \frac{183632{,}3975}{128849{,}872}$$

$= 1{,}4251655 \ in^2 \quad < Ay$

Karena A < A yang tersedia (Ay) maka trial I-Beam sudah memadai.

C. Perancangan Base Plate

Perencanaan :

Base plate yang dibuat memiliki toleransi panjang sebesar 5% dan toleransi lebar sebesar 20%. *(Hesse, hal. 163)*

Bahan konstruksi : Beton

Dasar perhitungan :

Luas Base Plate

Rumus :

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

dimana,

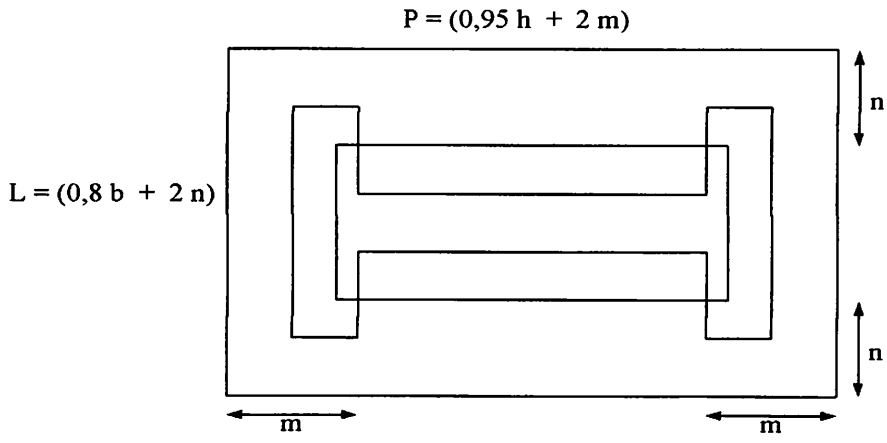
A_{bp} = luas base plate, in^2

P = beban dari tiap-tiap base plate = 183632,3975 lb

f_{bp} = stess yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in^2)

sehingga, *(Hesse, tabel 7-7 hal. 162)*

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}} = \frac{183632{,}397}{600} = 306{,}054 \ in^2$$



Panjang dan Lebar Base Plate

A_{bp} = p x l

Dimana :

A_{bp} = luas base plate

= 306,054 in^2

l = lebar base plate, in

= 2n + 0.8b

p = panjang base plate, in

= 2m + 0.95h

Diasumsikan m = n *(Hesse, hal. 163)*

b = 3 in

h = 5 in

maka,

A_{bp} = (2 m + 0,95 h) × (2 n + 0,8 b)

306,054 in^2 = [2m × (2 n + 0,8 b)] + [0,95 h × (2 n + 0,8 b)]

306,054 in^2 = (2m + 4,75) x (2m + 2,4)

306,054 in^2 = $4m^2$ + 14.3m + 11,4

0 = $4m^2$ + 14.3m + -294,654

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= -14,3 \pm \sqrt{\frac{14.3^2-(4\times4\times(-1475.64))}{2\times4}}$$

x_1 = 10,4966

x_2 = -52,7734

Dari perhitungan diatas, maka : m = n = 10,4966

sehingga :

- Panjang base plate (p) = 2 × 10,4966 + 0,95 × 5
  = 25,74 in ≈ 27 in
- Lebar base plate (l) = 2 × 10,4966 + 0,8 × 3
  = 23,39 in ≈ 25 in

$A_{bp\ baru}$ = p × l

= 27 × 25

= 675 in^2

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 27 in dan lebar base plate 25 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 27 x 25 in dengan luas (A) = 675 in^2.

Peninjauan terhadap bearing capacity

$$f = \frac{P}{A_{baru}}$$

dengan,

f = bearing capacity, lb/in^2

P = beban tiap kolom = 183632,397 lb

A = luas base plate = 675 in^2

maka :

$$f = \frac{183632,397}{675} = 272,048 \quad lb/in^2 < 600\ lb/in^2$$

Karena $f < f_{bp}$, maka dimensi base plate sudah memenuhi.

Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

  p = 2m + 0.95h

  27 = 2m + 0,95 × 5

  m = 11,1250 in

- Lebar base plate (l)

  l = 2n + 0.8b

  25 = 2n + 0,8 × 3

  n = 11,3 in

Karena harga m > n, maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga m

Menghitung tebal base plate

Rumus :

$$t_{bp} = \sqrt{0,00015 \ . p . m^2}$$ *(Hesse, pers 7-12, hal : 163)*

dimana :

t_{bp} = tebal base plate, in

p = f = actual unit pressure yang terjadi pada base plate

= 272,0480 lb/in^2

m = 11,1250 in

maka :

t_{bp} = 2,2473 in

Menghitung dimensi baut dari base plate

Diketahui :

Gaya yang bekerja pada 1 Leg = 183632,397 lb

Jumlah baut pada setiap Leg = 4 buah

Maka beban tiap baut :

$$P_{baut} = \frac{P}{n_{baut}}$$

$$= \frac{183632,3975}{4}$$

$$= 45908,09937 \text{ lb}$$

Bahan baut : High Alloy Steel SA-193 grade B type 321

Max. Allowable stress (f) : 15000 psi

$$A_{baut} = \frac{P_{baut}}{f_{baut}}$$

$$= \frac{45908,09937}{15000}$$

$$= 3,0605 \text{ in}^2$$

$$A_{baut} = \frac{1}{4} \times \pi \times d_{baut}^{\ 2}$$

$$3,0605 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times d_{baut}^2$$

$$d_{baut}^2 = 3,8988 \text{ in}^2$$

$$d_{baut} = 1,9745 \text{ in}$$

Standardisasi diameter baut dari tabel 10.4 Brownell & Young, hal : 188 sehingga diperoleh ukuran baut 3 in dengan dimensi baut sebagai berikut

Ukuran baut	:	3	in
Root area	:	5,621	in^2
Bolt spacing min.	:	6 1/4	in
Min. radial distance	:	3 5/8	in
Edge distance	:	2 7/8	in
Nut dimension	:	4 5/8	in
Max filled radius	:	15/16	in

D. Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan :

Digunakan 2 buah plat horizontal (untuk lug) dan 2 buah plat vertikal (untuk gusset).

Type : Double gusset plate

Bahan : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 type 321

Max allowable stress (f) : 15000 psi

μ : possion ratio = 0,33

Menghitung tebal horizontal plate (thp)

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{allowable}}}$$ *(Pers. 10.41 Brownell & Young, hal: 192)*

$$M_y = \frac{P}{\pi} \times \left((1 + \mu) \times \ln \frac{2 \times 1}{\pi} + (1 - \gamma_1) \right)$$

Menentukan gusset spacing (b')

Diketahui :

Lebar flange (b) : 6,000 in

d_{baut} : 3 in

$b' = b + (2 \times d_{baut})$

$= 6,000 + 2 \times 3$

$= 12,000$ in

Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta γ_1

Diketahui :

$l = b_{I\text{-}Beam}$ = lebar flange = 6 in

$$\frac{b'}{l} = \frac{12}{6} = 2$$

Dari Tabel 10.6 Brownell & Young, hal : 192 diperoleh :

$\gamma_1 = 0,042$

Menentukan radius (e)

$e = \frac{1}{2} t_S + 1\frac{1}{2} + \frac{1}{2} b_{I\text{-}Beam}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{6}{16} + 1\ 1/2 + \frac{1}{2} \times 6$

$= 4,6875$

Sehingga dapat dihitung :

$$M_y = \frac{P}{\pi} \times \left((1 + \mu) \times \ln \frac{2 \times l}{\pi} + (1 - \gamma_1) \right)$$

$$= 230682{,}3228$$

maka :

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{allowable}}}$$

$$= 9{,}6058799 \text{ in}$$

Menghitung tebal gusset (t_g)

$$t_g = \frac{3}{8} \times thp$$ *(Pers.10.47 Brownell & Young, hal : 194)*

$$= \frac{3}{8} \times 9{,}6058799$$

$$= 3{,}6022 \text{ in}$$

Menghitung tinggi gusset (h_g)

h_g = A + ukuran baut

dimana A = lebar lug = Ukuran baut + 9 in

= 3 + 9

= 12 in

maka :

h_g = A + ukuran baut

= 12 + 3

= 15 in

Menghitung tinggi lug (h)

h = h_g + 2thp

= 15 + 2 × 9,6058799

= 34,21176 in

E. Perancangan Pondasi

Perencanaan :

1. Beban total yang harus ditahan pondasi :
   - Berat reaktor total
   - Berat penyangga
   - Berat base plate
2. Ditentukan :
   - Masing-masing penyangga diberi pondasi
   - Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar perhitungan :

Beban tiap kolom (W)

W = P = 183632,397 lb

Beban base plate (W_{bp})

Rumus :

W_{bp} = p . l . t . ρ

dimana :

p	=	panjang base plate	=	27	in	=	2,2500	ft
l	=	lebar base plate	=	25	in	=	2,0833	ft
t	=	tebal base plate	=	2,247	in	=	0,1873	ft
ρ	=	densitas dari bahan	=	481	lb/ft^3			

maka :

W_{bp} = 2,25 × 2,083 × 0,187 × 481

= 422,254 lb

Beban tiap penyangga (W_p)

Rumus :

W_p = L × A × F × ρ

dimana :

L	=	tinggi kolom	=	2	in	=	0,1842	
A	=	luas kolom I-beam	=	2,660	in^2	=	0,0185	
F	=	faktor koreksi	=	1				
ρ	=	densitas bahan konstruksi	=	481	lb/ft^3			

maka :

W_p = 0,1842 × 0,0185 × 1 × 481

$= 1,6363$ lb

Beban total

$W_T = W + W_{bp} + W_p$

$= 183632,397 + 422,254 + 1,6363$

$= 184056,288$ lb

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom. Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

- Luas pondasi atas = 40 × 40 in
- Luas pondasi bawah = 60 x 60 in
- Tinggi = 40 in

$$\text{Luas pondasi rata-rata (A)} = \frac{\text{Luas pondasi + Luas pondasi awal}}{2}$$

$$= \frac{40 \times 40}{2} + \frac{60 \times 60}{2}$$

$$= 2600 \text{ in}^2$$

Volume pondasi (V) $= A \times t$

$= 2600 \times 40$

$= 104000 \text{ in}^3$

$= 60,185 \text{ ft}^3$

Berat pondasi (W) $= V \times \rho$

$= 60,185 \times 144$

$= 8667$ lb

$= 3931,113$ kg

Menghitung tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen, sand dan gravel, dengan:

Save bearing power minimum = 5 ton/ft^2

Save bearing power maximum = 10 ton/ft^2

Kemampuan tekanan tanah sebesar : *(Tabel 12.2 Hesse, hal. 327)*

$P = 10 \text{ ton/ft}^2$

$= 20000 \text{ lb/ft}^2$

Takanan pada tanah :

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

dimana :

W = berat beban total + berat pondasi

A = Luas pondasi bawah

maka : $$P = \frac{184056{,}288 + 3931{,}1133}{3600}$$

$$= 52{,}218722 \text{ lb/in}^2 = 7519{,}702685 \text{ lb/ft}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (40 × 40) in dan ukuran luas bawah sebesar (60 × 60) in dengan tinggi pondasi sebesar 40 in dapat digunakan.

Kesimpulan Dimensi Reaktor

1. **Bagian Silinder**

Bahan Konstruksi	:	*HAS SA-240 Grade M Type 316*	
Allowble Stress (f)	:	18750	psia
Tipe pengelasan	:	*Double Welded Butt Joint*	
Volume tangki(V_T)	:	774,8466	ft^3
Diameter dalam (d_i)	:	64,5	in
Diameter luar (d_o)	:	66	in
Tebal silinder (ts)	:	3/4	in
Tinggi silinder (Ls)	:	96,7500	in
Tebal tutup (t_{ha}=t_{hb})	:	0,1875	in
Tinggi tutup atas (h_a = h_b)	:	15,7563	in
Tinggi tangki	:	128,2626	in
Jumlah	:	2	buah

2. **Pengaduk**

Bahan konstruksi	:	*HAS SA-240 Grade M Type 316*	
Jenis pengaduk	:	*axial turbin 4 blades sudut 45o*	
Diameter impeller	:	32,2500	in
Tinggi pengaduk	:	29,0250	in
Lebar impeller	:	5,4825	in
Panjang impeller	:	8,0625	in
Daya pengaduk	:	26,537	Hp
Diameter poros	:	2,2790	in

Panjang poros : 76,1 in

3. Nozzle

a. Nozzle untuk pemasukan feed dekstrosa

Type	:	*Welding Neck*
Ukuran NPS	:	10 in
Diameter luar flange (A)	:	16 in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	1 3/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	12 3/4 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	12 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	10,75 in
Panjang ke dalam shell (L)	:	4 in
Diameter dalam *flange* (B)	:	10 in

b. Nozzle untuk pemasukan gas H_2

Type	:	*Welding Neck*
Ukuran NPS	:	1 in
Diameter luar flange (A)	:	4 1/4 in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	9/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	2 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	1 15/16 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	1,32 in
Panjang ke dalam shell (L)	:	2 3/16 in
Diameter dalam *flange* (B)	:	1,05 in

c. Nozzle untuk pemasukan katalis

Type	:	*Welding Neck*
Ukuran NPS	:	3 in
Diameter luar flange (A)	:	7 1/2 in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	15/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	5 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	4 1/4 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	3,5 in
Panjang ke dalam shell (L)	:	2 3/4 in
Diameter dalam *flange* (B)	:	3,07 in

d. Nozzle untuk pemasukan buffer

Type	:	*Welding Neck*	
Ukuran NPS	:	1	in
Diameter luar flange (A)	:	4 1/4	in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	9/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	2	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	1 15/16	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	1,32	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	2 3/16	in
Diameter dalam *flange* (B)	:	3,07	in

e. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

Type	:	*Welding Neck*	
Ukuran NPS	:	24	in
Diameter luar flange (A)	:	32	in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	1 7/8	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	27 1/4	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	26 1/8	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	24	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	6	in
Diameter dalam *flange* (B)	:	19,25	in

f. Nozzle untuk pengeluaran produk

Type	:	*Welding Neck*	
Ukuran NPS	:	14	in
Diameter luar flange (A)	:	21	in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	1 3/8	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	1 1/7	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	15 3/4	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	14	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	5	in
Diameter dalam *flange* (B)	:	13,25	in

g. *Nozzle untuk man hole*

Ukuran pipa nominal (NPS)	=	20	in
Diameter luar *flange* (A)	=	32	in
Ketebalan *flange* minimum (T)	=	1 7/8	in

Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	27 1/4	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	=	24	in
Diameter hubungan pada alas (E)	=	26 1/8	in
Panjang ke dalam shell (L)	=	6	in
Diameter dalam *flange* (B)	=	23,25	in
Jumlah lubang baut	=	20	buah
Diameter baut	=	1 1/8	in

h. Nozzle untuk pengeluaran gas H_2

Type	:	*Welding Neck*	
Ukuran NPS	:	3/4	in
Diameter luar flange (A)	:	3 7/8	in
Ketebalan *flange* minimum (T)	:	1/2	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	1 2/3	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	1 1/2	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	1,05	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	2	in
Diameter dalam *flange* (B)	:	0,82	in

4. Jaket Pendingin

Spasi anulus	:	0,75	in
Diameter dalam jaket	:	67,5	in
Tebal jaket	:	1,750	in
Tinggi jaket	:	18,584	in

5. flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316	
Tensile strength minimun	:	75000	Psia
Allowable stress (f)	:	18750	
Tebal Flange	:	12,273	
Type flange	:	Ring flange loose type	

6. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimun	:	75000 Psia
Ukuran baut	:	3 in
Jumlah baut	:	35 buah
Allowable stress (f)	:	18750

7. Gasket

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

Bahan konstruksi	:	Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless ste
Gasket factor (m)	:	3,75
Min design seating stress (y)	:	9000 psia
Tebal Gasket (n)	:	2 in

8. Bagian penyangga

a. Sistem penyangga

Jenis	:	Kolom I beam
Jumlah	:	4 buah
Ukuran I beam	:	4 in
Berat	:	7,7 lb
Area of section (Ay)	:	2 in^2
Depth of beam (h)	:	4 in
Width of flange	:	2,6600 in

b. Base Plate

Bahan	:	Cast iron
Panjang	:	27 in
Lebar	:	25 in
Tebal	:	2,2473 in
Ukuran baut	:	3 in
Jumlah baut	:	4 buah

c. Lug dan Gusset

Tebal plate horizontal	:	9,6058799	in
Tebal plate vertikal	:	3,6022	in
Lebar lug dan gusset	:	10 in	
Tebal lug	:	9,6058799	in
Tebal gusset	:	3,6022	in
Tinggi lug dan gusset	:	34,21176	in

9. Bagian Pondasi

Bahan	:	Cemen, Sand dan Gravel	
Luas pondasi atas	:	40 x 40	in
Luas pondasi bawah	:	60 x 60	in
Tinggi	:	40 in	

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

7.1. Instrumentasi

Pengoperasian suatu pabrik kimia harus memenuhi beberapa persyaratan yang ditetapkan dalam perancangannya. Persyaratan tersebut meliputi keselamatan, spesifik produk, peraturan mengenai lingkungan hidup, kendala operasional, dan faktor ekonomi. Pemenuhan persyaratan tersebut berhadapan dengan keadaan lingkungan yang berubah-ubah, yang dapat mempengaruhi jalannya proses atau yang disebut *disturbance* (gangguan). Adanya gangguan tersebut menuntut penting dilakukannya pemantauan secara terus-menerus maupun pengendalian terhadap jalannya operasi suatu pabrik kimia untuk menjamin tercapainya tujuan operasional pabrik. Pengendalian atau pemantauan tersebut dilaksanakan melalui penggunaan peralatan dan *engineer* (sebagai operator terhadap peralatan tersebut) sehingga kedua unsur ini membentuk satu sistem kendali terhadap pabrik.

Instrumentasi adalah peralatan yang dipakai di dalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, penunjuk, pencatat, dan pemberi tanda bahaya. Peralatan instrumentasi biasanya bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual atau otomotis. Penggunaan instrumen pada usatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakaian alat-alat instrumen juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrumen dekat peralatan proses (kontrol manual) atau disatukan dalam suatu ruang kontrol yang dihubungkan dengan bangsal peralatan (kontrol otomatis). Pengetahuan akan pemilihan alat-alat pengendalian proses ini penting karena menyangkut harga peralatan itu sendiri yang cukup mahal.

Umunya instrumentasi dibagi berdasarkan proses kerjanya, meliputi:

1. Proses manual

   Untuk proses manual, peralatan yang digunakan hanya terdiri atas instrumentasi petunjuk dan pencatat saja.

2. Proses otomatis

   Sedangkan untuk pengaturan secara otomatis, peralatan instrumentasi dihubungkan dengan suatu alat kontrol. Tahapan proses tersebut, antara lain:

   a. *Sensing element/primary element*

      Merupakan elemen yang dapat mendeteksi adanya dari variabel yang diukur

   b. Elemen pengukur

      Merupakan elemen yang menerima keluaran dari elemen primer dan melakukan pengukuran. Yang termasuk dalam elemen pengukur adalah alat-alat penunjuk/indikator dan alat-alat pencatat

   c. Elemen pengontrol

      Merupakan elemen yang menunjukkan harga perubahan dari variabel yang dirasakan oleh sensing elemen dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengatur sumber tenaga yang sesuai dengan perubahan. Tenaga yang diatur dapat berupa tenaga mekanis, elektris maupun pneumatis

   d. Elemen proses sendiri

      Merupakan elemen yang mengubah input ke dalam proses, sehingga variabel yang diukur tetap berada pada range yang diinginkan

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

- Menjaga variabel proses pada batas operasi aman
- Kualitas produksi lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian suatu alat
- Kondisi berbahaya dapat diketahui lebih awal dengan menggunakan alarm peringatan
- Efisiensi kerja akan lebih meningkat

Unsur-unsur instrumental dalam proses produksi yang dipergunakan antara lain:

1. Proses manual

Untuk proses manual pekerjaan yang dilakukan hanya untuk mengunakan instrumental pengunjuk dan pencatat saja.

2. Proses otomatis

Sedangkan untuk pengunaan mesin otomatis pekerjaan instrumental dilakukan dengan mesin dan komputer. Adapun proses kerjanya antara lain:

a. Sensing element (penerima elemen)

Merupakan elemen yang dapat merasakan kondisi alamiah dan variabel yang diukur.

b. Control procedure

Merupakan elemen yang menentukan bagaimana dan elemen primer dan melaksanakan pengukuran. Yang termasuk dalam elemen pengukur adalah manusia dan pemrograman/instruksi dan alat-alat pendukung.

c. Element pengontrol

Merupakan elemen yang menyesuaikan harga pembacaan dari variabel yang dimasukan dari sensing element dan dikirim oleh elemen pengukur untuk mengunakan variabel yang sesuai dengan pekerjaan. Contoh yang dengan dapat berupa sensor mekanis dalam hidrolik maupun pneumatik.

d. Element proses sendiri

Merupakan elemen yang menyatukan input ke dalam proses sehingga variabel yang dikontrol atau output berada pada range yang diinginkan.

Pada pengunaan pabrik ini, instrumental yang digunakan adalah dari kontrol manual dan dari kontrol otomatis. Hal ini tergantung dari elemen pekerjaan. Dan faktor pertimbangan lainnya adalah ongkos otomatis. Adapun pengunaan instrumental ini dimaksudkan akan terapat beberapa hal:

- Mengunakan variabel proses pada kondisi operasi aman
- Kualitas produksi lebih terjamin
- Memudahkan pengoperasian secara aman
- Kondisi lingkungan dapat dikontrol lebih mudah dengan mengunakan alat-alat pengukur
- Efisiensi kerja dan lebih menguntungkan

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

Alat-alat kontrol yang biasa dipakai pada peralatan proses antara lain :

1. *Level Controller* (LC)

   Alat ini dipasang pada peralatan proses yang bekerja secara kontinyu. Alat ini berfungsi untuk menjaga ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas tang telah ditentukan

2. *Level Indicator* (LI)

   Alat ini berfungsi untuk mengetahui tinggi fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan dan mengetahui ketersediaan bahan dalam tangki

3. *Temperature Indicator Controller* (TIC)

   Alat ini dipasang pada peralatan yang perlu pengaturan dan penjagaan suhu agar beroperasi pada temperatur konstan

4. *Flow Controller* (FC)

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

5. *Pressure Controller* (PC)

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

6. *Pressure Ratio Controller* (PRC)

   Digunakan untuk mengetahui tekanan pada suatu tangki penyimpanan gas agar dapat memastikan waktu pengisian kembali

7. *Weight Controller* (WC)

   Dipasang pada alay yang memerlukan penjagaan pada berat bahan yang masuk agar tetap konstan

8. *Flow Ratio Controller* (FRC)

   Dipasang pada alat untuk mengendalikan laju lair fluida melalui perpipaan sehingga aliran yang masuk keperalatan proses tetap konstan

Secara keseluruhan, instrumentasi peralatan pabrik sorbitol dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7.1 Instrumentasi Peralatan Pabrik

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kode Instrumentasi
1.	Storage Dekstrosa	F-111	*Temperature Indicator*
2.	Bin Dekstrosa	F-115	*Weight Controller*
3.	Tangki Pelarut	M-110	*Flow Controller* *Flow Controller*
4.	Heater	E-121	*Temperature Controller*
5.	Reaktor	R-120	*Temperature Controller* *Pressure Controller* *Flow Controller*
6.	Kompresor	G-124	*Pressure Controller*
7.	Cooler	E-126	*Temperature Controller*
8.	Tangki Pemurnian	M-130	*Flow Controller*
9.	Cooler	E-136	*Temperature Controller*
10.	Pompa reciprocating	L-141	*Presssure Controller*
11.	Evaporator	V-140	*Temperature Controller* *Presssure Controller* *Flow Controller*
12.	Tangki penyimpan larutan sorbitol 70%	F-145	*Level Indicator*

7.2. Keselamatan Kerja

Aktivitas masyarakat umumnya berhubungan dengan resiko yang dapat mengakibatkan kerugian pada badan atau usaha. Karena itu usaha – usaha keselamatan merupakan tugas sehari – hari yang harus dilakukan oleh seluruh karyawan. Keselamatan kerja dan keamanan pabrik merupakan faktor yang perlu diperhatikan secara serius. Dalam hubungan ini bahaya yang dapat timbul dari mesin, bahan baku dan produk, sifat zat, serta keadaan tempat kerja harus mendapat perhatian yang serius sehingga dapat dikendalikan dengan baik untuk menjamin kesehatan karyawan.

Perusahaan yang lebih besar memiliki divisi keselamatan tersendiri. Divisi tersebut mempunyai tugas memberikan penyuluhan, pendidikan, petunjuk – petunjuk, dan pengaturan agar kegiatan kerja sehari – hari berlangsung aman dan bahaya – bahaya yang akan terjadi dapat diketahui sedini mungkin, sehingga dapat dihindarkan.

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 pekerja

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

Pertanyaan yang lebih bernar mendalam dari kesimpulan tersebut. Dalam tersebut mengapa ini tugas manusiawi, proyeksi pemahaman pemuda dan perpuncak dari perkembangan yang berjalan begitu cepat. Dari bertanggung jawab dan bahwa – bahwa yang dan tertuju dapat dikenali dari dimana mengalami, sehingga dapat dimanfaatkan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan kesadaran pada pemuda:

1. Faktor lingkungan pekerja

Perempatan sifat dan kondisi yang lebih baik dari sebagian yang mempunyai dasar pekerja mampu lingkungan yang dapat mempengaruhi pekerja dalam melakukan pekerjaannya, sehingga akan mencerminkan kelakuan pekerja

2. Kelakuan pekerja

Adanya sikap proyek, tugas, mengabaikan kesempatan, dan lain-lain, dan perselisihan pekerja dan melakukan tindakan yang lak aman

3. Tindakan yang lebih enak dan bahaya mesin-mesin dari lain

Tindakan yang lebih aman dan pekerja aspek lebih a pemah lebih mengganti mengabaikan mesin tanpa pelindung, atau bahaya mesin-aspek yang lebih difindungi, pekerjaan yang lebih cepat dan sebagainya

4. Kecelakaan

Kecelakaan ini dapat berupa jatuhnya pekerja, pekerja terpotok benda yang mengenai pekerja yang terlempar benda yang jatuh dari atas dan sebagainya, sehingga dapat mengakibatkan luka

Bahaya-bahaya tersebut dapat terjadi pada pekerja, sehingga harus dipertimbangkan untuk mengadakan adapun cara untuk mengatasinya adalah sebagai berikut:

1. Kesehatanan kesehatan

- Konstruksi bangunan dan peralatan pekerja lebih lengkap mengapa dengan bahaya cukup baik sama pemilihan tahan kota mesinnya bahaya tepat
- Pada tempat-tempat berbahaya harus diberi pengetahuan yang jelas
- Jarak antara pemakaian mesin-mesin serta dan pekerja harus dipertimbangkan

2. Bahaya yang disebabkan oleh mesin-mesin dan lain-lain dan kelakuan

- Tiap-tiap bahan bakar jatuhnya harus cukup jauh dan tempat yang dapat mengambilan kecelakaan

- Untuk mencegah dan mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, maka digunakan isolasi-isolasi panas, isolasi listrik dan pada tempat bertekanan tinggi harus diberi penghalau atau pagar

3. Memberikan penjelasan-penjelasan mengenai bahaya-bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya
4. Memasng tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan jika terjadi bahaya
5. Penyediaan alat-alat pencegahan kebakaran, baik akibat listrik maupun api
6. Ventilasi

   Ruang 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 diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:
   - Perencanaan rekator 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 karena reaksi bersifat eksotermis
   - Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai, yaitu *pressure control*, *level control* dan *temperature control*
9. Perpipaan
   - Jalur proses yang terletak diatas permukaan tanah lebih baik daripada diletakkan dibawah tanah, karena dapat menyebabkan timbulnya bahaya akibat kebocoran dan sulit untuk mengetahui letak kebocoran

- Untuk mencegah dan mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, maka digunakan isolasi-isolasi untuk kabel-kabel dan pada umpan tersebutkan tinggi harus diberi pengaman atau pagar

3. Mempertahankan pengaman-pengaman mengenai bahaya-bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara penanggulangannya

4. Memasang media-media bahaya seperti alarm peringatan jika terjadi bahaya

5. Pemeliharaan alat-alat pengaman kebakaran dan lalu lintas manusia dan

6. Kesehatan

Sering juga harus mempertahankan variabel yang cukup, sehingga pekerja dapat tetaps untuk mengjalankan tugas sepat yang bisnis dan serta mengjamin kesehatan dan kesejahteraan kerja

7. Tenaga-tenaga

Bahaya yang paling besar adalah tenaga-tenaga yang berbahaya tinggi. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Pemasangan tenaga listrik sesuai dengan mesin yang berbahaya, termasuk peralatan bahan konstruksi, mesin-mesin dan lain-lain
- Pemasangan alat-alat kontrol yang baik dan sesuai, yaitu pengaman, control, kontrol dan kompensasi control

8. Kualitas

Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Pemeriksaan rutinitas bahan sesuai dengan kontrol-kontrol yang berlaku mengenai bahan konstruksi, bahan-bahan dan lain-lain
- Pemeriksaan kualitas bahan baku dengan mempergunakan peralatan yang sejati kualitas bahan sesuai berlaku dengan
- Pemasangan alat kontrol yang baik dan sesuai yaitu pengaman control, kontrol dan kompensasi control

9. Perpindahan

- Jalur proses yang terdiri dari pemindahan untuk lebih baik dengan distribusi dimensi tanah, bentuk dapat mempertahankan timbunan bahaya dalam kemasan dan salah satu mengadakan lalu lintas

- Pengaturan dari perpipaan dan valve penting untuk mengamankan operasi. Jika terjadi kebocoran pada *check valve*, sebaiknya diatasi dengan pemasangan *block valve* disamping *check valve* tersebut
- Sebelum pipa-pipa dipasang, sebaiknya dilakuakan tes hidrostatik yang bertujuan untuk mencegah tejadinya 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 pengamanan berupa pemutus arus, jika sewaktuwaktu terjadi hubungan singkat (konsleting) yang dapat menyebabkan kebakaran. Juga perlu diadakan pemeriksaan adanya kabel yang terkelupas yang dapat membahayakan pekerja jika tersentuh kabel tersebut

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran
    - Bangunan, seperti *work shop*, laboratorium dan kantor hendaknya diletakkan 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-alat bantu pernafasan
    - Larangan merokok dilingkungan pabrik, kecuali pada tempat-tempay yang telah disediakan
    - Penempatan kabel dan kawat listrik yang diatur rapi dan jauh dari tempat-tempat panas
    - Pemasangan alat pemadam kebakaran disetiap tempat yang paling rawan dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau

13. Menggunakan pakaian pelindung yang terbuat dari bahan – bahan seperti katun, wol, serat, dan sintetis. Pada musim panas sekalipun tidak diperkenankan bekerja dengan keadaan badan atas terbuka.

- Tanggungan dari perjanjian dan yang timbul karena undang-undang. Jika sebagian atau seluruh kewajiban pada saat yang ditentukan dapat dipenuhi oleh seorang debitur yang bersangkutan dengan cara yang lain.
- Sebelum diperoleh dipenuhi, sebagian dilakukan dan bersama yang bersangkutan untuk mencegah terjadinya suatu kerugian pada bagian-bagian tertentu atau pada bagian finansial.

10. Jaminan

Pada hampiran umumnya dapatkan pada dasar bimbingan atau perjanjian agar kewajiban dapat melaksanakan tagihan dengan hak dan oleh manajemen dan

11. Utang

Pada perpanjangan pembayaran bisnis pada diterima pelaksanaan pengembalian dengan bunga atas, jika sewaktu-waktu tagih bahwa negara (kreditur) yang dapat atau dibakan sebelumnya. Juga pada diadakan pemenuhan dalam hasil yang lebihlunya yang dapat membahayakan perkara jika tersebut hasil nasional

12. Pencegahan dan penanggulangan kebakaran

- Dengan sepati mari yang informasikan dan kamu bersama dilakukan bagaimana dengan dan mana
- Awas dan yang sang dengan dan yang dan mendahului diperbaiki sebagai dengan mengkumulasi jaminan apa lama sejati bahasanya
- Bagaimana jika sejati kebakaran harus dilengkapi dengan dan mana dan dan-dan harus bersama
- Jaminan mendapat dilengkapi pada. Kurang pada tunjat-tunjat yang baik dimasukan
- Hasilnya baik dan kamu hasil yang dicari dan dan dan dan dan kamu kamu pada
- Bagaimana dan pernahkah kebakaran dengan mana yang pada dengan dan pemasangan lama pada mana yang mana dengan
- Dang gedung pada pada perhatian yang lantai dan baik — mana sesuai baik. Jadi, sesuai dan situasi. Jadi mana pada dahulu lama dipertimbangkan bahwa dengan kedua mana dan lantai.

14. Menggunakan sepatu pengaman yang dapat melindungi kaki dari bahan kimia dan panas. Sepatu pengaman bertutup baja dapat melindungi kaki dari bahaya terjepit. Sepatu setengah tertutup atau bot dapat dipakai tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan.
15. Menggunakan topi pengaman yang lembut baik dari plastik maupun kulit memberikan perlindungan terhadap percikan – percikan bahan kimia, terutama apabila bekerja dengan pipa – pipa yang letaknya lebih tinggi dari kepala, maupun tangki – tangki serta peralatan lain yang dapat bocor.
16. Menggunakan sarung tangan yang tahan terhadap bahan kimia yang bersifat korosif.
17. Menggunakan masker untuk memberikan perlindungan terhadap debu – debu yang berbahaya ataupun uan bahan kimia agar tidak terhirup.

BAB VIII
U T I L I T A S

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 Sorbitol ini, yaitu:

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi.
- Refrigerant sebagai media pendingin pada proses pembentukan kristal produk 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 Penyediaan air
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan bakar

8.1. Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air baik ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Dari segi kuantitas, air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan dari segi kualitas, air menyangkut syarat air yang harus dipenuhi.

8.1.1. Air Proses

Air proses yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Sorbitol ini sebesar 2375,164 kg/jam. Digunakan pada Tangki Pelarut Dekstrosa (M-110).

8.1.2. Air pendingin

Berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Air digunakan 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
- hardness yang memberikan efek pada pembuatan kerak.
- Minyak penyebab menurunnya efisiensi heat transfer yang merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Air pendingin pada Pra Rencana Pabrik Sorbitol ini sebesar 41564,621 kg/jam. Digunakan pada Reaktor (R-120) sebesar 16819,884 kg/jam, Cooler (E-126) sebesar 17641,99 kg/jam dan pada Cooler (E-137) sebesar 7102,747 kg/jam.

8.1.3. Air umpan boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam pada pabrik Sorbitol sebesar 8433,2548 lb/jam. Air umpan boiler yang disediakan 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan karena adanya kebocoran akibat transmisi sebesar 5% dan faktor keamanan 10%. Kebutuhan total air umpan boiler ini sebesar 6054,2321 kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air tidak merusak boiler (ketel). Dari *Perry's edisi 6, hal 9-76* didapatkan bahwa air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- Alkanitas = 700 ppm
- Padatan terlarut = 300 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi = 0,1 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm
- Oksigen = 0,007 ppm
- Kesadahan = 0

- Kekeruhan = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Residu fosfat = 140 ppm

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 menenpel 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 organic, serta gas H_2S, SO_2, NH_3, CO_2, O_2, yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

$$Fe^{2+} + 2\,H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2\,H^+$$

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

$$4\,H^+ + O_2 + 4e \longrightarrow 2\,H_2O$$

$$4\,Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4\,Fe(OH)_3$$

Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO_2, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO_2 yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan berekasi dengan metal dan besi membentuk garam

bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO_2 lagi.

Reaksi yang terjadi :

$$Fe^{2+} + 2\ H_2CO_3 + 2e \longrightarrow Fe(HCO_3)_2 + H_2$$

$$Fe(HCO_3)_2 + \text{panas} \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2\ CO_2$$

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut di atas, air umpan boiler harus bebas dari :

- Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O_2, CO_2, H_2S, dan NH_3.
- Zat-zat yang menyebabkan busa, yaitu zat organik, anorganik dan zat-zat tak larut dalam jumlah yang besar.

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

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

8.1.4. 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
   - Kekeruhan 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 Sorbitol ini adalah:

1. Untuk kebutuhan karyawan

   Menurut standar WHO kebutuhan air untuk setiap orang = 120 L/hari/orang.

2. Untuk laboratorium, pemadam kebakaran dan taman

   Direncanakan kebutuhan untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 10% dari kebutuhan karyawan.

Air sanitasi yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Sorbitol ini sebesar 1254,557 kg/jam. Digunakan untuk kebutuhan karyawan sebesar 597,408 kg/jam, untuk kebutuhan laboratorium dan taman sebesar 298,7 kg/jam dan untuk pemadam kebakaran dan cadangan air sebesar 358,44 kg/jam.

8.2. Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Sorbitol ini meliputi :

- Untuk proses

  Total kebutuhan listrik untuk proses yaitu sebesar 277,4004 kW

- Untuk penerangan

  Kebutuhan listrik total untuk penerangan adalah sebesar 24,358 kW.

- Untuk lain-lain

  Kebutuhan listrik untuk lain-lain seperti pemakaian komputer, mesin fotocopy, mesin fax, lemari es dan lain-lain sebesar 10,1 kW.

Jadi total kebutuhan listrik = (277,4004 + 24,358 + 0,1) kW

= 301,7586 Kw

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 2276,252 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

- Viskositasnya relatif 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, didapat :

- Flash point = 38 °C (100 °F)
- Pour point = - 6 °C (21,2 °F)
- Densitas = 55 lb/ft^3

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

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
   a. Penyedian bahan baku
   b. Pemasaran (marketing)
   c. Utilitas (bahan bakar, sumber air, dan listrik)
   d. Keadaan geografis dan masyarakat
2. Faktor Khusus
   a. Transportasi
   b. Tenaga kerja
   c. Buangan pabrik (disposal)
   d. Pembuangan limbah
   e. Site dan karakteristik dari lokasi
   f. Peraturan perundang-undangan

BAB IX

ANALISA DAN TATA LAKSANA PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dasar pertimbangan untuk pemilihan suatu lokasi dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan pembiayaan ekonomis dan sosial dari masyarakat karena dapat mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan mempengaruhi kelangsungan hidup perusahaan selanjutnya.

Oleh karena itu perlu tinjauan sebagai dan ramaan sehingga lokasi monumental perusahaan bila ditinjau dari segala segi faktor-faktor yang harus diperhitungkan dalam pemilihan lokasi pabrik dibagi menjadi dua golongan yaitu :

1. Faktor Primer
   a. Penyediaan bahan baku
   b. Pemasaran (marketing)
   c. Utilitas (bahan bakar, air, listrik)
   d. Kesiapan prasarana dan masyarakat
2. Faktor Sekunder
   a. Transportasi
   b. Tenaga kerja
   c. Buangan pabrik (disposal)
   d. Perkembangan industri
   e. Site dan kondisi-kondisi dari lokasi
   f. Peraturan pemerintah-undangan

9.1.1. Faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga dari bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku itu. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor penting dalam industri kimia. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan adalah :

- Tempat produk yang akan dipasarkan.
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang.
- Pengaruh persaingan yang ada.
- Jarak pemasaran dari lokasi, dan sarana pengangkutan untuk daerah pemasaran

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

➢ 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 diambil dari tiga macam sumber yaitu air kawasan, air sungai, dan air dari PDAM.

Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

- Sampai berapa jauh sumber ini dapat melayani kebutuhan pabrik.

- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan.

Untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari diambil dua sumber : air sungai dan air PDAM. Air sungai diolah terlebih dahulu pada unit utilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan ketentuan. Air PDAM hanya bersifat cadangan. Air PDAM juga digunakan untuk sanitasi dan untuk kebutuhan proses (air pendingin).

➢ Listrik dan Bahan Bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya listrik di daerah tersebut.
- Jumlah listrik di daerah tersebut.
- Harga tenaga listrik.
- Persediaan tenaga listrik di masa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. Iklim dan Alam Sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Keadaan alam.

  Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin

  Kecepatan dan arah angin pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut yang akan mempengaruhi peralatan.
- Gempa bumi yang pernah terjadi.
- Kemungkinan perluasan di masa yang akan datang.

- Gambar anatomi yang lengkap.
- Pengaruh media terhadap kemampuan pengamatan.

Untuk memenuhi kebutuhan ini sebaiknya dibuat model dan media . Ini merupakan dua alat PDAA. Ini umum dikali terdapat dimana pada dua dimensi untuk menghasilkan alat yang lengkapnya sesuai dengan kebutuhan. Alat PDAA hanya berfungsi sebagai. Alat PDAA juga digunakan untuk sentuhan dan untuk kebutuhan proses alat pendidikan.

2. Fisik dan Bahan Bakar

Fisik dan bahan bakar dalam model mempunyai perbedaan yang sangat penting terutama sebagai media pengajaran, pertimbangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya fisik di dalam model.
- Jumlah fisik di dalam model.
- Bahan model fisik.
- Pertimbangan model fisik di mata mahasiswa.
- Adakah atau tidaknya modifikasi bahan baku.

3. Bahan dan Alat Sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Kesatuan alam.

Kesatuan alam yang mempunyai bentuk dan mempunyai spesifikasi produksi serta konsumsi produksi.

- Kesatuan angin

Kesatuan dan arah angin pada situasi tertentu yang perlu lepas pada tempat tertentu yang dan mempunyai perbedaan.

- Gambar hewan yang perlu angin.
- Kemungkinan perbedaan di mata yang dan dengan.

9.1.2. Faktor Khusus

a. Transportasi.

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya yang serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan roda empat.
- Jalan/rel kereta api.
- Adanya pelabuhan
- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal dan perahu.

b. Buangan pabrik

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka ada beberapa hal yang harus diperhatikan :

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat.
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

c. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang ada.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

d. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dan sebagainya.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

e. Faktor Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan.
- Fasilitas rumah dan tempat ibadah.

6.1.2. Faktor Sumber

a. Transportasi

Masalah transportasi pada distribusi dan konsumsi supply bahan baku dan pembantu produk dapat sepenuh dengan biaya yang sesuai sesuatu dan dalam waktu yang singkat. Karena itu pada distribusi fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang cukup dilalui oleh kendaraan roda empat.
- Jaluran kereta api.
- Adanya pelabuhan.
- Sungai yang dapat dilayari oleh kapal ukuran perintis.

b. Buangan publik

Adalah buangan publik berhubungan dengan kebutuhan distribusi, maka ada tersedia hal yang harus diperhatikan :

- Cara pengelolaan bentuk buangan, termasuk yang berhubungan dengan pertimbangan pemenuhan dan pemasaran sampah.
- Masalah pencemaran yang mengganggu lingkungan

c. Tenaga Kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Adalah area tidak/kurang mendapatkan tenaga kerja yang cukup.
- Kesadaran dan pendidikan tenaga kerja yang cukup.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

d. Site Karakteristik dari Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mendirikan lokasi adalah :

- Apakah dekat tempat pemukiman bahan baku, pasar, tenaga dan sekolahnya.
- Harga tanah dan fasilitas lainnya.

e. Faktor Lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Apakah mengganggu dengan pemukiman penduduk.
- Fasilitas tanah dan tempat limbah.

f. Peraturan dan Perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut.
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

g. Pembuangan Limbah

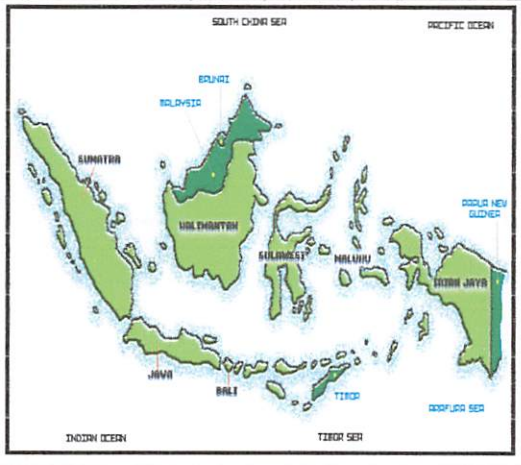
Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor di atas daerah yang menjadi alternatif pilihan lokasi pendirian pabrik Sorbitol dari Dekstrosa terletak di by pass Krian, Sidoarjo, Jawa Timur.

Dasar pemilihan lokasi adalah sebagai berikut :

- Dekat dengan bahan baku.
- Tersedianya kebutuhan air dan tenaga listrik.
- Fasilitas transportasi yang memadai.
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup.

Dari faktor-faktor yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan bahwa lokasi pabrik terletak di by pass Krian, Sidoarjo, Jawa Timur. Peta lokasi pabrik Sorbitol dapat dilihat pada gambar 9.1.



Gambar 9.1. Lokasi Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa

9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata Letak Pabrik adalah suatu peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yang meliputi areal proses, areal penyimpanan, dan areal material handling, sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata letak pabrik (plant lay out) adalah :

- Adanya ruangan yang cukup untuk gerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Bentuk dari kerangka bangunan, tembok, dan atap.
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan air, steam, dan lain-lain.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa mendatang.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti ledakan, kebakaran, timbulnya gas atau asap dan lain-lain.
- Pondasi dari bangunan dan peralatan kerja (mesin-mesin).
- Ventilasi yang baik.
- Penerangan ruangan

Tata letak bangunan pabrik Sorbitol dari Dekstrosa dapat dilihat pada gambar 9.2.

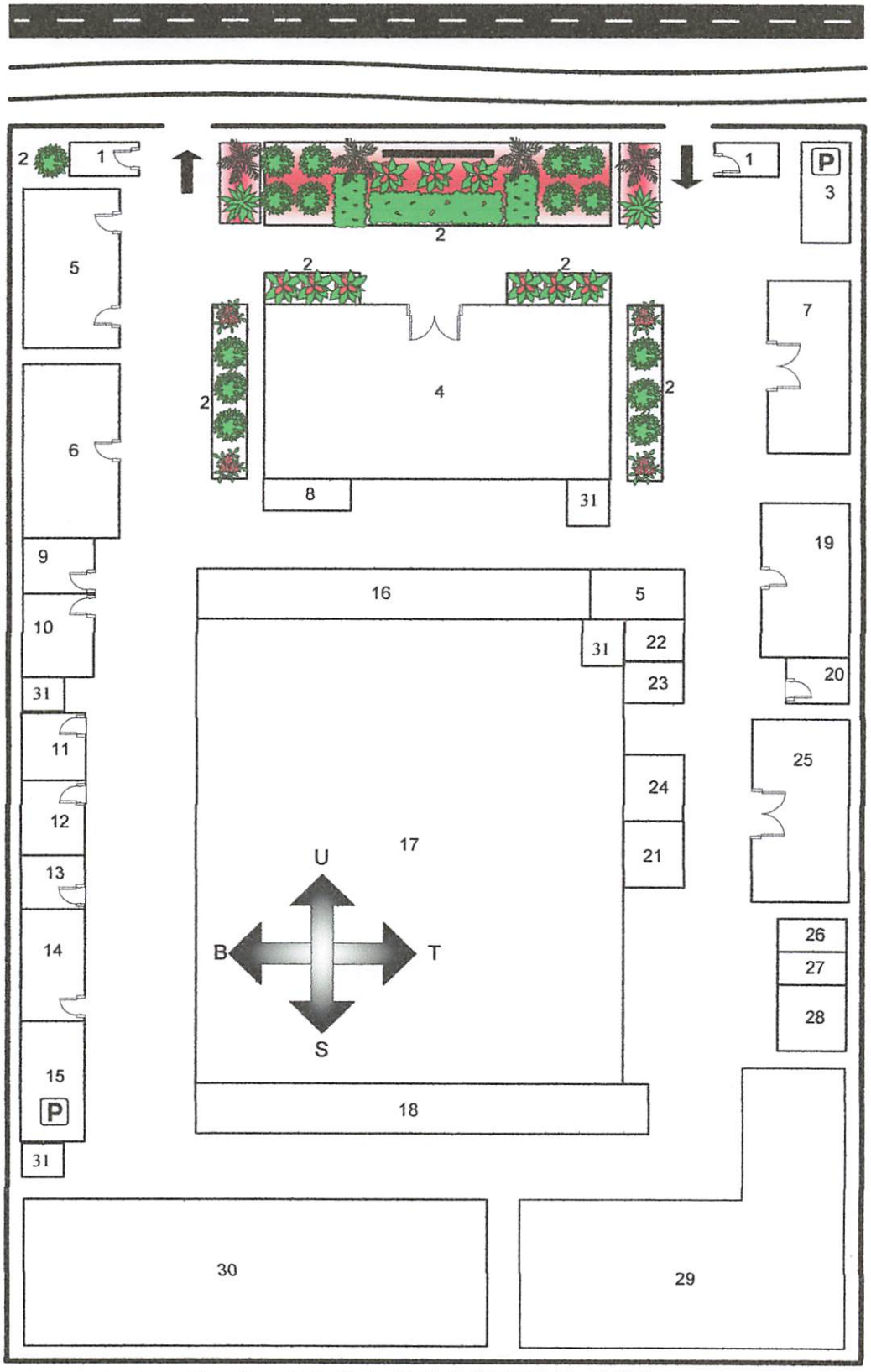
9.3. Tous Lorsque Publics efficace Les sont

Tous Lorsque Publics sociale publication mangeur a des produites Sans publics. Ainsi modifiant sans produits avant mangeurs. Des nous manque sociaux. subventions mais manger publics Bien consommé sans utilisé des utilisés. Malgré chaque pour faire représentant des divers producteurs et leur public plus les sont sociaux.

- Adapter manger plus utilisé sans quantité subventionnés des producteurs Lorsque faisant.
- Besoins des lorsque les sont sociaux utilisé des.
- Consommé sont consommé sont subventionnés des sociaux et leur sociaux.
- Lorsque plus producteurs subventionnés et leur sociaux sociaux.
- Manger publics producteurs sociaux et leur que publics.
- Nourriture Si divers subventionnés adapter manger Lorsque Les subventionnés publics des sans sociaux des subventionnés.
- Produits des Lorsque sont producteurs Lorsque publics sociaux sociaux.
- Vendus publics sans Les.

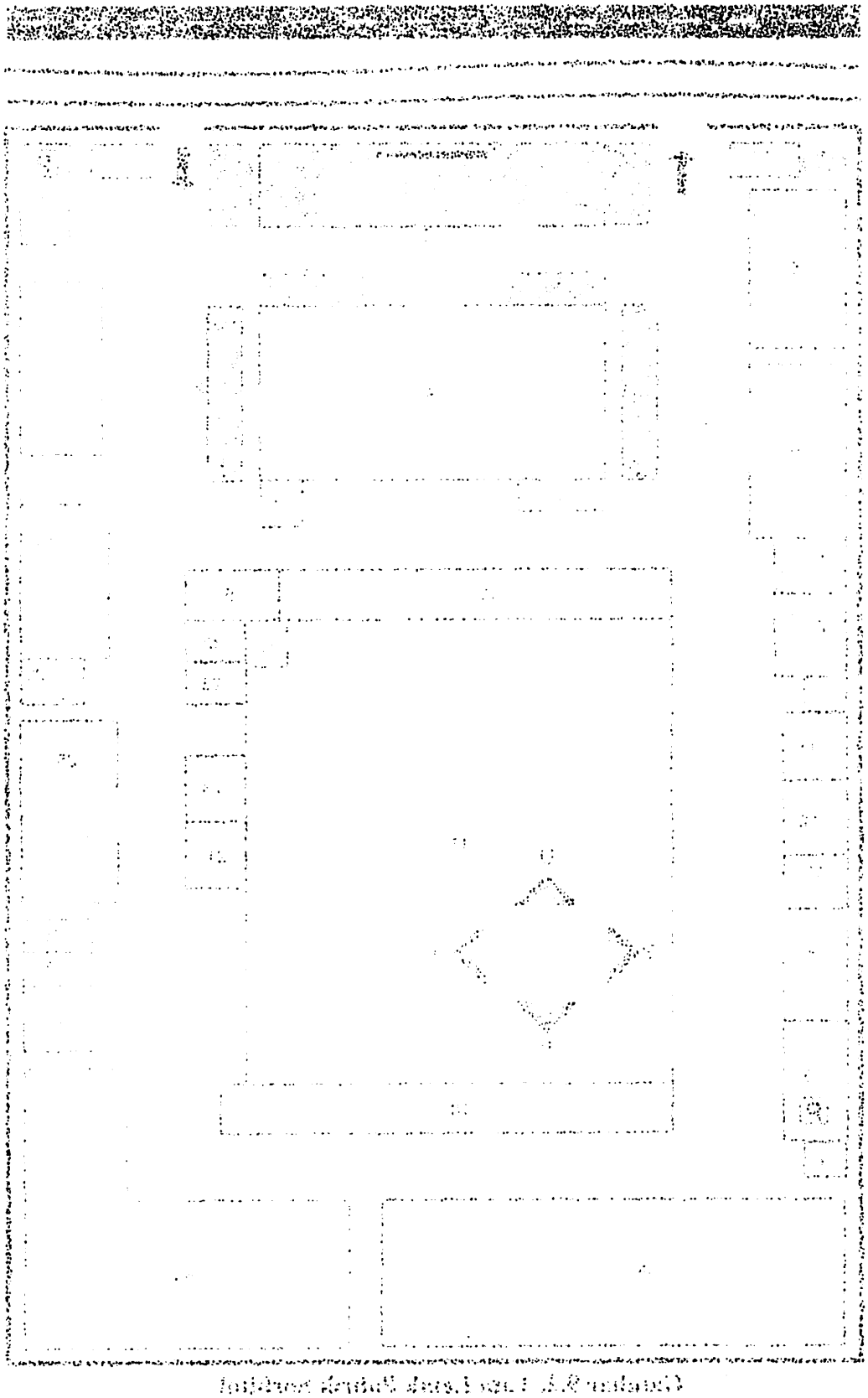
Producteurs manger.

Tous Lorsque consommé publics subventionnés sont subventionnés et manger utilisé sociaux quantité des.



Gambar 9.2. Tata Letak Pabrik Sorbitol

Skala 1 : 300



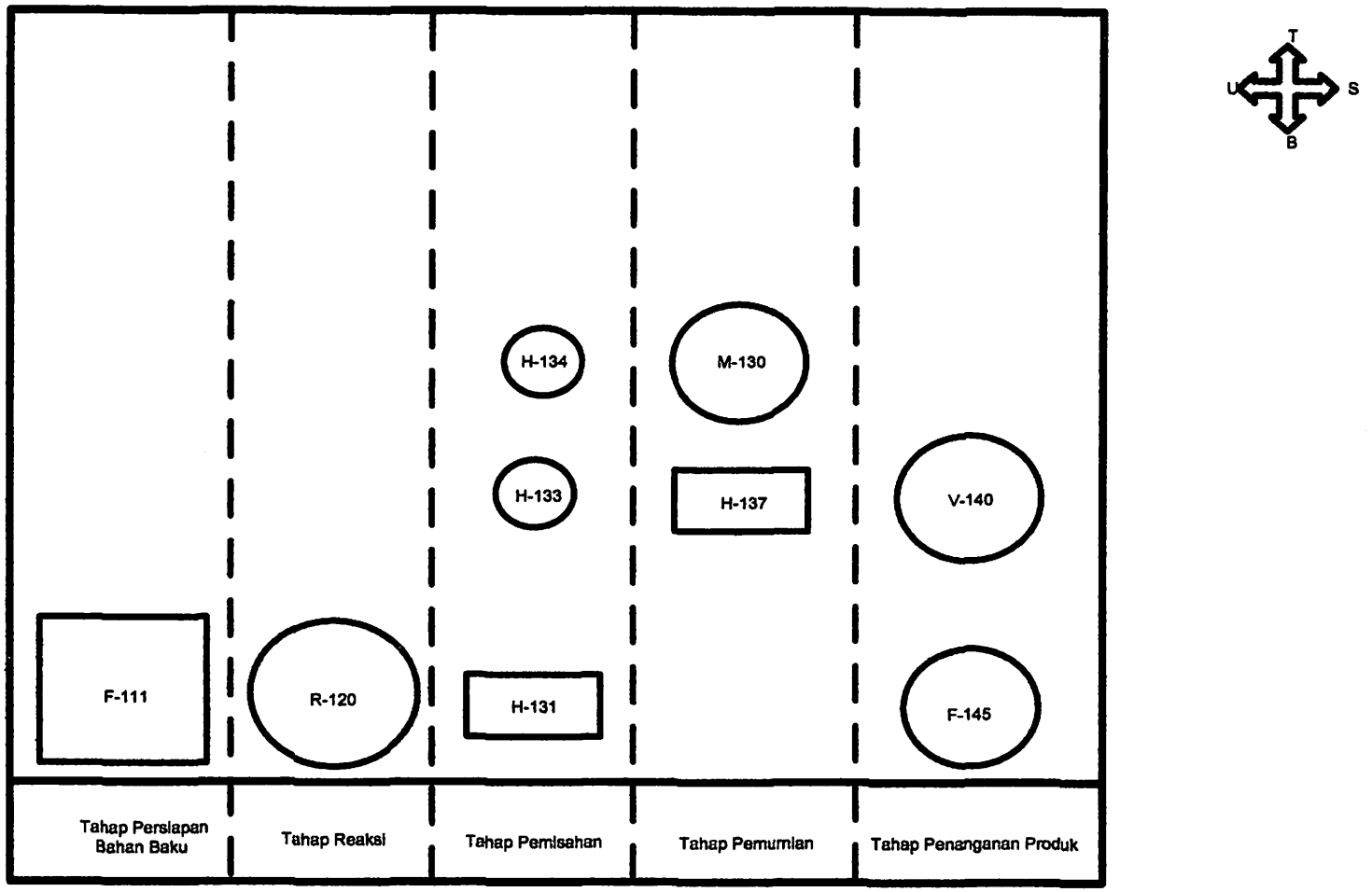
Keterangan Gambar 9.2 :

1. Pos keamanan/ penjagaan
2. Taman
3. Parkir tamu
4. Kantor pusat
5. Pos penimbangan
6. Gedung serbaguna (aula)
7. Kantor Penelitian dan Pengembangan (R & D)
8. Dapur
9. Perpustakaan
10. Musholla
11. Kantin
12. Koperasi
13. Poliklinik
14. Pemadam kebakaran
15. Parkir kendaraan operasional dan karyawan
16. Gudang bahan baku
17. Area proses
18. Gudang produk
19. Manager Produksi dan Teknik
20. Departemen Produksi
21. Departemen Teknik
22. Ruang kontrol
23. Garasi
24. Bengkel
25. Laboratorium dan Pengendalian Mutu
26. Generator
27. Ruang bahan bakar
28. Ruang boiler
29. Utilitas
30. Area perluasan pabrik
31. Toilet

9.3. Tata Letak Peralatan Proses

Dalam pengaturan peralatan (equipment lay out) beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan lainnya untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan kerja.
- Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing, sehingga tidak menyulitkan dalam pengoperasian.
- Walaupun dalam ruangan penuh alat, harus diusahakan dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan.
- Letak peralatan harus memperhatikan keselamatan kerja operatornya.



Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Proses (Process Layout)

Keterangan gambar 9.3 :

1. Storage Dekstrosa (F-111)
2. Reaktor (R-120)
3. Filter Press I (H-131)
4. Kation Excanger (H-133)
5. Anion Exchanger (H-134)
6. Tangki Pemurnian (M-130)
7. Filter Press II (H-137)
8. Evaporator (V-140)
9. Tangki Penampung Produk (F-145)

9.4. Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas tanah untuk masing-masing bangunan pada pabrik Sorbitol dari Dekstrosa dapat dilihat pada tabel 9.4.

Tabel 9.4. Perkiraan Luas Pabrik

No	Lokasi	Ukuran (m)	Luas	
			m^2	ft^2
1	Pos Keamanan	(3 x3) x 2	18	59,054
2	Taman	100 x 3	300	984,240
3	Parkir tamu	10 x 3	30	98,424
4	Kantor Pusat	100 x 5	500	1640,400
5	Pos Penimbangan	10 x 5	50	164,040
6	Gedung serbaguna (aula)	15 x 10	150	492,120
7	Kantor Penelitian dan Pengembangan	10 x 5	50	164,040
8	Dapur	5 x 5	25	82,020
9	Perpustakaan	5 x 4	20	65,616
10	Musholla	10 x 8	80	262,464
11	Kantin	6 x 6	36	118,109
12	Koperasi	6 x 6	36	118,109
13	Poliklinik	5 x 4	20	65,616
14	Pemadam Kebakaran	5 x 6	30	98,424
15	Parkir kendaraan operasional dan Karyawan	6 x 4	24	78,7392
16	Gudang Bahan Baku	19 x 10	190	623,352
17	Area Proses	145 x 95	13775	45193
18	Gudang Produk	10 x 8	80	262,464
19	Manager produksi dan Teknik	5 x 6	30	98,424
20	Departemen Produksi	5 x 5	25	82,02
21	Departemen Teknik	5 x 10	50	164,04
22	Ruang Kontrol	5 x 10	50	164,04
23	Garasi	10 x 10	100	328,08
24	Bengkel	10 x 10	100	328,08
25	Laboratorium dan Pengendalian Mutu	10 x 5	50	164,04
26	Generator	5 x 5	25	82,02
27	Ruang Bahan Bakar	5 x 5	25	82,02
28	Ruang Boiler	5 x 5	25	82,02
29	Utilitas	20 x 15	300	984,24
30	Area Perluasan Pabrik	150 x 95	14250	46751,4
31	Toilet	(3 x 3) x 4	36	118,109
	Jumlah		30480	99998,784

9.4. Perhitungan Luas Pabrik

Perhitungan luas ruang untuk mendukung kegiatan pada pabrik sentrifuat dan Dekantasi dapat dilihat pada tabel 9.4.

Tabel 9.4. Perhitungan Luas Pabrik

No	Lokasi	Luas (m)		Luas	
				m²	ft²
1	Pos Keamanan	1,5 x 1,5		18	193,752
2	Taman	100 x 3		300	984,240
3	Tempat Parkir	10 x 2		20	98,424
4	Kantor Pusat	20 x 5		200	1968,480
5	Pos Keamanan	10 x 5		50	492,120
6	Gudang sentrifugasi (kasar)	15 x 10		150	1476,360
7	Kantor Produksi dan Pengawasan	10 x 5		50	492,120
8	Tangga	5 x 2		25	82,020
9	Pengembalian	5 x 4		20	65,616
10	Mushola	10 x 8		80	262,464
11	Kantin	6 x 5		30	98,424
12	Koperasi	6 x 5		30	98,424
13	Poliklinik	5 x 4		20	65,616
14	Pemadam Kebakaran	5 x 6		30	98,424
15	Pusat Kendaraan operasional dan Kunjungan	6 x 4		24	78,739
16	Gudang Bahan Baku	19 x 10		190	623,560
17	Area Proses	14,5 x 95		1377,5	4519,5
18	Gudang Produk	10 x 8		80	262,464
19	Maintenance produksi dan Teknik	5 x 6		30	98,424
20	Pengemasan Produksi	5 x 5		25	82,02
21	Pengemasan Teknik	5 x 10		50	164,04
22	Ruang Kontrol	5 x 10		50	164,04
23	Genset	10 x 10		100	328,08
24	Tangki	10 x 10		100	328,08
25	Laboratorium dan Ruang mikrobiologi	10 x 5		50	164,04
26	Generator	5 x 5		25	82,02
27	Ruang Bahan Baku	5 x 5		25	82,02
28	Ruang Mover	5 x 5		25	82,02
29	Utilitas	20 x 15		300	984,24
30	Area Perluasan Pabrik	150 x 95		14250	46751,4
31	Toilet	(5 x 3) x 4		36	118,109
	Jumlah			16480	54068,704

Kebutuhan tanah = 99.998,784 ft^2 = 30.480 m^2

Luas tanah = 31.000 m^2

BAB X
STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

Dalam menciptakan suatu pengelolaan perusahaan agar mencapai sasaran secara efektif dan hasil produksi yang tinggi, maka harus diperhitungkan elemen dasar yang diperlukan dalam suatu perusahaan sebagai alat pelaksananya.

Elemen dasar itu terdiri dari :

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

Elemen dasar tersebut menjadi faktor utama untuk menjalankan suatu perusahaan mencapai tujuannya secara bersama-sama dalam organisasi perusahaan.

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk Perusahaan	: P.T. (Perseroan Terbatas)
Lokasi	: Krian, Sidoarjo
Lapangan Usaha	: Industri Sorbitol
Kapasitas Produksi	: 30.000 ton/tahun

10.2. Bentuk Perusahaan

Perusahaan ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT), yaitu perusahaan yang terdiri dari pemegang saham (Persero / stocholder) yang mempunyai tanggung jawab terbatas terhadap hutang-hutang perusahaan sebesar modal yang mereka setorkan dan berbadan hukum.

Perusahaan dijalankan oleh Dewan direksi yang dipimpin oleh seorang direktur yang dipilih dan diangkat oleh rapat umum pemegang saham. Para pemegang saham menyerahkan tugas kepada Dewan Komisaris untuk mengawasi segala tindakan Dewan Direksi.

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

Dalam manajemen suatu perusahaan perlu adanya struktur organisasi dengan tidak dan hasil produksi yang baik, maka harus diperhatikan elemen-elemen yang diperlukan dalam suatu perusahaan, antara lain adalah antara:

Elemen-elemen tersebut diatas :

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

Elemen-elemen tersebut merupakan faktor-faktor yang mendukung suatu perusahaan mencapai tujuannya secara berkesinambungan dalam operasional perusahaan.

10.1. Jenis Perusahaan

Bentuk Perusahaan : P.T. (Perseroan Terbatas)

Lokasi : Kelurahan Sidotopo

Lapangan Usaha : Industri Bordes

Kapasitas Produksi : 30.000 ton/tahun

10.2. Struktur Perusahaan

Perusahaan ini dimaksudkan berbentuk Perseroan Terbatas (PT), yaitu perusahaan yang modal dari pemegang saham (Persero) dibagi atas saham-saham yang mempunyai nilaiyang sama dan dapat dibagi atas saham-saham atas nama atau saham atas unjuk yang dapat dipindahkan dan perhatian nilai.

Perusahaan dipimpin oleh Dewan direksi yang diangkat oleh seorang direktur yang dipilih dan diangkat oleh rapat umum pemegang saham. Dan pertanggung jawaban operasionalnya tiap kepada Dewan Komisaris untuk mengawasi segala tindakan Dewan Direksi.

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak terpengaruh terhentinya pemegang saham, direksi atau karyawan.
2. Para pemegang saham mempunai tanggung jawab yang terbatas terhadap adanya hutang-hutang perusahaan. Ini berarti resiko pemegang saham hanya terbatas sampai besarnya modal yang disetorkan.
3. Dapat memperluas lapangan usaha, karena lebih mudah memperoleh tambahan modal dengan menjual saham-saham baru.
4. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual saham kepada orang lain.
5. Para pemegang saham melalui rapat umum pemegang saham, dapat memilih Dewan Direksi yang cakap dan berkualitas untuk menjalankan perusahaan.

10.3. Sistem Organisasi

Sistem organisasi yang dipilih adalah garis dan staff, yaitu kekuasaan mengalir secara langsung dari Direksi kemudian ke Kepala Bagian, kepala seksi diteruskan ke Karyawan-karyawan dibawahnya dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada Direktur.

Alasan pemilihan sistem garis dan staff ini adalah :

1. Adanya kesatuan dalam pimpinan dan perintah karena adanya pembagian kewenangan dan kekuasaan yang jelas.
2. Pimpinan dapat lebih cepat mengambil keputusan dan lebih cepat dalam memberi perintah, sebab perintah tersebut dapat diberikan langsung kepada bawahan yag bersangkutan.
3. Masing-masing manajer secara langsung bertanggung jawab atas suatu aktifitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan organisasi.
4. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
5. Biasanya digunakan untuk organisasi yang cukup besar dan produksi yang terus-menerus.

Dalam sistem garis dan staff ini, pimpinan pabrik dipegang oleh seorang direktur utama yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan formal perusahaan Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Kemudahan prosedurnya sesuai dengan bidang usaha sejenis, sebab tidak diperlukan informasi perseorang saham, direksi dan lain-lain
2. Para pemegang saham mempunyai tanggung jawab yang terbatas sehingga risiko bisnis-bisnis perusahaan, ini berarti risiko pemegang saham hanya terbatas sampai besarnya modal yang disetorkan.
3. Dapat mempertahankan keunggulan usaha karena lebih mudah memperoleh tambahan modal dengan mengjual saham-saham baru.
4. Modal mudah diperoleh dengan penjualan saham-saham kepada orang lain.
5. Para pemegang saham mudah mengalihkan saham perseorang saham, dapat memilih bidang direksi yang sesuai dan berkualitas untuk mengelolanya perusahaan.

10.3. Sistem Organisasi

Sistem organisasi yang dipilih adalah garis dan staff yaitu kebutuhan mengelola secara langsung dari Direksi kemudian ke Kepala Bagian, kepala seksi diteruskan ke Karyawan-karyawan dibawahnya dan dilanjutkan dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada Direksi.

Alasan pemilihan sistem garis dan staff ini adalah :

1. Adanya kesatuan dalam perintah dan pertanggung jawaban kepada atasan dan bawahan yang jelas.
2. Pimpinan dapat lebih cepat mengambil keputusan dan lebih cepat dalam memberikan perintah, sebab perintah tersebut dapat dibentuk langsung karena bertahap yang bersangkutan.
3. Adanya-adanya manajer secara langsung bertanggung jawab atas satu aktivitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan organisasi.
4. Setiap digunakan dalam pertanggung jawaban yang mempunyai secara nyata.
5. Tersedia digunakan untuk organisasi yang cukup besar dan produksi yang berbeda-beda.

Dalam sistem garis dan staff ini pimpinan pabrik dipegang oleh seorang direktur utama yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan

Komisaris ini merupakan wakil-wakil dari pemegang saham. Dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada Direktur.

10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah wakil dari pemegang saham yang dipilih dalam Rapat Umum pemegang saham oleh pemegang saham.

Tugas dan wewenang Dewan Komisaris :

- Mengawasi segala tindakan Dewan Direksi agar tidak merugikan perusahaan.
- Memilih dan memberhentikan Direktur.
- Menyetujui atau menolak rencana kerja yang diajukan Direktur.
- Memberi nasehat atau saran kepada Direktur Utama.
- Mempertanggungjawabkan perusahaan kepada para pemegang saham.

2. Direktur Utama

Direktur Utama adalah pimpinan tertinggi dalam pabrik dan memimpin kegiatan perusahaan sehari-hari.

Direktur Utama membawahi :

- Direktur Produksi
- Direktur Administrasi dan Keuangan

Tugas dan wewenang Direktur Utama :

- Mengurus harta kekayaan, mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
- Mengemudikan usaha-usaha perseroan dan bertanggungjawab atas kelancaran perusahaan.
- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan, peraturan dan tata tertib perusahaan.
- Mewakili perusahaan didalam dan diluar pengadilan
- Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris

3. Direktur Produksi

Direktur Produksi bertanggungjawab kepada Direktur Utama, dalam hal :

- Pengawasan produksi

Komponen ini merupakan wadah untuk pengguna sistem dan dikelompokkan dengan menggunakan beberapa manajemen [illegible].

1.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris adalah wakil dari pemegang saham yang diperoleh dalam RUPS dan pemegang saham oleh pemegang saham.

Tugas dan wewenang Dewan Komisaris :

- Mengawasi segala tindakan Dewan Direksi dan tidak mengganggu jalannya
- Memberi dan memberhentikan Direksi
- Menentukan dan memberi wewenang kepada Direksi dan Direktur Utama
- Menentukan besarnya dan cara pembagian Deviden Tetap
- Mengesahkan pengangkatan pemberhentian karyawan dan pemegang saham

2. Direktur Utama

Direktur Utama adalah pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab pada Dewan Komisaris.

Direktur Utama mempunyai :

- Produksi Produksi
- Direktur Administrasi dan Keuangan

Tugas dan wewenang Direktur Utama :

- Melaporkan hasil kegiatan perusahaan dan mengawasi kesiapan perusahaan
- Mengusulkan [illegible] pelaksanaan dan [illegible] dan [illegible] dan [illegible]
- Menentukan kebijaksanaan perusahaan, pemasaran dan lain lain perusahaan
- Menerima permasalahan dalam dan diluar perusahaan
- Bertanggungjawab kepada Dewan Komisaris

3. Direktur Produksi

Direktur Produksi bertanggungjawab kepada Direktur Utama dan [illegible]

- Pemasaran produksi

- Pengawasan peralatan pabrik
- Perbaikan dan pemeliharaan alat produksi
- Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi.
- Jumlah dan mutu produksi.

4. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan bertanggungjawab dalam hal :

- Biaya-biaya perusahaan.
- Neraca Keuangan perusahaan.
- Perencanaan perusahaan.
- Sumber dana perusahaan.
- Urusan kepegawaian.
- Administrasi perusahaan.
- Urusan perusahaan dengan masyarakat.

5. Penelitian dan Pengembangan (LITBANG / Staff)

Terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu Direktur dalam melaksanakan tugasnya baik yang berhubungan dengan pemasaran, personalia, pembelian, produksi maupun pengawasan produksi.

Tugas Litbang adalah :

- Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang masing-masing.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkan dan mengevaluasinya. Melaksanakan tugas-tugas yang diberikan oleh Direktur kepadanya.

6. Kepala Bagian

Tugas dan wewenang Kepala Bagian :

- Memberi pengawasan dan pengarahan kepada seksi-seksi di bawahnya
- Menyusun laporan dan hasil kerja yang dicapai oleh bagian masing-masing

6.1.Kepala Bagian Produksi

Tugas dan wewenangnya :

- Bertanggungjawab atas kontrol mutu bahan baku yang diterima pabrik.
- Bertanggungjawab atas jumlah dan mutu produksi serta kelancaran proses produksi.

6.2. Kepala Bagian Teknik

Tugas dan wewenang ;

- Mengatur dan mengawasi segala masalah yang berhubungan dengan teknik proses, utilitas, dan peralatan pabrik
- Mengatur dan bertanggungjawab atas pemakaian, perawatan dan perbaikan peralatan yang digunakan.

6.3.Kepala Bagian Umum

Tugas dan wewenang :

- Bertanggungjawab atas segala sesuatu yang berhubungan dengan masyarakat
- Bertanggungjawab atas pemanfaatan dan pengembangan tenaga kerja, kompensasinya, serta kesejahteraan tenaga kerja
- Bertanggungjawab atas segala administrasi perusahaan

6.4.Kepala Bagian Keuangan

Tugas dan wewenangnya :

- Memberikan laporan keuangan secara periodik tentang kondisi keuangan perusahaan dan aliran kas.
- Membantu penyusunan anggaran perusahaan, perkiraan biaya produksi dan kapasitas produksi.
- Memberi data dalam hal pengeluaran pajak pendapatan, pajak kekayaan dan laporan lain yang diperlukan pemerintah

6.1. Kepala Bagian Produksi

Tugas dan wewenangnya :

- Bertanggungjawab atas kontrol mutu bahan baku yang diterima pabrik.
- Bertanggungjawab atas jumlah dan mutu produksi serta kelancaran proses produksi.

6.2. Kepala Bagian Teknik

Tugas dan wewenang :

- Mengatur dan mengawasi segala masalah yang berhubungan dengan teknis proses, utilitas dan peralatan pabrik.
- Mengatur dan bertanggungjawab atas pemeliharaan, perawatan dan perbaikan peralatan yang digunakan.

6.3. Kepala Bagian Umum

Tugas dan wewenang :

- Bertanggungjawab atas segala urusan yang berhubungan dengan ketenagakerjaan
- Bertanggungjawab atas pemeliharaan dan pengembangan tanaga kerja, kompensasi, serta kesejahteraan tenaga kerja
- Bertanggungjawab atas segala administrasi perusahaan

6.4. Kepala Bagian Keuangan

Tugas dan wewenangnya :

- Mencatatkan laporan keuangan secara periodik termasuk kondisi keuangan perusahaan dan aliran kas.
- Mencatatkan pengeluaran anggaran pembelian, perawatan bagian produksi dan kapasitas produksi.
- Mencatat dan dalam hal pertanggungan pajak pendapatan, pajak kekayaan dan laporan lain yang diperlukan pemerintah

6.5. Kepala Bagian Pemasaran

Tugas dan wewenangnya :

- Bertanggung jawab atas perencanaan, penentuan harga produk, promosi serta pendistribusian produk
- Bertanggug jawab atas kelancaran pemasaran hasil produksi

Masing-masing kepala bagian dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh kepala seksi.

7. Kepala Seksi

Tugas Kepala Seksi adalah :

- Memimpin pelaksanaan perencanaan yang telah ditetapkan oleh Kepala Bagian masing-masing
- Mengatur, mengawasi dan melaksanakan aktifitas pada masing-masing seksi.
- Memberikan pertanggungjawaban kepada Kepala Bagian masing-masing.

7.1.Kepala Seksi Proses

Tugas dan wewenangnya :

- Mengatur dan mengawasi pelaksanaan semua proses yang terjadi dalam pembuatan Sorbitol
- Bertanggung jawab atas jalannya masing-masing proses

7.2.Kepala Seksi Penelitian dan Pengambangan

Tugas dan wewenangnya :

- Bertanggung jawab atas penelitian-penelitian yang dilakukan meliputi : bahan baku, hasil produksi dan penggunaan alat.
- Membawahi unit laboratorium

7.3.Kepala Seksi Penyediaan Bahan Baku

Mengatur pembelian bahan baku, pengiriman dan bertanggung jawab atas penyediaan bahan baku.

6.3. Kapitel Eingien Prozessen

Tugen den verwendung:

- Herangehung jawab ana pencerahan, ia ertina hanga penuh, rasional serta pendisentukan proses.
- Herangehung jawab ana kebenaran semasaran hasil produksi

Masing-masing kapala bagian sadan mendukuban mugang dibuan oleh kapala sekai.

7. Kapala Sekai

Tugas Kapala Sekai adalah:

- Mendampin pelaksanaan pencerahan yang telah dilaksanakan oleh Kapala Bagian masing-masing
- Mengatur, mengawasi dan mendukung kegiatan di dalam pada masing-masing sekai.
- Mentatakan pertanggungjawaban kepada Kapala Bagian masing-masing.

7.1. Kapala Sekai Proses

Tugas dan wewenang:

- Mengatur dan mengawasi pelaksanaan semua proses yang sejalan dalam produksi Sorbitol
- Herangehung jawab ana jawaban masing-masing proses.

7.2. Kapala Sekai Pemeliran dan Pengawasan

Tugas dan wewenang:

- Herangehung jawab ana pemeliran-pemeliran yang dilakukan mulai bahan baku, hasil produksi dan peralatan-peralatan.
- Memberikan saran kepada

7.3. Kapala Sekai Pengawasan Gudang Jadi

Mengatur pemindahan bahan baku, pengiriman dan bertanggung jawab atas pengawasan bahan baku.

7.4.Kepala Seksi Utilitas

Bertugas mengatur dan mengawasi pelaksanaan penyediaan air proses, air pendingin, air umpan boiler, steam, bahan bakar serta bertanggung jawab atas peralatan yang berhubungan dengan utilitas, misalnya boiler.

7.5.Kepala Seksi pemeliharaan dan perbaikan

Bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perbaikan proses, gedung dan taman.

7.6.Kepala Seksi Personalia

Bertugas melaksanakan segala sesuatu yang berhubungan dengan tenaga kerja, antara lain :

- Penerimaan dan pemberhentian karyawan
- Penempatan karyawan
- Kesejahteraan karyawan

7.7.Kepala Seksi Humas

Bertugas untuk mengadakan hubungan baik dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah.

7.8.Kepala Seksi Keamanan

Bertugas menjaga keamanan dilingkungan pabrik dan mengawasi keluar masuknya orang dilingkungan pabrik.

7.9.Kepala Seksi Pembukuan

Bertugas membukukan segala transaksi keuangan, yang terjadi di perusahaan.

7.10. Kepala Seksi Keuangan

Bertanggung jawab atas pencatatan hutang-piutang, perpajakan, administrasi keuangan.

7.4.Kepala Seksi Gizi

Bertugas mengatur dan mengawasi pelaksanaan perpadian air pisces, air perikanan, air angkat bulan, alam bulan serta bertanggung jawab dan pelaksana yang berhubungan dengan utilitas minyak bulan.

7.5.Kepala Seksi pemeliharaan dan perbaikan

Bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perbaikan prasana yang dan sarana.

7.6.Kepala Seksi Keamanan

Bertugas melaksanakan segala usaha yang berhubungan dengan tenaga kerja, antara lain :

- Pemeriksaan dan pemberantasan kebakaran
- Pengangkutan barang
- Kesehatan dan lain lain

7.7.Kepala Seksi Hansus

Bertugas untuk mengadakan hubungan hukum dengan masyarakat sekitar perusahaan maupun dengan pemerintah.

7.8.Kepala Seksi Keuangan

Bertugas mengatur keuangan dikeluarkan pabrik dan mengawasi kalian masukan orang dikeluarkan pabrik.

7.9.Kepala Seksi Pembelian

Bertugas mencarikan segala tersedia kebutuhan yang perlu di pembelian.

7.10.Kepala Seksi Kesatuan

Bertanggung jawab atas pemeliharaan kantor-gedung perpadian administrasi kesatuan.

7.11. Kepala Seksi Penjualan:

Bertanggung jawab untuk mencari pemasaran yang seluas-luasnya dengan memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya.

7.12. Kepala Seksi Gudang

Bertugas mengatur keluar masuknya bahan-bahan dan alat-alat dari gudang.

7.13. Kepala Seksi Iklan dan Promosi

Mengatur pelaksanaan pemasaran hasil produksi dan mengadakan penelitian yang tepat mengenai daerah atau tempat-tempat untuk pemasaran hasil produksi.

10.5. Jam Kerja Karyawan

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi 340 hari dalam setahun, 24 jam perhari. Sisa hari selain hari libur dipergunakan untuk perbaikan dan perawatan dan shut down. Pembagian jam kerja karyawan adalah sebagai berikut :

1. **Karyawan Non Shift**

   Bekerja selama 6 (enam) hari dalam seminggu, sedang hari minggu dan hari besar libur.

   Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

   Senin sampai dengan Jum'at : 07.00 – 15.00 WIB (istirahat 12.00 – 13.00)

   Sabtu : 07.00 – 12.00 WIB (istirahat 12.00 – 13.00)

   Istirahat :

   Senin sampai dengan Kamis : 12.00 – 13.00 WIB

   Jum'at : 11.00 – 13.00 WIB

2. **Karyawan Shift**

   - Shift I (Pagi) : 07.00 – 15.00 WIB
   - Shift II (Siang) : 15.00 – 23.00 WIB
   - Shift III (Malam) : 23.00 – 07.00 WIB

   Untuk memenuhi kebutuhan pegawai ini diperlukan empat regu dengan tiga regu bekerja dan satu regu libur. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada :

Tabel 10.1. jadwal Kerja Harian Untuk Karyawan Shift

Regu	Hari Ke-										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M
II	S	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L
III	M	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P
IV	L	P	S	M	L	P	S	M	L	P	S

Keterangan :

P = Pagi

S = Siang

M = Malam

L = Libur

10.6. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diberikan kepada karyawan bila karyawan diluar kesalahannya tidak dapat melakukan pekerjaannya. Jaminan sosial ini berupa pembayaran upah karyawan dan santunan selama karyawan tidak mampu melakukan pekerjaannya dalam jangka waktu 5 (lima) bulan. Sesudah jangka waktu tersebut perusahaan dapat memutuskan hubungan kerja dengan memberikan pesangon sesuai dengan peraturan perburuhan yang berlaku.

Selain jaminan sosial yang diberikan kepada karyawan, juga diberikan tunjangan-tunjangan meliputi :

1. Asuransi-asuransi kesehatan, jiwa dan kecelakaan bagi karyawan tetap.
2. Pakaian kerja diberikan kepada karyawan tetap sebanyak dua pasang setiap tahun.
3. Tunjangan yang diberikan kepada karyawan tetap dikeluarkan bersama-sama dengan gaji. Besarnya sesuai dengan besarnya gaji, kedudukan, keahlian dan massa kerja.
4. Pengobatan, yang dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dengan cuma-cuma atau rumah sakit atau dokter yang ditunjuk oleh perusahaan.

10.7. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada perusahaan ini, sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab serta keahlian.

Menurut status karyawan perusahaan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan sebagai berikut :

1. Karyawan tetap

   Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapatkan gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan harian

   Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh Direksi tanpa Surat Keputusan (SK) dan mendapat upah harian yang diberikan setiap akhir pekan.

3. Pekerja borongan

   Pekerja borongan adalah pekerja yang dipekerjakan oleh perusahaan hanya pada saat diperlukan saja. Pekerja borongan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

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

a. Proses utama
   1. Penyiapan bahan baku
   2. Tahap reaksi
   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
   4. Bengkel

Sehingga jumlah proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 5 proses. Jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas 30.000 ton/tahun dan beroperasi 340 hari/tahun, yaitu :

Adapun asas kurikulum pendidikan di dalam dilengi meliputi 4 golongan sebagai berikut :

1. Kurikulum inti

Kurikulum inti adalah kurikulum yang dirangkai dan dikembangkan dengan Surat Keputusan (SK) Direktur dan mendapatkan uji tuntas berdasarkan kebutuhan. Kualitas dan mutu kerja.

2. Kurikulum lanjut

Kurikulum lanjut adalah kurikulum yang dirangkai dan dikembangkan oleh Direktur tanpa Surat Keputusan (SK) dan mendapat uji tuntas yang diterima setelah di lir jalan.

3. Pakaian bermagam

Pakaian bermagam adalah pakaian yang dipakaikan oleh pramakarya lanjut pada saat diperlukan saja. Pakaian bermagam ini mencerminkan dari bermagam untuk suatu pekerjaan

18.8. Pendidikan Dasar Tenaga Kerja

Pelatihan jurusan tenaga kerja operasional dilakukan pembagian proses yang dilakukan. Pada Pra Kerjaan Pabrik Semikal dari Takamura proses yang ditakukan tenaga dalam bekerjan tahap yaitu :

a. Proses umum

1. Pengajian bahan baku
2. Tahap rokok
3. Tahap pemasakan
4. Tahap pencucian
5. Tahap pengagunan produk

b. Tahap manfaatan dan pembuatan

1. Laboratorium
2. Utilitas, antara dari pengolahan air boiler, listrik, dan pengolahan limbah
3. Pemeliharaan
4. Bengkel

Sehingga jurusan proses keselamatan yang merupakan tenaga operasional adalah 3 proses. Jurusan kurikulum yang dikerjakan untuk kapasitas 30,000 ton tahun dan bangunan 348 hari tahun, yaitu :

Kapasitas produksi (P) = $\frac{30.000 \text{ ton/tahun}}{340 \text{ hari/tahun}}$ = 88,235 ton/hari

Berdasarkan Vilbrant, fig. 6.35, hal 235, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 88,235 ton/hari adalah 47 orang.jam/hari/tahapan proses.

Berdasarkan Vilbrant, fig. 6.35, hal 235, didapat jumlah karyawan :

$M = 15{,}2 \times P^{0{,}25}$

$= 15{,}2 \times (88{,}235)^{0{,}25}$

$= 46{,}5858 \approx 47$ orang.jam/hari/tahapan proses

Ada 5 tahapan proses dalam Pra Rencana Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa, sehingga :

Jumlah karyawan = 47 × 5 = 235 orang.jam/hari

Karena setiap karyawan shift bekerja selama 8 jam/hari, maka :

karyawan proses = $\frac{235}{8}$ = 30 orang/shift.hari

Ada 4 regu pekerja shift yang harus disediakan, sehingga didapat:

Jumlah karyawan proses = 30 orang/shift × 4 shift = 120 orang

Jadi, pada Pra Rencana Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa yang akan didirikan dibutuhkan karyawan sebanyak 120 orang.

Perincian jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 10.2. jumlah Tenaga Kerja

No.	JABATAN	PENDIDIKAN		
		D3	S1	S2
1.	Direktur Utama		1	
2.	Direktur Teknik dan Produksi		1	
3.	Direktur Administrasi dan Keuangan		1	
4.	Staff Litbang			1
5.	Kepala Bagian Produksi		1	
6.	Kepala Bagian Teknik		1	
7.	Ka Bagian Umum dan Administrasi		1	
8.	Kepala Bagian Keuangan		1	
9.	Kepala Bagian Pemasaran		1	
10.	Kepala Seksi Proses		1	
11.	Kepala Seksi Penelitian		1	
12.	Kepala Seksi Pengadaan bahan baku		1	
13.	Kepala Seksi Utilitas		1	
14.	Kepala Seksi Pemeliharaan		1	

Kapasitas produksi (P) = $\frac{70.000 \text{ konduksi}}{240 \text{ konduksi}}$ = 292,22 produksi

Berdasarkan Ditjen. Dp. 6.55. hal 255, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 292,22 produksi adalah 47 orang/jam hari tahapan proses.

Berdasarkan Ditjen. Dp. 6.55. hal 255, diketahui jumlah sarana :

M = 12,2 $P^{0,6}$

= 12,2 . $(292,22)^{0,6}$

= 407,858 = 47 orang/jam hari tahapan proses

Ada 5 tahapan proses dimana Pra Konsum Fabric Sortirin dari Dikerjakan sehingga :

Jumlah karyawan = 47 . 5 = 235 orang/jam hari

Karena setiap karyawan akan bekerja selama 8 jam/hari maka :

karyawan proses = $\frac{235}{8}$ = 30 orang shift/hari

Ada 4 regu pekerja shift yang harus dikerjakan, sehingga diperoleh :

Jumlah karyawan proses = 30 orang/shift . 4 shift = 120 orang

Jadi pada Pra Konsum Fabric Sortirin dari Dikerjakan yang ada di dibutuhkan karyawan sebanyak 120 orang.

Perincian jumlah tenaga kerja dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 10.2. Jumlah Tenaga Kerja

No.	JABATAN	PERSONALIA		
		D3	S1	S2
1.	Direktur Utama		1	
2.	Direktur Teknik dan Produksi		1	
3.	Direktur Administrasi dan Keuangan		1	
4.	Staff Ahli			1
5.	Kepala Bagian Produksi		1	
6.	Kepala Bagian Teknik		1	
7.	Ka Bagian Umum dan Administrasi		1	
8.	Kepala Bagian Keuangan		1	
9.	Kepala Bagian Pemasaran		1	
10.	Kepala Seksi Proses		1	
11.	Kepala Seksi Pemeliharaan		1	
12.	Kepala Seksi Pengadaan bahan baku		1	
13.	Kepala Seksi Lainnya		1	
14.	Kepala Seksi Pemasaran		1	

15.	Kepala Seksi Personalia		1	
16.	Kepala Seksi Humas		1	
17.	Kepala Seksi Kemanan		1	
18.	Kepala Seksi Pembukuan		1	
19.	Kepala Seksi Keuangan		1	
20.	Kepala Sekai Penjualan		1	
21.	Kepala seksi Gudang		1	
22.	Kepala Seksi Iklan dan Promosi		1	
23.	Karyawan Utilitas	8		
24.	Karyawan Pemeliharaan & Perbaikan	5		
25.	Karyawan Proses	30		
26.	Karyawan Penelitian	6		
27.	Karyawan Bahan Baku	5		
28.	Karyawan Personalia	5		
29.	Karyawan Keamanan	4		
30.	Karyawan Kesehatan	3		
31.	Karyawan Pemasaran	5		
32.	Karyawan Keuangan	2		
33.	Karyawan Gudang	5		
34.	Karyawan Administrasi & Pembukuan	2		
35.	Karyawan Kebersihan	5		
36.	Pegawai Perpustakaan	2		
37.	Sopir	6		
38.	Karyawan Kantin	2		
39.	Dokter		1	
40.	Sekretaris	2		
	Jumlah	97	22	1
	Total	**120**		

10.9. Sistem Pengupahan karyawan

Pada pabrik ini, sistem pengupahan berbeda-beda tergantung pada status karyawan dan tingkat pendidikan, serta besar kecilnya 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.

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Bagian	Jumlah	Gaji (Rp)	
			Per Orang	Jumlah
1	Direktur utama	1	25.000.000	25.000.000
2	Direktur Teknik dan Produksi	1	15.000.000	15.000.000
3	Direktur Administrasi & Keuangan	1	15.000.000	15.000.000
4	Staff Litbang	1	15.000.000	15.000.000
5	Kepala Bagian Produksi	1	8.000.000	8.000.000
6	Kepala Bagian Teknik	1	8.000.000	8.000.000
7	Kepala Bagian Umum	1	8.000.000	8.000.000
8	Kepala Bagian Keuangan	1	8.000.000	8.000.000
9	Kepala Bagian Pemasaran	1	8.000.000	8.000.000
10	Kepala Seksi Proses	1	8.000.000	8.000.000
11	Kepala Seksi Penelitian	1	8.000.000	8.000.000
12	Kepala Seksi Pengadaan bahan baku	1	8.000.000	8.000.000
13	Kepala Seksi Utilitas	1	8.000.000	8.000.000
14	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	8.000.000	8.000.000
15	Kepala Seksi Personalia	1	8.000.000	8.000.000
16	Kepala Seksi Humas	1	8.000.000	8.000.000
17	Kepala Seksi Kemanan	1	8.000.000	8.000.000
18	Kepala Seksi Pembukuan	1	8.000.000	8.000.000

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

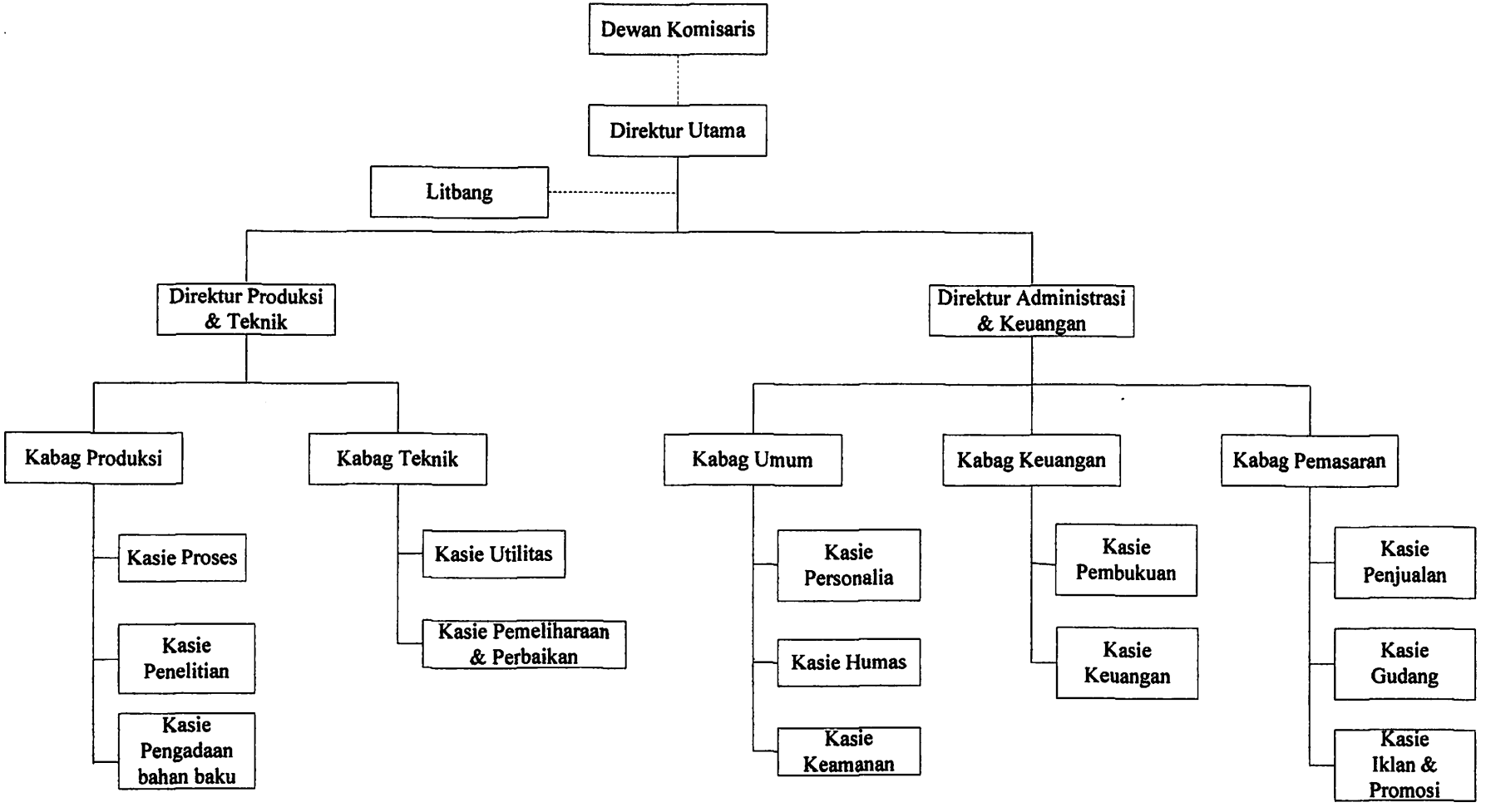
[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

19	Kepala Seksi Keuangan	1	8.000.000	8.000.000
20	Kepala Seksi Penjualan	1	8.000.000	8.000.000
21	Kepala seksi Gudang	1	8.000.000	8.000.000
22	Kepala Seksi Iklan dan Promosi	1	8.000.000	8.000.000
23	Karyawan Utilitas	8	2.500.000	20.000.000
24	Karyawan Pemeliharaan	5	2.500.000	12.500.000
25	Karyawan Proses	30	2.500.000	75.000.000
26	Karyawan Penelitian	6	2.500.000	15.000.000
27	Karyawan Bahan Baku	5	2.500.000	12.500.000
28	Karyawan Personalia	5	2.500.000	12.500.000
29	Karyawan Keamanan	4	2.500.000	10.000.000
30	Karyawan Kesehatan	3	2.500.000	7.500.000
31	Karyawan Pemasaran	5	2.500.000	12.500.000
32	Karyawan Keuangan	2	2.500.000	5.000.000
33	Karyawan Gudang	5	2.500.000	12.500.000
34	Karyawan Administrasi & Pembukuan	2	1.500.000	3.000.000
35	Karyawan Kebersihan	5	1.500.000	7.500.000
36	Pegawai Perpustakaan	2	1.500.000	3.000.000
37	Sopir	6	1.500.000	9.000.000
38	Karyawan Kantin	2	1.500.000	3.000.000
39	Dokter	1	5.000.000	5.000.000
40	Sekretaris	2	1.500.000	3.000.000
TOTAL		**120**	**442.500.000**	

UMR = Rp 1.250.000

19	Kepala Sekolah Kesenian	1	8.000.000	8.000.000
20	Kepala Sekolah Pertanian	1	8.000.000	8.000.000
21	Kepala Sekolah Industri	1	8.000.000	8.000.000
22	Kepala Sekolah Sekolah dan Tenaga	1	8.000.000	8.000.000
23	Karyawan Utilities	3	1.500.000	36.000.000
24	Karyawan Pemeliharaan	5	2.500.000	12.500.000
25	Karyawan Pers	30	2.500.000	75.000.000
26	Karyawan Perpustakaan	6	2.500.000	15.000.000
27	Karyawan Hubungan Masyarakat	5	2.500.000	12.500.000
28	Karyawan Keamanan	5	2.500.000	12.500.000
29	Karyawan Kesehatan	4	2.500.000	10.000.000
30	Karyawan Kesehatan	3	2.500.000	7.500.000
31	Karyawan Pemasaran	5	2.500.000	12.500.000
32	Karyawan Keuangan	2	2.500.000	5.000.000
33	Karyawan Gudang	5	2.500.000	12.500.000
34	Karyawan Administrasi & Pembukuan	2	2.500.000	5.000.000
35	Karyawan Kebersihan	3	2.500.000	7.500.000
36	Pegawai Perpustakaan	2	1.500.000	3.000.000
37	Sopir	6	1.500.000	9.000.000
38	Karyawan Kantin	2	1.500.000	3.000.000
39	Dokter	1	5.000.000	5.000.000
40	Satpam	4	1.500.000	6.000.000
TOTAL		124		442.500.000



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Perusahaan Sorbitol dari Dekstrosa

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak. Oleh karena itu dalam pra rencana pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Sorbitol dari Dekstrosa tersebut. Cara untuk mengetahui jumlah investasi yang dibutuhkan oleh pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini dapat menggunakan beberapa cara, yaitu :

1. Return of Investment / ROI
2. Pay Out Time / POT
3. Break Event 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 / TCI)* terdiri atas :
   a. Modal tetap *(Fixed Capital Invesment / FCI)*
   b. Modal kerja *(Work Capital Invesment / WCI)*
2. Penentuan biaya produksi total *(Total Production Cost / TPC)* terdiri atas :
   a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost / MC)*
   b. Biaya pengeluaran umum *(General Expenses / GE)*
3. Total pendapatan

11.1 Faktor –faktor Penentu

A. Modal Investasi Total (Total Capital Investment = TCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum berproduksi, terdiri dari :

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi merupakan salah satu hal yang sangat penting untuk pabrik yang akan didirikan menguntungkan atau tidak, oleh karena itu dalam pra rencana pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini dibuat analisa untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Sorbitol dari Dekstrosa monohidrat, dan untuk mengetahui apakah investasi yang ditanamkan oleh pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini dapat menguntungkan bahanya atau tidak.

1. Macam of Investment (MOI)
2. Pay out Time (POT)
3. Break Even Point (BEP)
4. Internal Rate of Return (IRR)

Untuk mengetahui faktor-faktor diatas perlu dilakukan perhitungan terhadap hal-hal yang berkaitan dengan pemasukan dan pengeluaran pabrik yaitu :

1. Pemasukan model investasi total (Total Capital Investment = TCI) terdiri atas :
   a. Model investasi tetap (Capital Investment = FCI)
   b. Model investasi tetap (Fixed Capital Investment = FCI)
2. Pengeluaran biaya produksi total (Total Production Cost = TPC) terdiri atas :
   a. Biaya produksi tetap (Fixed Production Cost = FPC)
   b. Biaya produksi tetapi (Variable Production Cost = VPC)
3. Total penjualan

11.1 Modal investasi

A. Model investasi Total (Total Capital Investment = TCI)

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum beroperasi, terdiri dari :

1. *Fixed Capital Investment (FCI)*

   b. Biaya langsung *(Direct cost)*, meliputi :

      - Pembelian alat
      - Instrumentasi dan alat kontrol
      - Perpipaan terpasang
      - Listrik terpasang
      - Tanah dan bangunan
      - Fasilitas pelayanan
      - Pengambangan lahan

   c. Biaya tak langsung *(Indirect cost)*

      - Teknik dan supervisi
      - Konstruksi
      - Kontraktor
      - Biaya tak terduga

   d. Working Capital Investment *(WCI)*

      Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu.

      Modal kerja terdiri dari :

      1. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
      2. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
      3. Utilitas dalam waktu tertentu
      4. Gaji dalam waktu tertentu
      5. Uang tunai

Sehingga :

Total Capital Invesment (TCI) = Modal tetap (FCI) + Modal kerja (WCI)

B. Biaya produksi (Total Production Cost = TPC)

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu-satuan produk dalam waktu tertentu. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya pembuatan *(Manufacturing Cost)*, terdiri dari :

1. Biaya produksi langsung
2. Biaya produksi tetap
3. Biaya *overhead* pabrik

b. Biaya umum *(General Expenses)*, terdiri dari :

1. Biaya administrasi
2. Biaya distribusi dan pemasaran
3. Litbang
4. Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (*Variable Cost* = *VC*)

Biaya variabel yaitu, segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung. Biaya variabel terdiri :

1. Biaya bahan baku
2. Biaya utilitas
3. Biaya pengemasan

b. Biaya semi variabel (*Semi Variable Cost* = *SVC*)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

1. Upah karyawan
2. Plant overhead
3. Pemeliharaan dan perbaikan
4. Laboratorium
5. Operating supplies
6. Biaya umum
7. Supervisi

c. Biaya tetap (*Fixed Production Cost* = *FPC*)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik.

Biaya tetap terdiri dari :

1. Asuransi
2. Depresiasi
3. Pajak
4. Bunga bank

11.2 Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekivalen dengan harga sekarang.

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Peter & Timmerhause, Gael. D. Ulrich serta artikel.

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2014 digunakan persamaan berikut :

$$C_A = \frac{I_A}{I_B} \times C_B \quad \text{.....} \quad (1)$$

$$V_A = V_B \times \left(\frac{\text{Kapasitas alat A}}{\text{Kapasitas alat B}}\right)^n \quad \text{.....} \quad (2)$$

Dimana :

C_A = Taksiran harga alat pada tahun 2014

C_B = Taksiran harga alat pada tahun basis

I_A = Indeks harga pada tahun 2014

I_B = Indeks harga pada tahun basis

V_A = Harga alat dengan kapasitas A

V_B = Harga alat dengan kapasitas B

n = Harga eksponen alat tertentu *(Peter and Timmerhaus, hal. 170)*

11.3. Penentuan *Total Capital Invesment (TCI)*

Dari perhitungan Appendiks E diperoleh :

Biaya usaha terdiri dari :

1. Asuransi
2. Depresiasi
3. Pajak
4. Bunga bank

11.2 Perhitungan Biaya Asuransi

Biaya asuransi alat sering saat akan membeli, tergantung pada perusahaan tertentu dibanding. Oleh karena itu, digunakan interpolasi cara konvensional biaya alat sebelumnya biaya alat pada tahunan tahun yang lain, sehingga diperoleh biaya yang dikeluarkan dengan biaya sekarang.

Biaya alat dalam Pra Rencana Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini, dikenakan pada data biaya alat yang tersedia pada Bloomer Free & Immerchuse Cost. D. Dilich seta artikel.

Untuk menghitung biaya alat pada tahun 2014 digunakan persamaan berikut :

$$C_n = \frac{I_n}{I_a} \times C_a \quad \text{.....} \quad (1)$$

$$V_1 = V_2 \left(\frac{\text{Kapasitas alat A}}{\text{Kapasitas alat B}} \right) \quad \text{.....} \quad (2)$$

Dimana :

C_n = Taksiran biaya alat pada tahun 2014

C_a = Taksiran biaya alat pada tahun lama

I_n = Indeks biaya pada tahun 2014

I_a = Indeks biaya pada tahun lama

V_1 = Biaya alat dengan kapasitas a

V_2 = Biaya alat dengan kapasitas b

n = Biaya eksponen alat tertentu (Peter and Timmerhaus, hal. 170)

11.3 Perhitungan Fixed Capital Investment (FCI)

Dari perhitungan Appendiks 1 diperoleh :

A. Biaya Langsung (DC) = Rp. 75.394.131.317

B. Biaya Tak Langsung (IC) = Rp. 16.586.708.890

C. Fix Capital Invensment (FCI) = Rp. 91.980.840.206

D. Modal Kerja (WCI) = Rp. 9.198.084.021

Maka TCI = Rp. 101.178.924.227

11.4. Penentuan *Total Production Cost* (TPC)

Dari perhitungan Appendiks E diperoleh :

A. Biaya Produksi Langsung (Direct Production Cost /DPC)
= Rp. 119.554.257.455

B. Biaya Tetap (Fixed Production Cost/FPC) = Rp. 30.813.581.469

C. Biaya Overhead = Rp. 4.863.271.670

D. Biaya Umum (General Expenses) = Rp. 1.120.569.970

Maka TPC = Rp. 156.273.242.667

11.5. Laba Perusahaan

Laba perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Dari Appendiks E diperoleh :

Total penjualan = Rp. 221.381.330.400

Pajak Penghasilan = 48% dari laba kotor

Laba kotor = Rp. 65.108.087.733

Laba bersih = Rp. 33.856.205.621

Cash flow (C_A) = Rp. 43.054.289.642

11.6.Analisis Probabilitas

A. Pay Out Time (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

$$POT = \frac{\text{Modal tetap} + (\text{Bunga} \cdot \text{TCI})}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

Dari Appendiks E diperoleh :

POT = 2,1364 tahun

B. Rate On Invesment (ROI)

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

- ROI sebelum pajak

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

Dari Appendiks E diperoleh :

ROI_{BT} = 71 %

- ROI setelah pajak

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

Dari Appendiks E diperoleh :

ROI_{AT} = 37 %

C. Break Event Point (BEP)

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

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

Dari Appendiks E diperoleh :

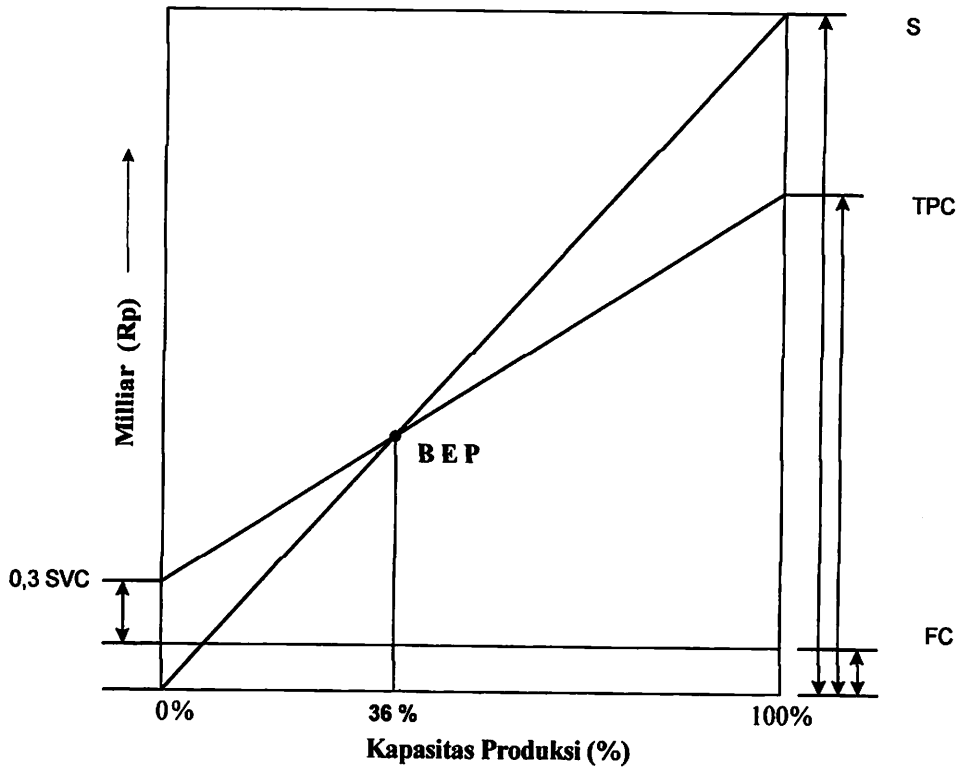
FPC = Rp. 30.813.581.469

SVC = Rp. 16.425.707.526

VC = Rp. 110.675.125.996

S = harga jual = Rp. 221.381.330.400

Maka nilai BEP = 36 %



D. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik masih boleh beroperasi.

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

Dari Appendiks E diperoleh :

SDP = 4,97 %

Titik shut down point terjadi pada kapasitas = 10.996.101.078 ton/tahun

E. Net Present Value (NPV)

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

Langkah – langkah menghitung NPV :

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

Dari Appendiks E diperoleh :

C_{A-2} = Rp. 48.657.864.469

C_{A-1} = Rp. 72.986.796.704

C_{A-0} = Rp. -121.644.661.173

b. Menghitung NPV tiap tahun

$NPV = C_A \times F_d$

Dimana : F_d = faktor diskon = $1/(1+i)^n$

i = tingkat bunga

C_A = cash flow setelah pajak

n = tahun ke-n

Dari Appendiks E diperoleh :

NPV = Rp. 41.911.054.760

Karena harga NPV = (+) maka pabrik Sorbitol dari dekstrosa ini layak untuk didirikan.

F. Internal Rate Of Return (IRR)

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

Dari Appendiks E diperoleh :

IRR = 34,09 %

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (15%) maka pabrik Sorbitol dari dekstrosa layak untuk didirikan.

BAB XII

KESIMPULAN

Berdasarkan pemilihan proses, analisa ekonomi, penentuan lokasi dan berbagai pertimbangan lainnya, maka dapat disimpulkan bahwa Pra Rencana Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini sangat menguntungkan dan dapat direalisasikan pada tahap pembangunan. Kesimpulan ini diambil dengan memperhatikan aspek – aspek dibawah ini.

12.1. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di By pass Krian, Kota Sidoarjo, Propinsi Jawa Timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini dekat dengan bahan baku dekstrosa.
- Tersedianya air sungai dan air PDAM yang cukup sehingga memudahkan pengadaan utilitas.
- Penyediaan sumber tenaga listrik yang cukup.

12.2. Aspek Sosial

Pendirian Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa 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.

12.3. Aspek Ekonomi

Di Indonesia kebutuhan sorbitol semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan industri makanan, industri kosmetik, industri farmasi, industry tekstil dan industri lainnya yang menggunakannya sebagai bahan baku. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa 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 Pabrik Sorbitol dari Dekstrosa ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

ROI sebelum pajak : 71 %

ROI setelah pajak : 37 %

Pay Out Time : 2,1364 tahun

Break Event Point : 36 %

Internal Rate Return : 34,09 % > bunga bank : 15 % (layak untuk didirikan)

12.4. Aspek Pemasaran

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

DAFTAR PUSTAKA

1. Faith, W.L., Keyes, D. B., Clark, R. L., **Industri Chemical**, 2nd Ed., John Willey & Sons Inc., New York, 1959.
2. **Badan Pusat Statitik**
3. **Departemen Kementrian Perdagangan dan Perindustrian Republik Indonesia**
4. Damayanti, Junita; Sjeron, Evelien; Skripsi., **Pra Rencana Pabrik Sorbitol dari Dektrosa.,** Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya., 1996.
5. **http://id.wikipedia.org/wiki/dextrose**
6. **http://id.wikipedia.org/wiki/hidrogen**
7. Kirk, Othmer, **Ensyclopedia of Chemical Technology**, Vol.12, 3rd Ed, The Interscience Encyclopedia Inc., New Ed, The Interscience Encyclopedia Inc., New York, 1969.
8. Perry, Robert H., **Chemical Engineers' Handbook**, 6rd ED., Mc. Graw Hill Book Co., London, 1967.
9. Brown G.G, ***"Unit Operation"***, Charles E. Tuttle Co. Tokyo, Japan, 1961.
10. Coulson and Richardson's, ***"Chemical Engineering"***, volume 6, 2nd edition, Departement Of Chemical Engineering, University College of Swansea.
11. Geankoplis, Christie , ***"Transport Process dan Unit Operation"***, 3nd Edition, Prentice Hall Inc, New Delhi, India 1997
12. Hesse, H.C. and Rushton, J.H., ***"Process Equipment Design"***, D. Van Nostrand Co. New Jersey, 1981.
13. Hougen, A. Olaf and Watson, K.M., ***"Chemical Process Principle"***, 2nd Edition John Willey and Sons Inc. New York 1954.
14. Kern D.Q, ***"Process Heat Transfer"***, 2nd Edition, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1988.
15. Ludwig E.E, ***"Design for Chemical and Petrochemical Plant"***, Gulf Publishing Company, Houston, 1964.
16. McCabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, ***"Operasi Teknik Kimia"***, Jilid I, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.
17. McCabe Warren, Smith Julian, Harriot Peter, ***"Operasi Teknik Kimia"***, Jilid II, PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia, 1994.

18. Smith, J.M, and Van Ness H.C, ***"Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics"***, 2nd Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1959.
19. Ulrich D. Gael, ***"A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic"***, John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.
20. Water, L. Badger and Julis T. Banchero, ***"Introduction to Chemical Engineering"***, McGraw Hill Book Company, Tokyo, 1985.

APPENDIKS A

PERHITUNGAN NERACA MASSA

Kapasitas	:	30000 ton/tahun
Basis	:	2779,791 kg/jam
Operasi pabrik	:	24 jam/hari
	:	1 tahun = 340 hari
Produk	:	larutan sorbitol 70 %

Data Berat Molekul

Komponen	Berat Molekul (kg/kmol)
Dekstrosa	180
Gas H_2	2
Sorbitol	182

Data komposisi bahan baku dekstrosa

Komponen	Berat Molekul (kg/kmol)
Dekstrosa	91
Air	8,5
Impuritis	0,5