

PRA RENCANA PABRIK
ISOPROPIL ALKOHOL DARI PROPILEN DAN AIR DENGAN
PROSES HIDRASI LANGSUNG FASE UAP - CAIR
KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR FIXED-BED MULTI TUBULAR

SKRIPSI

Disusun Oleh :

DIAN FALAH FITRIYANA

10.14.024



JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

REKAM JEKUT

REKAM JEKUT MELIPUTI ISMIL DAN JENJANG
KENDARAAN - YANG SEBAGI BANYAKNYA TERDAPAT
MELIPUTI USULAN MELIPUTI BATERAI DAN

ALAMAT DAN LAJUR MELIPUTI
MELIPUTI TELUK MELIPUTI MELIPUTI

REKAM

REKAM

REKAM

REKAM MELIPUTI MELIPUTI

REKAM MELIPUTI MELIPUTI

REKAM MELIPUTI MELIPUTI

REKAM MELIPUTI MELIPUTI

REKAM

LEMBAR PERSETUJUAN

**PRA RENCANA PABRIK
ISOPROPIL ALKOHOL DARI PROPILEN DAN AIR DENGAN
PROSES HIDRASI LANGSUNG FASE UAP - CAIR
KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN
PERANCANGAN ALAT UTAMA
REAKTOR FIXED-BED MULTI TUBULAR
SKRIPSI**

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

Disusun Oleh :

DIAN FALAH FITRIYANA

10.14.024

Malang, 25 Agustus 2016

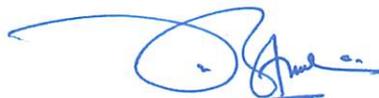
**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP P 1030400400**



**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**



**M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP P 1030400400**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DIAN FALAH FITRIYANA
NIM : 1014024
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

ISOPROPIL ALKOHOL DARI PROPILLEN DAN AIR DENGAN PROSES HIDRASI LANGSUNG FASE UAP - CAIR

KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA

REAKTOR FIXED-BED MULTI TUBULAR

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, 25 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan,



DIAN FALAH FITRIYANA
NIM. 1014024

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Isopropil Alkohol Dari Propilen Dan Air Dengan Proses Hidrasi Langsung Fase Uap – Cair Kapasitas Produksi 40.000 Ton/Tahun”** dengan baik. Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna mencapai gelar Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak M. Istnaeny Hudha, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak M. Istnaeny Hudha, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
5. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami
6. Bapak/ Ibu dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Agustus 2016

Penyusun

INTISARI

Pra Rencana Pabrik Isopropil Alkohol Dari Propilen Dan Air Dengan Proses Hidrasi Langsung Fase Uap – Cair ini mengambil lokasi pendirian di Cilegon, Jawa BARat, dengan criteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 40.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : Propilen dan Air
- Utilitas : Air, steam, listrik dan bahan bakar
- Organisasi Perusahaan
 - ✓ Bentuk : Perseroan Terbatas
 - ✓ Struktur : Garis dan staff
 - ✓ Karyawan : 167 orang
- Analisaekonomi
 - ✓ TCI : Rp. 562.053.504.548
 - ✓ ROI_{AT} : 27%
 - ✓ POT : 2,68 tahun
 - ✓ BEP : 42,44%
 - ✓ IRR : 23%

Dari hasil evaluasi ekonomi Pabrik Isopropil Alkohol Dari Propilen Dan Air Dengan Proses Hidrasi Langsung Fase Uap – Cair, layak untuk didirikan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
INTISARI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
BAB III NERACA MASSA	III – 1
BAB IV NERACA PANAS	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN	V – 1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII – 1
BAB VIII UTILITAS	VIII – 1
BAB IX TATA LETAK.....	IX – 1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI.....	X – 1
BAB XI ANALISIS EKONOMI	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA	APP.A – 1
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS	APP.B – 1
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	APP.C – 1
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS	APP.D – 1
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI	APP.E – 1

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Daftar harga bahan baku dan produk.....	I-4
Tabel 1.2.	Tabel analisis kebutuhan dan hasil reaksi pada pembuatan Isopropil Alkohol	I-5
Tabel 1.3.	Data Import Isopropil Alkohol di Indonesia	I-5
Tabel 2.1.	Perbandingan Macam-macam proses pembuatan Isopropil Alkohol.....	II-3
Tabel 7.1.	Tabel Instrumentasi	VII-5
Tabel 7.2.	Tabel peralatan keselamatan kerja pabrik Isopropil Alkohol	VII-13
Tabel 9.1.	Perincian Luas Tanah Sebagai Bangunan Pabrik.....	IX-2
Tabel 10.1.	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik	X-10
Tabel 10.2.	Jabatan dan Tingkat Pendidikan Tenaga Kerja	X-13
Tabel 10.3.	Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X-15
Tabel 11.1	<i>Cash flow</i> untuk NPV selama 10 tahun	XI-11
Tabel 11.2	<i>Cash flow</i> untuk IRR	XI-12

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta Indonesia	I-8
Gambar 1.2.	Peta Provinsi Jawa Barat	I-8
Gambar 1.3	Peta lokasi pabrik Isopropil Alkohol.....	I-8
Gambar 2.1.	Blok Diagram Pembuatan Isopropil Alkohol dengan Proses Tidak langsung	II-1
Gambar 2.2.	Blok Diagram Pembuatan Isopropil Alkohol Dengan Proses Langsung	II-2
Gambar 9.1.	Plant layout Pra Rencana Pabrik Isopropil Alkohol.....	IX-3
Gambar 9.2.	Tata Letak Proses Pra Rencana Pabrik Isopropil Alkohol	IX-6
Gambar 10.1	Struktur Organisasi Pabrik Isopropil Alkohol	X-17
Gambar 11.1.	<i>Break Even Point</i>	XI-9
Gambar 11.2.	Kapasitas pada Keadaan <i>Shut Down Rate</i>	XI-10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara dengan populasi ke empat terbesar di dunia merupakan pasar yang menarik dan menjanjikan untuk berbagai komoditas. Prospek yang tampak menjanjikan ini bila tidak diikuti pertumbuhan industri dalam negeri akan menyebabkan Indonesia hanya sebagai negara konsumtif. Oleh karena itu, pertumbuhan diberbagai bidang termasuk salah satunya industri kimia sangat diperlukan untuk pertama memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia dan kedua untuk masyarakat dunia.

Saat ini untuk memenuhi berbagai komoditas khususnya bahan kimia Indonesia masih tergantung pada produk luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan ini maka industri kimia harus didirikan. Salah satunya industri kimia yang cukup potensial adalah industri Isopropil alkohol. Rencana untuk mendirikan pabrik Isopropil alkohol merupakan langkah dalam menjawab kebutuhan dalam negeri dan dapat mengurangi ketergantungan akan impor Isopropil alkohol, sehingga dapat meningkatkan ekspor non-migas. Berdirinya pabrik Isopropil alkohol ini dapat merangsang pertumbuhan industri –industri lain. Selain itu mempunyai potensi yang cukup besar dan mampu mengatasi sempitnya lapangan kerja, sehingga dapat mengurangi pengangguran.

Isopropil alkohol dengan rumus kimia C_3H_7OH merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, dan mudah terbakar. Isopropil alkohol memiliki berbagai macam kegunaan baik sebagai produk akhir maupun produk antara (intermediate). Beberapa contoh isopropil alkohol sebagai produk akhir, sebagai solvent, pembuatan bahan kimia dalam bidang pertanian, bahan tambahan dalam obat-obatan, dan bahan antiseptik. Sebagai produk antara, isopropil alkohol untuk produk aseton, metil isobutil keton, metil isobutil karbinol, isopropilamin, dan isopropil asetat (Othmer, 2001).

1.2 Sejarah

Isoprophyl alcohol adalah bentuk kedua dari Alkohol yang lebih sederhana. Isoprophyl alcohol untuk pertama kali diperkenalkan oleh “*Barthelot*” pada tahun 1855, dimana reaksi pembentukannya didasarkan pada reaksi Propylene dengan asam

sulfat selanjutnya senyawa tersebut di Hidrolisa dengan menggunakan air dan selanjutnya senyawa akan terbentuk Alkohol.

Pada tahun 1862 “*Friedel*” menemukan Isoprophyl alkohol dengan cara mereduksi Aceton dengan menggunakan Sodium Amalgam. Akan tetapi, baik Barthelot maupun Friedel gagal untuk mengidentifikasi secara benar dari senyawa ini. Baru kemudian pada tahun yang sama, “*Kolbe*” berhasil mengidentifikasikan secara benar nama Isoprophyl alkohol.

Isoprophyl alcohol secara umum dianggap sebagai produk Petro kimia yang pertama. Sebuah pabrik dengan skala Pilotplant telah dibangun oleh “*Melco chemical company*” pada tahun 1919. Tidak lama kemudian “*Standart Oil Company*” di New Jersey mematenkan produk Isoprophyl alkohol yang menggunakan bahan baku propylene serta pemurnian “*Bay Way*”. Walaupun proses pembuatan Isoprophyl alkohol ini mengalami banyak sekali kemajuan, akan tetapi pada dasarnya masih menggunakan bahan yang sama yaitu Propylene dan air (Othmer, 2001).

1.3 Kegunaan Produk

Propilen yang digunakan disini adalah Propilen yang mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi.

Isopropil alkohol secara umum digunakan sebagai:

- Bahan kimia: Isopropil alkohol digunakan sebagai bahan baku pembuatan aceton, metil isobutil keton, metil isobutil karbinol, isopropil asetat.
- Pelarut: karena sifatnya yang seimbang antara alkohol, air dan hydrocarbon menyebabkan isopropil alkohol sebagai bahan yang bagus, pelarut yang murah bebas dari regulasi dan pajak alkohol yang diberlakukan pemerintah. Sebagai akibatnya, isopropil alkohol digunakan sebagai pelarut oleh banyak industri. Isopropil alkohol merupakan pelarut yang baik untuk aneka minyak, karet, lilin, resin dan alkoloid sehingga digunakan untuk bahan persiapan cat dan tinta.
- Medikal: Isopropil alkohol juga digunakan sebagai bahan antiseptik dan desinfektan pada rumah, rumah sakit dan industri.

1.4 Sifat-sifat Bahan

1.4.1 Bahan Baku

1. Propilen

Rumus molekul : C_3H_6

Sifat-sifat fisika:

- Warna : gas tidak berwarna
- Berat molekul (BM) : 42,081 g/gmol
- Titik leleh : $-185^{\circ}C$
- Titik didih : $-48^{\circ}C$
- Densitas ($20^{\circ}C$) : $0,5139\text{gr/cm}^3$
- Suhu kritis : $-91,8^{\circ}C$
- Tekanan uap : 1020 kPa
- Tekanan kritis : 4600 kPa

Sifat-sifat kimia:

- larut dalam alkohol dan eter, tetapi sedikit larut dalam air
- bila terbakar berwarna kuning

2. Air

Rumus kimia : H_2O

Sifat Fisika :

- Bentuk : tidak berwarna
- Berat molekul : 18
- Densitas : 1 gr/cm^3
- Titik didih : $100^{\circ}C$
- Titik lebur : $0^{\circ}C$
- Viskositas ($20^{\circ}C$) : 1 cP

Sifat kimia :

- Larut dalam alkohol, eter, alkana, karbosilat

1.4.2 Bahan Pembantu

1. Amberlyst DT

Sifat-sifat fisika

- Bentuk fisik : Padatan

- Densitas : 1.150 kg/m³
- Diameter : 0.50 – 0.75 mm
- Masa aktif katalis : 3 tahun

1.4.3 Produk Utama

1. Isopropil alkohol

Rumus molekul : (CH₃)₂CHOH

Sifat fisika:

- Berat molekul : 60,09
- Warna : tidak berwarna
- Bentuk : cairan
- Titik didih : 80,3°C
- Titik leleh : -89 °C
- Tekanan uap : 44 mmHg (20 °C)
- Densitas uap : 2,1
- Spesifik gravity : 0,79 (20°C)

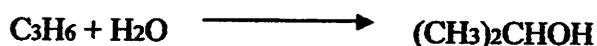
Sifat kimia:

- Larut dalam air, etanol, eter dan mudah terbakar

1.5 Analisis Pasar

Pemasaran produk Isopropil alkohol untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi, maka pemasaran diarahkan ke wilayah Asia. Berikut analisis pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi:



Tabel 1. Analisa Harga Pasar

No	Reaktan	Berat molekul	Harga (\$)/kg
1	C ₃ H ₆	42	8
2	H ₂ O	18	0
3	(CH ₃) ₂ CHOH	60	16

EP = Produk - Reaktan

$$\begin{aligned} EP &= [(60 \times 16) - ((42 \times 8) + (18 \times 0))] \\ &= 960 - 336 \\ &= \$ 624/\text{kmol } (\text{CH}_3)_2\text{CHOH} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Isopropil alkohol untung dan dapat didirikan pada tahun 2019.

1.5.2 Menentukan Kapasitas

Dari data statistik diketahui bahwa dari tahun ke tahun kebutuhan Isopropil alkohol di Indonesia mengalami. Sehingga untuk mencukupi kebutuhan Isopropil alkohol tersebut harus impor dari luar negeri. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan impor Isopropil alkohol dari tahun 2010–2014 berdasarkan Badan Pusat Statistik.

Tabel 2. Data Impor Isopropil alkohol Tahun 2010–2014 di Indonesia

Tahun	Jumlah (kg)	Kenaikan
2010	23.453.294	-
2011	24.753.153	0,06
2012	22.807.778	-0,08
2013	26.874.104	0,18
2014	26.307.244	-0,02
Rata-rata kenaikan import tiap tahun		0,03

Sumber : Badan Pusat Statistik 2015

Adapun persamaan yang digunakan adalah:

$$M = P_0 (1 + i)^n$$

Dimana:

M = jumlah yang diperkirakan

P₀ – data terakhir

i = kenaikan rata-rata

n – rencana pendirian pabrik

a. Menentukan faktor pertumbuhan

i – rata –rata kenaikan import tiap tahun i – 0.03

dari data import diatas kenaikan pertumbuhan import sebesar 0,03 sehingga import pada tahun 2019 :

$$\begin{aligned} F &= 26.307.244 (1 + 0,03)^5 \\ &= 30497305,94 \text{ kg} \end{aligned}$$

✓

$$= 30497,3059 \text{ ton}$$

b. Kapasitas pabrik baru tahun 2019

Untuk pendirian pabrik baru kapasitasnya ditentukan dengan rumus:

Kapasitas pabrik baru = Import + Eksport

Asumsi :

- Nilai eksport sebesar 40% dari kebutuhan
- Nilai import dianggap sama dengan kebutuhan yang ada

Maka :

Eksport – 40% x 30497,3059 kebutuhan

$$= 0,40 \times 30497,3059 \text{ ton}$$

$$= 12198,9224 \text{ ton}$$

Kapasitas pabrik baru = 30497,3059 + 12198,9224

$$= 42696,2283 \text{ ton/tahun}$$

Jadi peluang kapasitas produksi Isopropil alkohol pada tahun 2019 yang akan didirikan sebesar 40.000 ton/tahun.

1.6 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik pada suatu perusahaan sangat penting, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan perusahaan. 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 dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

Faktor-faktor Utama

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan bahan yang penting dalam operasional pabrik, sehingga pendirian pabrik Isopropil alkohol didirikan dekat dengan sumber bahan bakunya yaitu air. Akan tetapi ada juga pabrik yang lokasinya tidak berdekatan dengan sumber bahan baku, tetapi mendekati konsumennya. Dalam penyediaan bahan baku beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber bahan baku dapat diandalkan pengadaannya
- Kualitas bahan baku yang ada serta apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan

- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.

b. Pemasaran (Marketing)

Marketing merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk suatu pabrik atau industri, karena pemasaran sangat menentukan keuntungan industri tersebut. Dalam pemasaran beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Dimana produk akan dipasarkan (daerah marketing)
- Proyeksi kebutuhan produk padamas sekarang dan yang akan datang
- Pengaruh persaingan dagang
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk mencapai daerah pemasaran.

c. Utilitas

Unit utilitas adalah salah satu penunjang penting dalam pendirian pabrik dan kelancaran dalam proses produksi, listrik, dan bahan bakar.

- Air

Air merupakan hal yang sangat penting dalam pra rencana pabrik Isopropil alkohol. Air digunakan untuk keperluan proses, pendingin, airumpan boiler, air sanitasi, serta kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari dua macam sumber, yaitu: air sungai dan air kawasan yang disesuaikan dengan jenis kebutuhan dan jumlahnya. Dalam penyediaan air beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Kemampuan sumber tersebut untuk memenuhi kebutuhan pabrik
2. Kualitas sumber air yang digunakan
3. Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air.

Apabila diambil dari sungai atau air kawasan, maka air tersebut harus diolah terlebih dahulu pada unitutilitas untuk menghasilkan air yang berkualitas sesuai dengan kebutuhan.

- Listrik Dan Bahan Bakar

Listrik dan bahan bakar mempunyaip eranan yang sangat penting dalam pabrik Isopropil alkohol, terutama untuk alat penggerak dan penerangan. Pada penyediaan listrik dan bahan bakar didaerah tersebut ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik
2. Harga tenaga listrik

3. Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar di masa mendatang
4. Mudah atau tidaknya mendapat bahan bakar.

Sumber listrik bias diperoleh dari PLN dan sebagai cadangan digunakan tenaga generator yang harus siap setiap saat bila diperlukan karena adanya gangguan listrik PLN. Bahan bakar digunakan untuk menggerakkan generator dan alat yang menghasilkan panas misalnya boiler.

Faktor sekunder:

a. Limbah pabrik

Limbah cair pabrik akan diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sungai sehingga tidak mencemari lingkungan.

b. Kebijakan pemerintah

Palembang merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah dan berada dalam teritorial Negara Indonesia sehingga pendirian pabrik pada kawasan tersebut tidak bertentangan dengan kebijakan pemerintah yang berlaku.

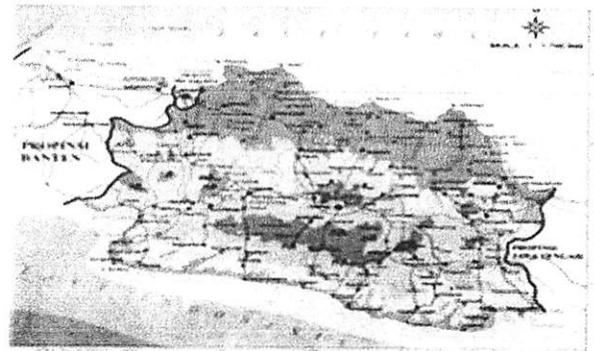
c. Lingkungan masyarakat

Dengan pendirian pabrik ini, masyarakat sekitar mendapatkan keuntungan yaitu dengan adanya lapangan kerja baru dan masyarakat sekitar dapat membuka usaha kecil di sekitar lokasi pabrik.

Peta Lokasi Perusahaan



Gambar 1. Peta Indonesia



Gambar 2. Peta Jawa Barat

BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1. Berbagai Macam Proses Pembuatan Isopropil Alkohol

Terdapat tiga hal dasar dalam proses pembuatan Isopropil alkohol secara komersial, antara lain:

- a. Hidrasi Tidak Langsung
- b. Hidrasi Langsung

2.1.1. Hidrasi Tidak Langsung

Proses produksi cara ini biasanya disebut dengan proses Esterifikasi – Hidrolisa atau metode asam sulfat, dimana didalam proses ini melibatkan reaksi antara Propilen dengan Asam Sulfat. Proses hidrasi tidak langsung ini adalah suatu proses yang didasarkan pada reaksi dua tahap. Pada tahap pertama, percampuran sulfat ester, isopropil hidrogen sulfat dan diisopropil sulfat. Pada tahap selanjutnya bentuk ini kemudian di hidrolisa membentuk Alkohol dan Asam Sulfat.

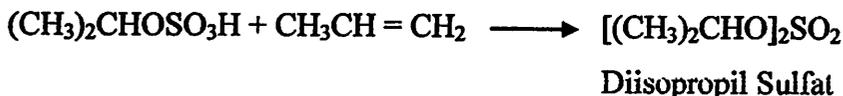
- Tahap pertama :

Pembentukan Isopropil Hidrogen Sulfat

Reaksi :



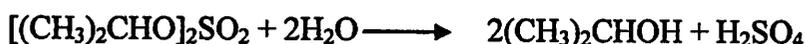
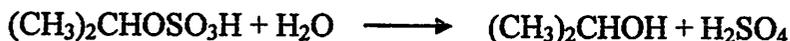
Propilen Asam Sulfat Isopropil Hidrogen Sulfat



- Tahap kedua :

Hidrolisa Sulfat membentuk Isopropil Alkohol

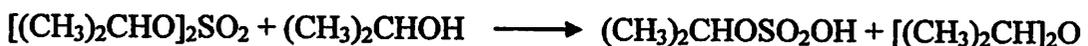
Reaksi :



Reaksi samping :



Diisopropil eter



Isopropol Hidrogen Sulfat

Dietil eter adalah produk samping yang terbentuk karena adanya reaksi samping dari kedua step tersebut (intermediate) yaitu, reaksi antara sulfat eter dengan Isopropil Alkohol. Produk samping yang lain adalah polimer – polimer, aseton, dan propionaldehyde. Bahan yang banyak mengandung senyawa – senyawa karbon ini banyak timbul karena adanya polimerisasi katalis asam dan oksidasi Propilen atau Isopropil Alkohol. Sebagai akibatnya akan terjadi pencemaran oleh impuritis pada feed. Aseton sebagai hasil samping juga terbentuk sebagai akibat terjadinya dekomposisi termal dari sulfat eter intermediate.

Reaksi :

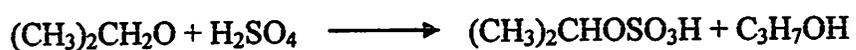


Pada proses hidrasi tak langsung crude Propilen cair direaksikan dengan Asam Sulfat di dalam suatu reaktor berpengaduk pada tekanan medium (300 – 400Psig) yang kemudian akan terbentuk “Ester Isopropil Sulfat” . Konversi ini dipertahankan dalam keadaan cair pada temperatur berkisar antara 20 – 70°C. Pada proses hidrasi tak langsung konsentrasi Propilen yang rendah ($\pm 50\%$) masih diijinkan. Akan tetapi pada konsentrasi 65% berat atau lebih akan diperoleh hasil Alkohol yang lebih tinggi.

Di dalam proses metode asam kuat dua step, reaksi berlangsung pada konsentrasi Asam Sulfat yang tinggi dan tekanan antara 130 – 160Psig serta temperatur rendah yaitu antara 20 – 30°C. Sulfat ester yang terbentuk pada reaksi tahap pertama kemudian di Hidrolisa dan dipisah dengan menggunakan “Stripper”. Dari stripper akan dihasilkan campuran Isopropil Alkohol, Isopropil eter dan air pada hasil atas, sedangkan hasil bawah berupa Asam Sulfat.

Produk atas kemudian dilewatkan pada scrubber yang mengandung NaOH yang berfungsi untuk penetralan dan selanjutnya dimurnikan pada dua menara destilasi. Produk atas pada menara destilasi yang pertama adalah Diisopropil eter dan ini biasanya direcycle ke reaktor untuk menambah produk Alkohol.

Reaksi ;

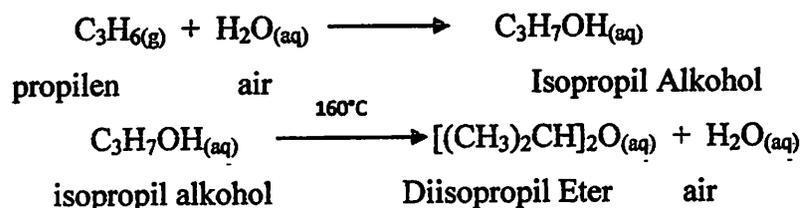


Sedangkan Isopropil Alkoholnya sendiri diambil dari produk atas menara destilasi yang kedua dengan konsentrasi 91% vol. Dengan memakai metode ini konversi Propilen berubah menjadi Alkohol 93% berat Propilen.

Terdapat tiga dasar proses pada operasi komersial untuk hidrasi langsung: hidrasi fase uap, hidrasi cair uap dan hidrasi fase cair. Perbedaan utama antara proses hidrasi langsung dan tidak langsung terdapat pada dibutuhkan tekanan yang lebih tinggi untuk mereaksikan propilen dan air. Produk dan hasil samping hampir sama. Pada beberapa kondisi, tekanan yang tinggi pada proses hidrasi langsung dapat meningkatkan produksi propilen polimer.

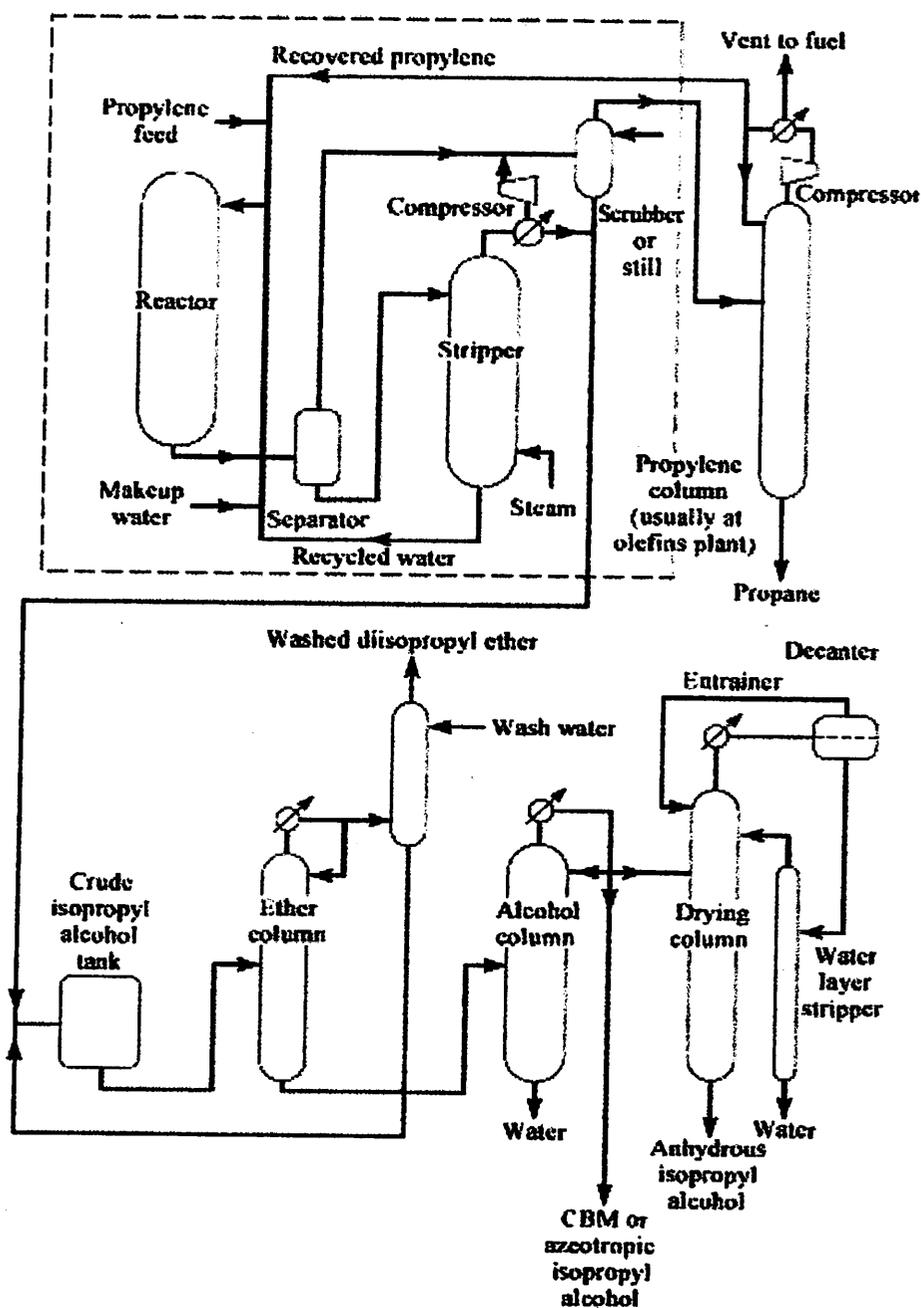
Pada fase uap, pabrik pertama hidrasi secara langsung menggunakan katalis $\text{WO}_3\text{-Zn}$ sebagai penyokong SiO_2 , dengan suhu proses $230\text{ -}290\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan $200\text{-}250\text{ atm}$. Begitupun pada proses Veba-Chemie, aliran uap Propilen dan air dilewatkan pada Bed katalis asam H_3PO_4 dengan bahan penyokongnya adalah SiO_2 pada suhu $240\text{-}260\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan $25\text{-}65\text{ atm}$. Aliran gas dari reaktor didinginkan dan produk Isopropil alkohol dipisahkan oleh scrubber. Kemurnian Isopropil alkohol yang dihasilkan pada fase uap ini mendekati 96% . Untuk proses fase uap ini selektivitas Isopropil alkohol mendekati 96% dan jumlah Propilen yang tidak bereaksi jumlahnya sangat rendah ($4\text{ -}5\%$) yang kemudian direcycle. Oleh karena menggunakan kondisi operasi pada tekanan serta temperatur yang tinggi dan adanya recycle gas ke reaktor maka pada proses ini diperlukan bahan dasar dengan kemurnian yang tinggi dengan demikian maka biaya operasinya juga tinggi.

Pada fase cair uap, untuk menghindari kelemahan gas pada fase uap dikembangkan sebuah proses yang disebut Trickle – Bed oleh Deutsche – Texco. Pada proses ini air dan gas propylen dicampur dengan perbandingan molar $12\text{ -}15 : 1$ yang dimasukkan dalam reaktor Fixed – Bed dan dialirkan sedikit demi sedikit dalam katalis. Reaksi antara fase liquid dan gas berlangsung pada suhu $130\text{ -}160\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan $80\text{ -}100\text{ atm}$. Konversi Propilen sekali proses lebih dari 75% dan selektivitas Isopropil alkohol 93% . Didalam proses phase cair ini akan dihasilkan produk samping yang berupa Diisopropil Ether dan beberapa alkohol.



Fase cair dari hidrasi langsung dikembangkan oleh Tokuyama – Soda. Kelemahan pada proses fase uap dihindari dengan menggunakan larutan katalis asam

lemah. Pada proses ini bahan baku Propilen, air, katalis serta recycle larutan katalis terlebih dahulu dipanaskan dan kemudian dilakukan penekanan didalam suatu reaktor pada tekanan 200 atm serta suhu 270°C . Konversi Propilen sekitar 60-70% per proses dan selektifitas Isopropil alkohol pada proses ini antara 98 – 99 % mol dari konversi Propilen. Katalis direcycle dan dibutuhkan untuk proses selanjutnya. Tingkat korosi dan permasalahan limbah dapat dihindari karena menggunakan katalis berupa asam lemah dan kemurnian bahan baku Propilen yang digunakan adalah 95% berat.



Gambar 3. Proses hidrasi langsung pada pabrik Isopropil alkohol (Kirk Otmer,

1990)

2.2. Pemilihan proses.

Tabel 3. Perbandingan fase uap, cair dan uap-cair dalam proses hidrasi langsung.

PARAMETER	PROSES HIDRASI LANGSUNG			HIDRASI TIDAK LANGSUNG
	FASE UAP	FASE CAIR	FASE UAP CAIR	
Aspek Teknis :				
- Bahan baku	Propilen	Propilen	Propilen	Propilen
- Katalis	H ₃ PO ₄ , WO ₃ - ZnO, penyokong SiO ₂	Asam lemah cair	Katalis Amberlyst	Asam Sulfat
Operasi :				
- Temperatur	230-290°C	270°C	130-160°C	20-70°C
- Tekanan	200-250atm	200atm	60-100atm	130-400Psig
- Konversi	5-6%	60-70%	>75%	50-65%
Ekonomi :				
- Investasi	Relatif tinggi	Relatif tinggi	Relatif sedang	Relatif tinggi

(Othmer, 2001)

Berdasarkan perbandingan proses pada tabel 3, maka proses yang dipilih dalam pembuatan Isopropil Alkohol adalah proses hidrasi langsung dalam fase uap - cair. Dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Harga katalis lebih murah
- Biaya operasi lebih murah
- Konversi paling tinggi

2.3. Uraian proses.

Proses yang digunakan pada pra-rencana pabrik Isoproyl alkohol adalah hidrasi secara langsung. Tahpan-tahapan proses pra rencana pabrik Isopropil alkohol adalah sebagai berikut :

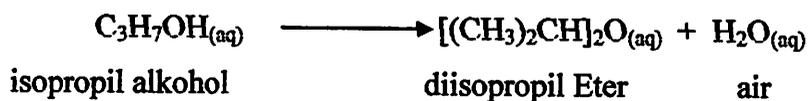
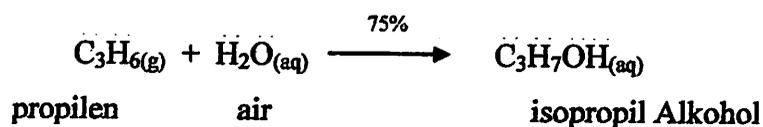
1. Tahap persiapan bahan baku.

Mula-mula propilen dari tangki storage (F-111) dengan tekana 4 atm dan suhu 30°C dengan fase liquid di alirkan ke kompresor (G-112) untuk menaikkan tekanan dari 4 atm mejadi 80 atm, lalu dilanjutkan menuju heater (E-113) guna menaikkan suhu dari 30°C menjadi 160°C. Kemudian air dengan tekanan 1 atm dan suhu 30°C dialirkan ke pompa untuk menaikkan tekanan menjadi 80 atm, lalu di alirkan menuju heater untuk menaikkan suhu menjadi 160°C.

2. Tahap reaksi.

Propilen dan air dimasukkan ke reaktor (R-110) pada tekanan 80 atm dan suhu 160 °C dimana didalam reactor juga terdapat katalis amberlyst yang berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi.

Reaksi yang terjadi dalam reaktor adalah :



Reaktor yang digunakan adalah reaktor jenis Fixed bed multi tubular, aliran yang masuk kedalam reaktor terdiri dari propilen dan air. Reaksi pembentukan Isopropil alkohol direaktor berlangsung pada temperatur 160° C dan tekanan 80 atm. Reaksi pembentukan Isopropil alkohol adalah reaksi eksothermis. Produk yang keluar dari reaktor merupakan isopropil alkohol, air, dan diisopropil eter. Produk tersebut dialirkan ke expander untuk menurunkan tekanan dari 80 atm menjadi 4 atm, dan di alirkan ke cooler untuk menurunkan suhu dari 160°C menjadi 40°C. Selanjutnya, produk dialirkan menuju flash drum (D-118) untuk memisahkan antara fase uap dan fase cairan.

3. Tahap pemisahan dan pemurnian.

Dalam flash drum (D-118) terjadi pemisahan antara Propilen, Isopropil Alkohol, H₂O dan Diisopropil Ether. Dimana Propilen menuju keatas sedangkan yang menuju kolom destilasi (D-120) adalah isopropil alkohol, air dan diisopropil eter untuk dimurnikan lebih lanjut. Isopropil alkohol yang dipasarkan berkadar 99% maka

produk atas kolom destilasi adalah diisopropil alkohol sebagai top produk yang ditampung di storage (F-123) dengan fase liquid dan terdapat diisopropil eter sebagai produk samping, sedangkan produk bawah adalah air dengan suhu 80°C yang di alirkan menuju waste sebelumnya di turunkan suhunya dengan cooler menjadi 30°C .

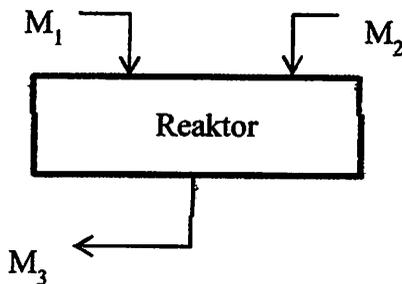
BAB III

NERACA MASSA

- Pabrik : Isopropil Alkohol
- Kapasitas Produksi : 40.000 ton/tahun = 6313,1313 kg/jam
- Satuan Massa : kg/jam
- Waktu Operasi : 330 hari/tahun (24 jam/hari)
- Basis Bahan Baku : 6377,5316 kg/jam

1. REAKTOR (R-110)

Fungsi : Sebagai tempat mereaksikan antara C_3H_6 dengan H_2O .



Neraca massa total : $M_1 + M_2 = M_3$

Keterangan :

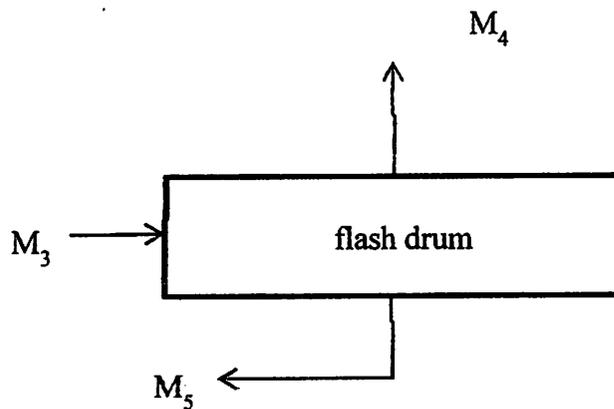
- M_1 = Massa masuk dari tangki storage propilen
- M_2 = Massa masuk dari water proses
- M_3 = isopropil alkohol, propilen, air, diisopropil alkohol

Neraca Massa Reaktor (R-110)

Masuk		Keluar	
Bahan	kg/jam	Bahan	kg/jam
Dari Storage C_3H_6 (F-111)		ke flas drum	
- C_3H_6	8083.5554	- C_3H_6	2020.8889
- H_2O	44989.3614	- H_2O	42454.1958
		- C_3H_7OH	8255.5725
		- $C_6H_{13}OH$	342.2596
Total	53072.9168	Total	53072.9168

2. FLASH DRUM (D-118)

Fungsi: Untuk memisahkan produk liquid dan gas berdasarkan perbedaan fase



Keterangan :

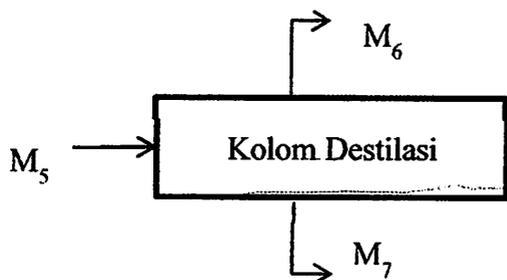
M_3 = isopropil alkohol, propilen, air, diisopropil eter

M_4 = propilen sisa

M_5 = isopropil alkohol, air, diisopropil eter

Neraca Massa Flash Drum (D-118)			
Masuk		Keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
Komponen masuk ke flash drum		Komponen keluar gas	
C_3H_6	2020.8889	C_3H_6	1816.3049
$C_6H_{13}OH$	342.2596	$C_6H_{13}OH$	57.2864
C_3H_7OH	8255.5725	C_3H_7OH	597.9182
H_2O	42454.1958	H_2O	1646.5025
Jumlah	53072.9168	Jumlah	4118.0121
		Komponen	kg/jam
		menuju Destilasi I	
		C_3H_6	204.5840
		$C_6H_{13}OH$	284.9732
		C_3H_7OH	7657.6543
		H_2O	40807.6933
		Jumlah	48954.9048
Total	53072.9168	Total	53072.9168

3. DESTILASI (D-120)



Keterangan :

M₅ = isopropil alkohol, air, diisopropil eterM₆ = produk isopropil alkoholM₇ = air dan diisopropil eter

Suhu = 80 °C = 353.15 K

tekanan = 1 atm = 760 mmHg

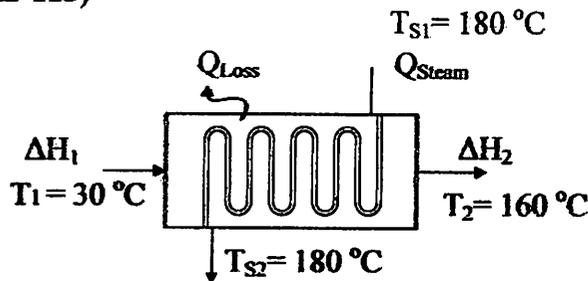
Neraca Massa Kolom Distilasi			
Massa Masuk (kg/jam)		Massa Keluar (kg/jam)	
feed		waste	
C ₆ H ₁₃ OH	6.0798	C ₆ H ₁₃ OH	5.471786537
C ₃ H ₇ OH	163.3723	C ₃ H ₇ OH	0.163372291
H ₂ O	4881.0529	H ₂ O	4876.171893
		Tangki Penampung Produk	
		C ₆ H ₁₃ OH	0.607976282
		C ₃ H ₇ OH	163.2089187
		H ₂ O	4.881052946
Total	5050.505	Total	5050.505

BAB IV

NERACA PANAS

- Pabrik : Isopropil Alkohol
- Kapasitas Produksi : 40.000 ton/tahun = 5050.5050 kg/jam
- Satuan Panas : kkal/jam
- Waktu Operasi : 330 hari/tahun (24 jam/hari)

1. Heater (E-113)



Keterangan:

- ΔH_1 : Panas bahan masuk heater
- ΔH_2 : Panas bahan keluar heater menuju reaktor
- Q_{Loss} : Panas yang hilang
- Q_{Steam} : Panas yang terkandung pada steam

Direncanakan:

Suhu bahan masuk = 30 °C = 303.15 K

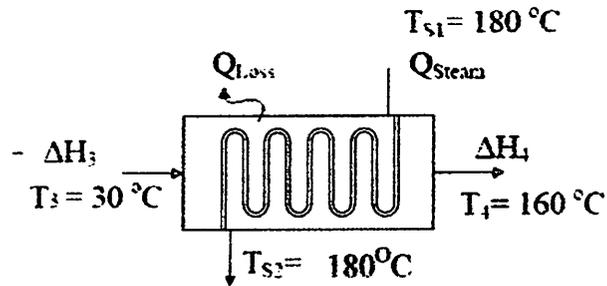
Suhu produk keluar = 160 °C = 433.15 K

Neraca panas total:

$$\Delta H_1 + Q_{Steam} = \Delta H_2 + Q_{Loss}$$

Neraca Panas Heater			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_1	339.9466	ΔH_2	10386.7101
Q_{Steam}	10056.9618	Q_{Loss}	10.1984
Total	10396.9085	Total	10396.9085

2. Heater (E-115)



Keterangan:

ΔH_3 = Panas bahan masuk Heater

ΔH_4 = Panas bahan keluar Heater

Q_{Loss} = Panas yang hilang

Q_{steam} = Panas yang terkandung pada steam

Suhu bahan masuk = 30⁰C = 303.15 K

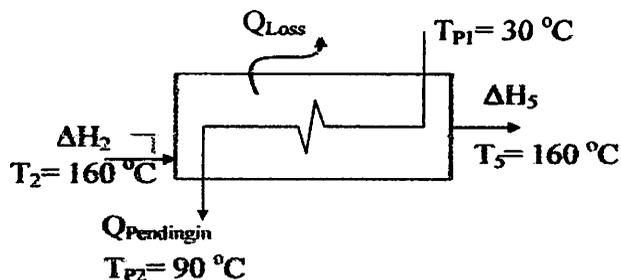
Suhu produk keluar = 160⁰C = 433.15 K

Neraca panas total:

$$\Delta H_3 + Q_{Steam} = \Delta H_4 + Q_{Loss}$$

Neraca Panas Heater			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_3	2128.4962	ΔH_4	58193.1201
Q_{Steam}	56128.4788	Q_{Loss}	63.8549
Total	58256.9749	Total	58256.9749

3. Reaktor (R-110)



- ΔH_2 : Panas bahan propilen masuk reaktor dari heater Propilen
 ΔH_4 : Panas bahan propilen masuk reaktor dari heater Air proses
 ΔH_5 : Panas produk keluar reaktor
 ΔH_{rxn} : Panas reaksi
 Q_{Loss} : Panas yang hilang
 $Q_{Pendingin}$: Panas yang diserap air pendingin

Direncanakan:

Suhu air proses masuk	=	160 °C	=	433.15 K
Suhu propylen masuk	=	160 °C	=	433.15 K
Suhu produk keluar	=	160 °C	=	433.15 K
Suhu air pendingin masuk	=	30 °C	=	303.15 K
Suhu air pendingin keluar	=	90 °C	=	363.15 K

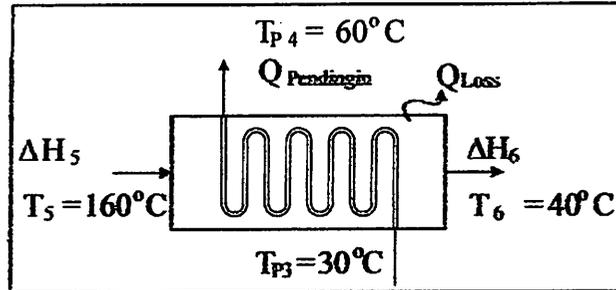
Neraca Panas Total :

Panas masuk = Panas keluar

$\Delta H_4 + \Delta H_R = \Delta H_5 + Q + Q_{loss}$

Neraca Panas Reaktor			
Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_4	= 20784.9684	Q	= -13521.75738
ΔH_R	= 38065.34416	ΔH_5	= 70606.5606
		Q_{loss}	= 1765.509378
Jumlah	= 58850.313	Jumlah	= 58850.313

4. Cooler (E-117)



Keterangan:

 ΔH_5 : Panas bahan masuk cooler ΔH_6 : Panas bahan keluar cooler menuju Flash Drum Q_{Loss} : Panas yang hilang $Q_{Pendingin}$: Panas yang terkandung pada steam

Direncanakan:

Suhu bahan masuk = 160 °C = 433.15 K

Suhu produk keluar = 40 °C = 313.15 K

Suhu air pendingin masuk = 30 °C = 303.15 K

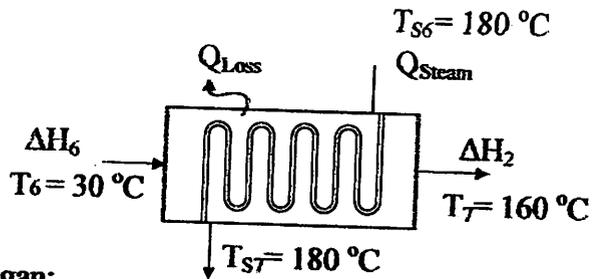
Suhu air pendingin keluar = 60 °C = 333.15 K

Neraca Panas total:

$$\Delta H_5 = \Delta H_6 + Q_{Loss} + Q_{Pendingin}$$

Neraca Panas Cooler			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_5	67637.0385	ΔH_6	7280.2452
		$Q_{Pendingin}$	58327.6822
		Q_{Loss}	2029.1112
Total	67637.0385	Total	67637.0385

5. Heater (E-121)



Keterangan:

- ΔH_6 : Panas bahan masuk heater
 ΔH_7 : Panas bahan keluar heater menuju destilasi
 Q_{Loss} : Panas yang hilang
 Q_{Steam} : Panas yang terkandung pada steam

Direncanakan:

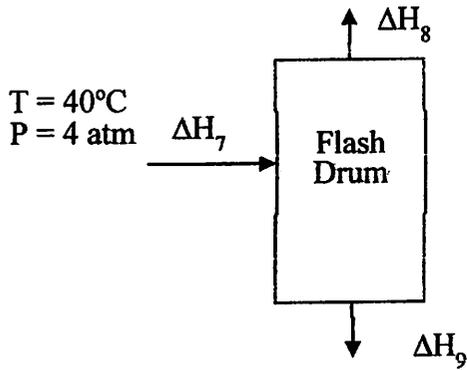
Suhu bahan masuk	=	40	°C	=	313.15	K
Suhu produk keluar	=	80	°C	=	353.15	K

Neraca panas
total:

$$\Delta H_6 + Q_{Steam} = \Delta H_7 + Q_{Loss}$$

Neraca Panas Heater			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_6	41586.7660	ΔH_7	159181.9480
Q_{Steam}	118842.7850	Q_{Loss}	1247.6030
Total	160429.5510	Total	160429.5510

6. Flash Drum (D-118)



Keterangan:

ΔH_7 : Panas yang terkandung dalam bahan masuk

ΔH_9 : Panas yang terkandung dalam liquid keluar flash drum

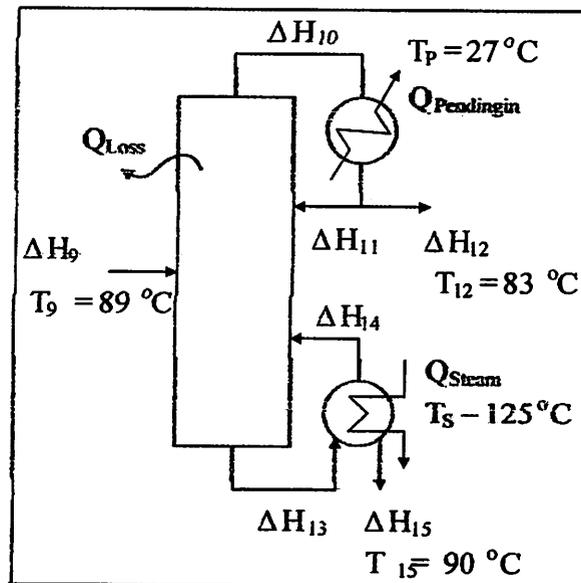
ΔH_8 : Panas yang terkandung dalam gas keluar flash drum

Neraca panas Overall:

$$\Delta H_7 = \Delta H_8 + \Delta H_9$$

Neraca Panas Flash Destilasi			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_7	159181.9480	ΔH_9	156448.0004
		ΔH_8	2733.9477
Total	159181.9480	Total	159181.9480

7. Kolom Destilasi (D-120)



Keterangan:

- ΔH_9 : Panas bahan masuk kolom destilasi
 ΔH_{10} : Panas vapor menuju kondensor
 ΔH_{11} : Panas liquid keluar kondensor yang refluks
 ΔH_{12} : Panas liquid keluar kondensor sebagai destilat
 ΔH_{13} : Panas liquid masuk reboiler
 ΔH_{14} : Panas vapor keluar reboiler
 ΔH_{15} : Panas liquid keluar reboiler sebagai bottom
 Q_{Loss} : Panas yang hilang
 Q_{Steam} : Panas yang terkandung pada steam
 $Q_{Pendingin}$: Panas yang terkandung pada air pendingin

Data yang diperoleh dari perhitungan temperatur bubble point dan dew point

Temperatur pada feed:

$$\text{Bubble point} = 89.8226 \text{ } ^\circ\text{C} = 362.9726 \text{ K}$$

$$\text{Dew point} = 88.4912 \text{ } ^\circ\text{C} = 361.6412 \text{ K}$$

Temperatur pada destilat

$$\text{Bubble point} = 82.4259 \text{ } ^\circ\text{C} = 355.5759 \text{ K}$$

$$\text{Dew point} = 82.6194 \text{ } ^\circ\text{C} = 355.7694 \text{ K}$$

Temperatur pada bottom

$$\text{Bubble point} = 90.8888 \text{ } ^\circ\text{C} = 364.0388 \text{ K}$$

$$\text{Dew point} = 89.0065 \text{ } ^\circ\text{C} = 362.1565 \text{ K}$$

Menghitung Neraca Panas Overall

Kesetimbangan panas overall pada kolom destilasi:

$$\Delta H_9 + Q_R = \Delta H_{12} + \Delta H_{15} + Q_C$$

Menghitung panas air keluar kondensor

Kesetimbangan panas pada kondensor:

$$\Delta H_{10} = \Delta H_{12} + \Delta H_{11} + Q_C$$

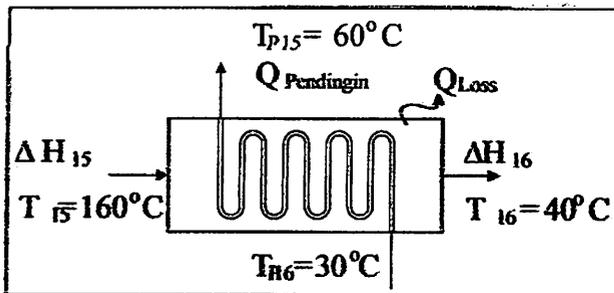
Menghitung neraca panas pada reboiler

Kesetimbangan panas pada reboiler:

$$\Delta H_{13} + Q_R = \Delta H_{14} + \Delta H_{15} + Q_{Loss}$$

Neraca Panas Kolom Destilasi			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_9	153916.3194	ΔH_{12}	95457.7911
Q_R	2064270.9459	ΔH_{15}	587608.7424
		Q_C	1535120.7319
Jumlah	2218187.2654	Jumlah	2218187.2654
Aliran Panas Kondensor			
ΔH_{10}	1726036.3140	ΔH_{11}	95457.7911
		ΔH_{12}	95457.7911
		Q_C	1535120.7319
Jumlah	1726036.3140	Jumlah	1726036.3140
Aliran Panas Reboiler			
ΔH_{13}	581958.1674	ΔH_{14}	80675.5428
Q_R	93008.9606	ΔH_{15}	587608.7424
		Q_{Loss}	6682.8429
Total	674967.1281	Total	674967.1281

8. Cooler (E-125)



Keterangan:

- ΔH_{15} : Panas bahan masuk cooler
 ΔH_{16} : Panas bahan keluar cooler menuju Tangki Propilen
 Q_{Loss} : Panas yang hilang
 $Q_{Pendingin}$: Panas yang terkandung pada steam

Direncanakan:

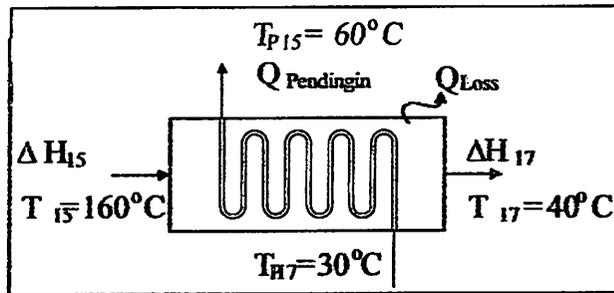
Suhu bahan masuk	=	80 °C	=	353.15 K
Suhu produk keluar	=	30 °C	=	303.15 K
Suhu air pendingin masuk	=	30 °C	=	303.15 K
Suhu air pendingin keluar	=	60 °C	=	333.15 K

Neraca panas total:

$$\Delta H_{15} = \Delta H_{16} + Q_{Loss} + Q_{Pendingin}$$

Neraca Panas Cooler			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_{15}	3414.8735	ΔH_{16}	293.6409
		$Q_{Pendingin}$	3018.7864
		Q_{Loss}	102.4462
Total	3414.8735	Total	3414.8735

9. Cooler (E-129)



Keterangan:

- ΔH_{15} : Panas bahan masuk cooler
- ΔH_{17} : Panas bahan keluar cooler menuju waste
- Q_{Loss} : Panas yang hilang
- $Q_{Pendingin}$: Panas yang terkandung pada steam

Direncanakan:

- Suhu bahan masuk = 80 °C = 353.15 K
- Suhu produk keluar = 30 °C = 303.15 K
- Suhu air pendingin masuk = 30 °C = 303.15 K
- Suhu air pendingin keluar = 60 °C = 333.15 K

Neraca panas total:

$$\Delta H_{15} = \Delta H_{17} + Q_{Loss} + Q_{Pendingin}$$

Neraca Panas Cooler			
Aliran Panas Masuk		Aliran Panas Keluar	
Komponen	Energi kcal/jam	Komponen	Energi kcal/jam
ΔH_{15}	21442.6113	ΔH_{17}	1940.5436
		$Q_{Pendingin}$	18858.7893
		Q_{Loss}	643.2783
Total	21442.6113	Total	21442.6113

BAB V

SPESIFIKASI PERALATAN

No	Nama alat	Kode	Jenis	Ukuran	Bahan Konstruksi	Jumlah
1.	Storage Propilen	F-111	Spherical tank (Tangki berbentuk Bola)	- D = 7,8424 ft - R = 47,0553 ft - ts = 0,0205 ft - Volume tangki = 252,4342 ft ³ - Tekanan design = 58,5211 psig	carbon steel SA 167 grade 3 type 304	1
2.	Compressor	G-112	Multistage Compressor Centrifugal	- Stage = 8 - Daya = 1,5 Hp - Kapasitas = 181,5355 kg/jam	Stainless steel	1
3.	Reaktor (R-110) Alat Utama Bab VI					
4.	Heater	E-113	Shell and tube	- Kapasitas 181,5355 kg/jam - Kebutuhan steam = 20,9019 kg/jam Bagian <i>shell</i> - IDS = 10 in - B = 2 in - Pt = 1 Bagian <i>tube</i> - L = 12 ft - Nt = 61 di = 0,87 in	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1
5.	Heater	E-114	Shell and tube	- Kapasitas 27967,9390 kg/jam - Kebutuhan steam = 20,9019 kg/jam Bagian <i>shell</i> - IDS = 10 in	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1

				- B = 2 in Bagian <i>tube</i> - L = 12 ft - Nt = 61 di = 0,87 in		
6.	Pompa	L-115	Piston	- Daya = 1 hp - Kapasitas = 1141,3507 ft ³ /jam	Commerical steel	1
7.	Expander	G-116	Multistage Reciprocati ng Ekspander	- Daya = 1 hp Kapasitas = 32993,6920 kg/jam	Stainless Stell	1
8.	Cooler	E-117	Double pipe	- Kapasitas = 2516,2607 lb/ft - OD = 1 in - L = 4 ft - A = 2,2063 ft ²	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1
9.	Flash Drum	F-130	Silinder vertikal	Kapasitas = 27967,9390 kg/jam di = 30,8417 in do = 30 in Pi = 58,9350 in ts = 3/16 in ls = 44,25 in	Carbon steel, SA 240 M type M type 316.	1
10	Pompa	L-119	Centrifugal Pump	- Daya = 1 hp - Kapasitas = 1048,7786 ft ³ /jam Ukuran pipa = 2 in sch 40	Cast Iron	1
11	Tangki Produk Samping	F-130	Spherical tank (Tangki berbentuk Bola)	- D = 5,3974 ft - R = 32,3850 ft - ts = 0,0205 ft - Volume tangki = 82,2914 ft ³ - Tekanan design = 21764,960 psig	carbon steel SA 167 grade 3 type 304	1
12	Heater	E-121	Shell and tube	- Kapasitas = 1048,7786 kg/jam - Kebutuhan steam = 60, 8818kg/jam Bagian <i>shell</i>	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1

				<ul style="list-style-type: none"> - IDS = 10 in - B = 2 in Bagian <i>tube</i> <ul style="list-style-type: none"> - L = 12 ft - Nt = 61 di = 0,87 in 		
13	Kondensor	E-122	Shell and tube	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas = 164,425 kg/jam Bagian <i>shell</i> <ul style="list-style-type: none"> - IDS = 8 in - B = 1,6 in - Pt = 1,25 in Bagian <i>tube</i> <ul style="list-style-type: none"> - L = 20 ft - Nt = 21 di = 0,7820 in 	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1
14	Akumulator	F-123	tangki berbentuk silinder horizontal dengan tutup samping standart dish	<ul style="list-style-type: none"> - Pi = 15,2692 psig - di = 27,6250 in - do = 28 in - Ls = 41,438 	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1
15	Pompa	L-124	Centrifugal Pump	<ul style="list-style-type: none"> - Daya = 1 hp - Kapasitas = 168,6979 ft³/jam 	Cast Iron	1
16	Cooler	E-125	Double pipe	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas = 371,9173 lb/ft - OD = 1 in - L = 4 ft - A = 3,3213 ft² 	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1
17	Storage Isopropil Alkohol	F-126	Tangki silinder tegak tutup atas standart dish dan tutup bawah datar	<ul style="list-style-type: none"> di = 155,6250 in do = 156 in Pi = 17,9755 psig Ls = 233,0388 in Volume tangki = 668,7381 ft³ 	Nikel-Resis Iron	1

18	Reboiler	E-127	Shell and tube	Kapasitas = 10762,43 lb/jam Bagian Shell: IDS = 13 ¼ in B = 2,62 in Pt = 1 de = 1 Bagian tube: L = 20 ft di = 0,782	Stainless Stell SSA 240 Grade M Type 316	1
19	Pompa	L-128	Centrifugal Pump	- Daya = 6 hp - Kapasitas = 212,9635 ft ³ /jam	Polypropylene and teflon	1
20	Cooler	E-129	Double pipe	- Kapasitas = 10762,598 lb/jam - OD = 1 in - L = 4 ft - A = 3,2685 ft ²	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1
21	Kolom Destilasi	D-120	Silinder tegak dengan tutup atas bawah standart dished	Kapasitas = 1053,1400 kg/jam T = 18 in di shell = 3 ft Pi = 4,2857 psig ts = 3/16 do = 38 in di = 37,6 in	Stainless Stell SA 240 Grade M Type 316	1

BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor
 Kode alat : R-110
 Fungsi : Untuk mereaksikan propilen dengan air
 Jumlah : 1 buah
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas standart dished dan bawah conical

Kondisi operasi : - Temperatur = 160 °C = 433.15 K
 - Tekanan = 81.06 bar = 80 atm
 - Waktu operasi = 2 jam
 - Fase = liquid - gas
 - Densitas campuran = 820.7432 kg/cm³ = 51.2390
 - Viskositas campuran = 146.6139252 lb/ft³.s
 Direncanakan : - Bahan konstruksi = Stainless steel SA 240 Grade M tip
 allowable stress (f) = 18750
 - Pengelasan = double welded butt joint E = 0.
 - Faktor korosi = $\frac{1}{16} = 0.0625$
 - Bahan masuk = 32993.6920 kg/jam
 = 79336.6318 lb/jam 22.038

6.1. Rancangan dimensi reaktor

A. Menentukan volume reaktor

Bahan masuk = 32993.6920 kg/jam
 = 79336.6318 lb/jam

ρ campuran = 820.743 g/cm³
 = 51.2390 lb/ft³

Rate volumetrik = $\frac{\text{Bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}}$
 = $\frac{79336.6318 \text{ lb/jam}}{51.2390 \text{ lb/ft}^3}$
 = 1548.3642 ft³/jam

volume liquid = 1548.3642 ft³/jam x 2 jam = 3096.728

Volume ruang kosong untuk reaktor berpengaduk dan jaket : 20% V Tota

Volume total = Volume liquid + Volume ruang kosong
 = 3096.72832 ft³ + 20% V total

80% V total = 3096.72832 ft³

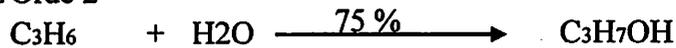
V total = 3870.9104 ft³

2 Menentukan waktu reaksi

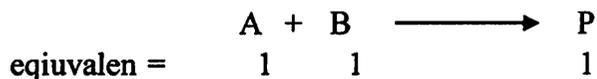
Waktu kontak didalam reaktor antara 2 jam.

3 Menentukan konstanta kecepatan reaksi (k)

Reaksi Orde 2



Persamaan reaksi:



$$\begin{aligned} \varepsilon_A &= \frac{V_{X_A=1} - V_{X_A=0}}{V_{X_A=0}} \\ &= \frac{1 - 1}{1} \\ &= \frac{1 - 1}{1} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Direncanakan volume setelah bereaksi 1.2 Volume awal

$$\Delta v = v_1 - v_0$$

Keterangan :

v_1 = volume setelah bereaksi

v_0 = volume awal

$$\begin{aligned} \Delta v &= v_1 - v_0 \\ &= 1.2 v_0 - v_0 \\ &= 1.2 v_0 - 1 \\ &= 0.2 v_0 \end{aligned}$$

$$-r_A = \frac{C_{A0}}{\varepsilon_A} d \frac{(\ln v)}{dt} = k C_A = k C_{A0} \left(\frac{1 - X_A}{1 + \varepsilon_A X_A} \right)$$

$$- \ln \left(1 - \frac{\Delta v}{\varepsilon_A v_0} \right) = kt, \Delta v = v - v_0$$

$$- \ln \left(1 - \frac{0,2 v_0}{1 \times v_0} \right) = k \times 10$$

$$- \ln \left(\frac{0,8}{1} \right) = 10k$$

$$0.22314 = 10 k$$

$$k = 0.022314 \text{ liter/mol.detik}$$

$$= 22.31400 \text{ liter/kgmol.detik}$$

$$\sim \int_0^{X_A} dX$$

$$\tau = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{-r_A} \quad \text{levenspiel}$$

$$\tau = \frac{v}{v_0} = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{kC_A}$$

$$\tau = \frac{v}{v_0} = C_{A0} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{kC_{A0}(1-X_A)}$$

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{v}{v_0} = \frac{1}{k} \int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)} \\ &= \frac{1}{k} \ln(1-X_A) \\ &= \frac{1}{k} \ln(1-0.75) \\ &= \frac{1}{0.022314} \times 1.386294 \\ &= 62.1267 \text{ detik} \\ &= 1.035444 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$v_0 = \frac{22.038}{51.2390} = 0.4301 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{v}{v_0} \times v_0 \\ &= 62.1267 \times 0.4301 \\ &= 26.7207 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume ruang kosong} = 20\% V_T$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= \text{Volume gas} + \text{Volume ruang kosong} \\ &= 26.7207 + 20\% \end{aligned}$$

$$80\% V_{\text{total}} = 26.7207 \text{ ft}^3$$

$$V_{\text{total}} = 33.4009 \text{ ft}^3$$

c. Menentukan berat katalis

$$\text{Katalis Amberlyst DT mempunyai specific gr} = 1.15 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densitas} = 0.66 \text{ g/m}^3 = 41.2038 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Berat moleku} = 314.399 \text{ kg/kgmol}$$

mencari C_{A0}

$$q = \frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} = \frac{32993.6920 \text{ lb/jam}}{51.2390 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 22.2750 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$C_{A0} = \frac{57.8808 \text{ kmol/jam}}{22.2750 \text{ ft}^3/\text{jam}}$$

$$= 2.5984615 \text{ kmol/ft}^3$$

$$= 73.5806332 \text{ kmol/liter}$$

$$= 73580.6332 \text{ mol/liter}$$

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{F_{A0}}{k \cdot C_{A0}} \left[(1 + \varepsilon_A) \ln \frac{1}{1 - X_A} - \varepsilon_A \cdot X_A \right] \quad (\text{Levenspiel, ed 3 hal 414 chapter 18}) \\
 &= \frac{57.8808}{22.31400 \times 73.5806} \left(\left[1 + 0 \right] \ln \frac{1}{0.02} - 0 \times 0.98 \right) \\
 &= 0.03525281 \times 2 \times \ln 50 - 0.98 \\
 &= 0.206724124 \text{ kgmol} \\
 &= 0.206724124 \times 314.3987 \\
 &= 64.9937959 \text{ kg} \\
 &= 0.0649938 \text{ ton} \\
 &= 143.285322 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

d. Menentukan panjang tube yang terisi katalis

$$Z = \frac{4 \times W}{\pi \times \text{ID}^2 \times \rho_{\text{katalis}}}$$

Dimana:

Z = tinggi tumpukan katalis (ft)

W = volume katalis dalam tube (lb)

ρ_{katalis} = densitas katalis (lb/ft³)

ID = diameter dalam tube (ft)

Dimana digunakan pipa dengan ketentuan ukuran nominal 3 sch. 40

(Appendiks K, Brownell and Young, hal 387) didapatkan:

ID = 3.068 in = 0.255667 ft

OD = 3.500 in = 0.291667 ft

A = 15.74 in = 0.1093 ft²

$$Z = \frac{4 \times 143.285322 \text{ ft}^3}{\pi \times 0.25567^2 \times 41.2038} = 67.7714 \text{ ft}$$

Dipilih tinggi tube standart: 22 ft = 6.70568 m = 80 in

Sehingga didapatkan tinggi tumpukan katalis

Z = 80 % dari tinggi tube yang dipilih

= 80% × 22 ft

= 17.6 ft

= 5.3645 m

e. Mentukan jumlah tube

$$N_t = \frac{\text{tinggi katalis keseluruhan}}{\text{tinggi katalis per tube}}$$

$$= \frac{67.7714}{3.8506} = 344 \text{ buah}$$

 17.6
f. Menentukan diameter reaktor

Susunan pipa yang digunakan adalah triangular pitch (segitiga sama sisi) dengan tujuan agar memberikan turbulensi yang lebih baik, sehingga akan memperbesar koefisien transfer panas konveksi (h_o). Sehingga transfer panasnya lebih baik daripada square pitch (Kern, 1983).

Jarak antar pusat pipa (P_T)

$$\begin{aligned} P_T &= OD + \frac{1}{4} OD \\ &= 3.500 + (\frac{1}{4} \times 3.500) \\ &= 4.3750 \text{ in} \\ &= 0.111 \text{ m} \end{aligned}$$

Jarak antar pipa (Clearance)

$$\begin{aligned} C' &= P_T - OD \\ &= 4.3750 - 3.5000 \\ &= 0.8750 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi segitiga} = t = P_T \sin 60^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Luas satu pipa} &= 4.3750 \sin 60^\circ \\ &= 4.375 \times 0.866 \\ &= 3.789 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luasan triangular pit (A')} &= 0.5 \times P_T \times t \\ &= 0.5 \times 4.3750 \times 3.789 \\ &= 8.287891 \text{ in}^2 \\ &= 0.057554 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Tube side atau Bundle crossflow (a_t)

$$\begin{aligned} a_t &= N_t \times a_t' \\ &= 344 \times ((\pi \times ID^2)/4) \\ &= 17.651 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Mass velocity (G_t)

$$\begin{aligned} G_t &= \frac{W_t}{a_t} = \frac{0.000}{17.6513} \\ &= 0.0000 \text{ lb/jam.ft}^2 \end{aligned}$$

g. Menghitung Shell

- Diameter dalam shell (IDs)

$$\begin{aligned} IDs &= \left(\frac{4.0,866 \cdot N_t \cdot P_T^2}{\pi} \right)^{0,5} \\ &= \left(\frac{4 \times 0.866 \times 344 \times 4.3750^2}{3.14} \right)^{0,5} \\ &= 85.2278 \text{ in} \end{aligned}$$

- Jarak Baffle

$$\begin{aligned}
 B_s &= ID_s \times 0,3 \\
 &= 85.2278 \times 0,3 \\
 &= 25.5683 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Shell Side atau Bundle Crossflow Area (as)

$$\begin{aligned}
 a_s &= \frac{C' \times ID_s \times B_s}{P_T} \\
 a_s &= \frac{0.8750 \times 85.2278 \times 25.5683}{4.3750} \\
 &= 435.826911 \text{ in}^2 \\
 &= 3.0266 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

- Mass Velocity (G_s)

$$\begin{aligned}
 G_s &= \frac{W}{a_s} = \frac{79336.632}{435.826911} \\
 &= 182.037 \text{ lb/jam.in}^2
 \end{aligned}$$

- Equivalent Diameter (De)

$$\begin{aligned}
 De &= \frac{(4 \times (0,5 \cdot P_T \times 0,866 \cdot P_T - 0,5 \cdot \pi \cdot OD^2)/4)}{0,5 \cdot \pi \cdot OD} \\
 &= \frac{4 \times (2.1875 \times 3.7888 - 5.4950^2)/4}{5.495} \\
 &= 0.53804 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- Reynold number (Re)

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{De \times G_s}{\mu_{pemanas} \times 2,42} = \frac{0.53804 \times 182.037}{1.056 \times 2.42} \\
 &= 38.3262
 \end{aligned}$$

- Pressure drop di shell

$$\Delta P_s = \frac{f \times G_s^2 \times ID_s \times (N+1)}{5,22 \cdot 10^0 \times de \times sg \times \phi}$$

Dimana:

D_s = diameter shell (IDs)

G_s = mass velocity

De = equivalent diameter

ϕ = corrected coefficient = 1 (hal 121 Kern, 1950)

$$(N+1) = \frac{12 L}{B} = \frac{240}{17.04556} = 14.0799$$

s = spesific gravityn = 1

f = shell side friction fac = 0.0431 (Fig.29 Kern, 1950)

$$\Delta P_s = \frac{0.0431 \times 182.037^2 \times 85.2278 \times (14.080)}{5,22 \cdot 10^0 \times de \times sg \times \phi}$$

$$\begin{aligned} &= 5,22 \times 10^{10} \times 0.53804 \times 1 \times 1 \\ &= 6.1023E-05 \text{ psi} \end{aligned}$$

B. Menentukan dimensi vessel

1. Diameter Vessel

$$\text{asumsi : } L_s = 1.5 \text{ di}$$

$$\text{Volume total} = V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$$

$$3870.9104 = \frac{\pi di^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times di^2 \times L_s + 0.0847 \text{ di}^3$$

$$3870.9104 \text{ ft}^3 = \frac{3.14 \times di^3}{24 \times 1.61978} + \frac{3.14}{4} \times di^2 \times 1,5 \cdot di + 0.085$$

$$3870.9104 \text{ ft}^3 = 1.3430 \text{ di}^3$$

$$di^3 = 2882.345$$

$$di = 14.2314 \text{ ft}$$

$$= 170.7772 \text{ in}$$

2. Menghitung volume liquid dalam silinder (Vls)

$$V_{ls} = V_{\text{liquid}} - V_{\text{tutup bawah}}$$

$$= 3096.72832 - \frac{\pi di^3}{24 \tan 1/2\alpha}$$

$$= 3096.72832 - \frac{3.14}{24} \times \frac{2882.3452}{1.61977519}$$

$$= 2863.9140 \text{ ft}^3$$

3. Menghitung tinggi liquid dalam silinder (L ls)

$$L_{ls} = \frac{V_{ls}}{(\pi/4) \times di^2}$$

$$= \frac{2863.9140}{(3,14/4) \times 170.7772}$$

$$= 21.3629 \text{ ft} = 256.3549 \text{ in}$$

4. Menghitung tekanan design (pi)

$$P_i = P_{\text{atm}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho (L_{ls} - 1)}{144}$$

$$= \frac{51.2390 \times (21.3629 - 1)}{144}$$

$$= 7.2457 \text{ psia}$$

$$P_i = 14.7 \text{ psia} + 7.2457 \text{ psia}$$

$$= 21.9457 \text{ psia} = 7.2457 \text{ psig}$$

5. Menghitung tebal silinder (ts)

$$t_s = \frac{P_i \cdot di}{\dots} + C$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2(f.E - 0,6Pi)}{2(18750 \times 0,80 - 0,6 \times 7.2457)} + \frac{1}{16} \\
 &= \frac{7.2457 \times 170.7772}{2(18750 \times 0,80 - 0,6 \times 7.2457)} + \frac{1}{16} \\
 &= 0.1038 \\
 &= \frac{1.6601}{16} \approx 3/16
 \end{aligned}$$

standarisasi do

$$\begin{aligned}
 do &= di + 2 ts \\
 &= 170.7772 + 2 \times 3/16 \\
 &= 171.1522 \text{ in}
 \end{aligned}$$

berdasarkan tabel 5.7 halaman 90 Brownell,

$$\begin{aligned}
 do &= 60 \text{ in} \\
 r &= 60 \text{ in} \\
 icr &= 3 \frac{5}{8} = \frac{29}{8} = 3.625
 \end{aligned}$$

menentukan harga di baru

$$\begin{aligned}
 di &= do - 2 ts \\
 &= 60 - 2 \times 3/16 \\
 &= 59.6250 \text{ in} \\
 &= 4.96875 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

cek hubungan Ls dengan di

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= \frac{\pi di^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times di^2 \times Ls + 0.0847 di^3 \\
 3870.9104 \text{ ft}^3 &= \frac{3.14 \times 122.67}{24 \times 1.61978} + \frac{3.14}{4} \times 24.688 \times Ls \\
 &\quad + (0.0847 \times 122.670868) \\
 3870.9104 \text{ ft}^3 &= 16.0494 + 19.3805 Ls + 10.3902225 \\
 &= 26.4397 + 19.3805 Ls \\
 3844.4707 \text{ ft}^3 &= 19.3805 Ls \\
 Ls &= 198.3685 \text{ ft} \\
 Ls &= 198.3685 \\
 D &= \frac{198.3685}{4.9688} = 39.9232 < 1.5 \text{ (memenuhi)}
 \end{aligned}$$

$$- r = di = 59.6250 \text{ in} - sf = 1.5$$

$$- icr = 3 \frac{5}{8}$$

Tebal tutup atas (tha)

$$\begin{aligned}
 tha &= \frac{0,885 \times Pi \cdot di}{2(f.E - 0,1Pi)} + C \\
 &= \frac{0.885 \times 7.2457 \times 59.6250}{2(18750 \times 0,80 - 0,1 \times 7.2457)} + \frac{1}{16} \\
 &= 0.0752 \\
 &= \frac{1.2039}{16} \approx 3/16
 \end{aligned}$$

Tinggi tutup atas (h_a)

$$\begin{aligned} h_a &= 0.1690 \times d_i \\ &= 0.1690 \times 59.6250 \\ &= 10.0766 \text{ in} \\ &= 0.83972 \text{ ft} \end{aligned}$$

2. Menentukan dimensi tutup bawah

Tebal tutup bawah (h_b)

$$\begin{aligned} h_b &= \frac{\pi \cdot d_i}{2 \cos 1/2\alpha (f \cdot E - 0.6\pi)} + C \\ &= \frac{7.2457 \times 59.6250}{2(0.5 \times 18750 \times 0.8 - 0.6 \times 7.246)} + \frac{1}{1} \\ &= 0.0899 \end{aligned}$$

$$= \frac{1.4387}{16} \approx 3/16$$

$$\begin{aligned} h_b &= \frac{1/2 d}{\tan 1/2\alpha} \\ &= \frac{29.8125}{1.61978} \\ &= 18.4053 \text{ in} \\ &= 1.5338 \text{ ft} \end{aligned}$$

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

- d_o = 60 in	- t_{ha} = 3/16 in
- d_i = 59.6250 in	- h_a = 10.0766 in
- L_s = 256.3549 in	- t_{hb} = 3/16 in
- t_s = 3/16 in	- h_b = 18.4053 in
- tinggi reaktor = tinggi (tutup atas + silinder + tutup bawah) + sf	
= 286.3369 in	
= 23.8614 ft	

6.2. Perhitungan Sparger

Dasar Perancangan:

Rate gas = 172.4587 kg/jam = 380.2025 lb/jam

Densitas umpan = 0.0450 lb/ft³

Suhu = 160 °C = 86 °F

P gas = 14.6959 psia = 0.0000 psig

Perhitungan:

Menghitung luas area sparger

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{380.2025 \text{ lb/jam}}{0.0450 \text{ lb/ft}^3} = 8448.9433 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 140.8157 \text{ ft}^3/\text{me} \end{aligned}$$

FPM = 150 , dari tabel didapatkan velocity gas keluar (FPM)

$$\text{ACFM} = \text{Rate volumetri k gas} \times \frac{14,7}{(14,7 + P)} \times \frac{(460 + T)}{520}$$

$$\text{ACFM} = 30221.22 \text{ ft}^3/\text{menit}$$

$$\text{Luas area sparger (A)} = \frac{\text{ACFM}}{\text{FPM}} = 201.4748 \text{ ft}^2$$

(www.Mott Corporation.com-sparger design guide)

$$A = 1/4 \pi D^2$$

$$201.4748 = 0.7850 D^2$$

$$D^2 = 51.33 \text{ ft}^2$$

$$D = 7.165 \text{ ft} = 85.975 \text{ in}$$

Trial jarak lubang agar harga At perhitungan sama dengan harga trial

$$\text{Jarak antar lubang } P_T = 2 \text{ in}$$

$$\text{Luas satu segitiga} = 1/2(P_T \times \sin 60) \times P_T$$

$$= 1.732$$

Luas lubang sparger

$$\text{Luas lubang sparger (A)} = \frac{201.4748}{540000} = 0.00037 \text{ ft}^2$$

$$A = 1/4 \pi D^2$$

$$0.0003731 = 0.785 D^2$$

$$D^2 = 0.0005 \text{ ft}^2$$

$$D = 0.0218 \text{ ft} = 0.26 \text{ in}$$

Menentukan jumlah lubang

$$\text{Jumlah lubang} = \frac{201.4748}{1.7320}$$

$$= 116.32 \approx 116 \text{ buah}$$

6.3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan:

- a. Nozzle pada tutup standart dished
 - Nozzle untuk pemasukan air
- b. Nozzle pada silinder
 - Nozzle untuk manhole
 - Nozzle untuk air pendingin inlet pada jaket
 - Nozzle untuk air pendingin out pada jaket
- c. Nozzle pada tutup bawah conical
 - Nozzle untuk pengeluaran produk

- Nozzle untuk pemasukan umpan C_3H_6
- d. Digunakan flange standart dengan type welding neck pada:
 - Nozzle untuk pemasukan umpan C_3H_6
 - Nozzle untuk pemasukan umpan air
 - Nozzle untuk pengeluaran gas C_3H_6 sisa
 - Nozzle untuk air pendingin inlet pada jaket
 - Nozzle untuk air pendingin out pada jaket
 - Nozzle untuk pengeluaran produk

Dasar Perhitungan

a. Nozzle pada tutup standart dished

- Nozzle untuk pemasukan umpan air

$$\text{Rate umpan masuk} = \text{\#REF!} \text{ kg/jam} = \text{\#REF!} \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas umpan} = 1.0800 \text{ g/cm}^3 = 59.4521 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{Densitas umpan}} \\ &= \frac{\text{\#REF!}}{59.4521} \\ &= \text{\#REF!} \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= \text{\#REF!} \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned} \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\ &= 3.9 \times \text{\#REF!}^{0,45} \times 59.4521^{0,13} \\ &= \text{\#REF!} \text{ in} \\ &= \text{\#REF!} \text{ ft} \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 1 in sch. 80
- OD = 1.3150 in
- ID = 0.9570 in
- A = 0.00499 ft²

b. Nozzle pada silinder

- Nozzle untuk manhole

Lubang manhole berdasarkan standart yang ada yaitu 20 in

(Brownell and Young item 3 dan 4 halaman 351)

pada fig. 12.2 Brownell and Young halaman 221, diperoleh dimensi pipa:

- Ukuran pipa (NPS) : 20 in
- Diameter luar (A) : 27 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) : 1 11/16 in
- Diameter lubang (R) : 23 in
- Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) : 20 in
- Diameter huubngan pada alas (E) : 22 in
- Tebal nozzle (L) : 5 11/15 in

- Diameter dalam nozzle (B) : 19.25 in
- Jumlah lubang baut : 20 buah
- Diameter baut : 1 1/8 in

c. Nozzle untuk air pendingin inlet dan air pendingin out

$$\begin{aligned}
 \text{Rate umpan} &= \text{\#REF!} \text{ kg/jam} = \text{\#REF!} \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas umpan} &= 1.0800 \text{ g/cm}^3 = 67.4244 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{\#REF!}}{\text{Densitas umpan}} \\
 &= \frac{\text{\#REF!}}{67.4244} \\
 &= \text{\#REF!} \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= \text{\#REF!} \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 \times \text{\#REF!}^{0,45} \times 67.4244^{0,13} \\
 &= \text{\#REF!} \text{ in} \\
 &= \text{\#REF!} \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 1 1/2 in sch. 80
- OD = 1.9000 in
- ID = 1.5000 in
- A = 0.01225 ft²

d. Nozzle untuk pengeluaran produk

$$\begin{aligned}
 \text{Rate produk keluar} &= 32993.6920 \text{ kg/jam} = 72737.8934 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas produk} &= 0.8207 \text{ g/cm}^3 = 51.2390 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\text{Densitas produk}} \\
 &= \frac{72737.89338}{51.2390} \\
 &= 49.1075 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0.0136 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 \times 0.0136^{0,45} \times 51.2390^{0,13} \\
 &= 0.941875 \text{ in} \\
 &= 0.0785 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 1 in sch. 80
- OD = 1.3150 in
- ID = 0.9570 in

$$\begin{aligned}
 - A &= 0.00499 \text{ ft}^2 \\
 \text{e. Nozzle untuk pemasukan umpan C3H6} \\
 \text{Rate C3H6 masuk} &= 5025.2525 \text{ kg/jam} = 11078.6717 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas propilen} &= 0.0816 \text{ g/cm}^3 = 5.0971 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate C3H6 masuk}}{\text{Densitas propilen}} \\
 &= \frac{11078.67166}{5.0971} \\
 &= 2173.5354 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0.6038 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3.9 \times 0.6038^{0,45} \times 5.0971^{0,13} \\
 &= 3.840654 \text{ in} \\
 &= 0.3201 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

$$\begin{aligned}
 - \text{Ukuran pipa} &= 1 \text{ in sch. 80} \\
 - \text{OD} &= 1.3150 \text{ in} \\
 - \text{ID} &= 0.9570 \text{ in} \\
 - A &= 0.00499 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

Dari Brownel & Young tabel 12.2 halaman 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standart type welding neck dengan dimensi nozzle:

- Nozzle A : Nozzle untuk pemasukan umpan air
- Nozzle B : Nozzle untuk manhole
- Nozzle C : Nozzle untuk air pendingin inlet pada jaket
- Nozzle D : Nozzle untuk air pendingin out pada jaket
- Nozzle E : Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle F : Nozzle untuk pemasukan umpan C3H6
- NPS : ukuran pipa nominal, in
- A : Diameter luar flange, in
- T : Ketebalan minimum flange, in
- R : diameter luar bagian yang menonjol, in
- E : Diameter hubungana atas, in
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L : panjang julakan, in
- B : diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1.32	2 3/16	1.05
B	20	27 1/2	1 11/16	23	22	20.00	5 11/15	19.2
C	1 1/2	5	1 1/16	2 7/8	2 9/16	1.90	2 7/16	1.61
D	1 1/2	5	1 1/16	2 7/8	2 9/16	1.90	2 7/16	1.61
E	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1.32	2 3/16	1.05

F	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	1.32	2 3/16	1.05
---	---	-------	------	---	---------	------	--------	------

6.4. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reaktor

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

1. Gasket

Dari Brownell & Young, fig. 12.11 hal. 228, didapatkan :

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

Gasket factor (m) : 3.75

min design seating stress (y) : 9000 psia

2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 344, didapatkan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 15000

3. Flange

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

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

Tensile strength minimum : 75000 psia

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Ring flange loose type

6.4.1. Perhitungan Lebar Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p \cdot m}{y - p(m + 1)}}$$

Dimana :

- d_o = diameter luar gasket
- d_i = diameter dalam gasket
- y = yield stress = 9000 psia
- p = internal pressure = 14.7000 psia
- m = gasket factor = 3.75

Diketahui di gasket = d_o shell 60.000 in = 5.0000 ft

Maka didapatkan :

$$\frac{d_o}{d_i} = \frac{9000 - 14.7000 \times 3.75}{9000 - 14.7000 \times (3.75 + 1)}$$

$$d_o = 1.00082 \times 5.0000$$

$$d_o = 5.00411 \text{ ft} = 60.04936 \text{ in}$$

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

$$= \frac{60.04936 - 60.000}{2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0.024681}{2} \approx 0.0123405 \text{ in} \\
 \text{Diambil gasket (n)} &= 1 \text{ in} \\
 \text{D rata-rata gasket (G)} &= d_o + n \\
 &= 60.000 \text{ in} + 1.0000 \text{ in} \\
 &= 61.000 \text{ in} = 5.0833 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

6.4.2. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

▪ Perhitungan beban baut

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal. 240 :

Beban gasket supaya tidak bocor (H_y)

$$W_{m2} = H_y = \pi \cdot b \cdot G \cdot y$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.12 hal. 229 :

Lebar setting gasket bawah:

$$\begin{aligned}
 b_o &= n/2 \\
 &= 0.5000
 \end{aligned}$$

- Sehingga didapatkan H_y :

$$\begin{aligned}
 H_y = W_{m2} &= 3.14 \times 0.5000 \times 61.000 \times 9000 \\
 H_y &= 861930 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal. 240 :

Beban baut agar tidak bocor (H_p)

$$H_p = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot G \cdot m \cdot p$$

$$\begin{aligned}
 H_p &= 2 \times 3.14 \times 0.5000 \times 61.000 \times 3.75 \times 14.7000 \\
 H_p &= 10558.6425 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal. 240 :

Beban karena tekanan dalam (H)

$$H = \pi/4 \cdot G^2 \cdot p$$

$$H = 0.785 \times 61.000^2 \times 14.7000$$

$$H = 42938.4795 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal. 240 :

Total berat beban pada kondisi operasi (W_{ml})

$$W_{ml} = H + H_p$$

$$= 42938.4795 \text{ lb} + 10558.6425 \text{ lb}$$

$$= 53497.1220 \text{ lb}$$

Karena $W_{ml} > W_{m2}$, maka yang mengontrol adalah W_{ml} .

▪ Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal. 240 :

$$A_{ml} = \frac{W_{ml}}{f_b}$$

$$= \frac{53497.1220}{15000}$$

$$= 3.56647 \text{ in}^2 = 0.02477 \text{ ft}^2$$

▪ *Perhitungan Bolting Optimum*

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 1 1/4 in
- Root area = 0.890 in²

$$\begin{aligned} \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{A_{ml}}{\text{root area}} \\ &= \frac{3.5665}{0.890} \\ &= 4.007 \approx 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 dan tabel 12.3 halaman 227:

- Bolt spacing = 2 13/16 in
- Minimum radial distance (R) = 1 3/4 in
- Edge distance (E) = 1 1/4 in
- Bolting circle diameter (C) :

$$C = \text{di shell} + 2 (1,415 \cdot g_o + R)$$

- Dimana :

- di shell = 59.6250 in
- g_o = tebal shell (ts)
- = 3/16

- Maka bolting circle diameter (C) :

$$\begin{aligned} C &= 59.6250 + 2 [(1.415 \times 3/16) + 1.75] \\ &= 63.6556 \text{ in} \end{aligned}$$

- Diameter luar flange

$$\begin{aligned} \text{OD} &= C + 2 E \\ &= 63.6556 + 2 \times 1 \frac{1}{4} \\ &= 66.1556 \text{ in} \end{aligned}$$

Check lebar gasket

$$\begin{aligned} A_b \text{ actual} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\ A_b \text{ actual} &= 5 \times 0.890 \text{ in}^2 \\ A_b \text{ actual} &= 4.4500 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

Lebar gasket minimum

$$\begin{aligned} L &= A_b \text{ actual} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ &= 4.4500 \times \frac{15000}{2 \times 3.14 \times 9000 \times 61.000} \\ &= 0.01936 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena $L < n = 1.00000$ in, jadi perhitungan bolting optimum memenuhi.

▪ *Perhitungan Moment*

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

$$\begin{aligned} W &= \frac{A_m + A_b}{2} f_a \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.94 hal. 242}) \\ w &= \frac{3.56647 + 4.4500}{2} \times 15000 \end{aligned}$$

$$w = \frac{15000}{2}$$

$$= 60123.561 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

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

$$h_G = \frac{63.6556 - 61.000}{2}$$

$$= 1.33 \text{ in}$$

- Moment flange (M_a) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$M_a = W \times h_G$$

$$M_a = 60123.561 \times 1.328$$

$$M_a = 79832.81584 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.95 hal. 243 :

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{ml} = 53497.1220 \text{ lb}$$

- Hidrastic and force pada daerah dalam flange (H_D)

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 243 :

$$H_D = 0,785 \cdot B^2 \cdot p$$

Dimana :

$$- B = \text{do shell reaktor} = 256.4 \text{ in}$$

$$- p = \text{tekanan operasi} = 14.700 \text{ lb/in}^2$$

Maka :

$$H_D = 0.785 \times 256.4^2 \times 15$$

$$H_D = 758351.065 \text{ lb}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (h_D)

Dari Brownell & Young, pers. 12.100 hal. 243 :

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

$$= \frac{63.6556 - 256.4}{2} = -96.3 \text{ in}$$

- Moment M_D

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 242 :

$$M_D = H_D \times h_D$$

$$= 758351.065 \times -96.3$$

$$M_D = -7.3E+07 \text{ lb.in}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatis total (H_G)

$$H_G = W - H$$

$$= 53497.1220 - 42938.4795$$

$$= 10558.6425 \text{ lb}$$

- Moment M_G

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ &= 10558.6425 \times 1.33 \\ &= 14019.8975 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

• Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} H_r &= H - H_D \\ &= 42938.4795 - 758351.065 \\ &= -715412.586 \text{ lb} \end{aligned}$$

• Dari Brownell & Young, pers. 12.102 hal. 244 :

$$\begin{aligned} h_r &= \frac{h_D + h_G}{2} \\ &= \frac{-96.3 + 1.33}{2} \\ &= -47.5 \text{ in} \end{aligned}$$

• Moment M_T

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} M_r &= H_r \times h_r \\ &= \text{#####} \times -47.5 \\ M_r &= 33989908.1 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (M_o) :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= -73066857.32 + 14019.8975 + 33989908.1 \text{ lb.in} \\ &= -39062929.3162 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena $M_a < M_o$, maka $m_{\max} = M_a = 79832.81584 \text{ lb.in}$

6.4.3. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, pers. 12.85 hal. 239 :

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapatkan rumus :

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \\ k &= A/B \end{aligned}$$

Dimana :

- $A =$ diameter luar flange $= 66.1556 \text{ in}$
- $B =$ diameter dalam flange $= 63.6556 \text{ in}$
- $f =$ stress yang diijinkan untuk bahan flange $= 18750 \text{ psia}$

Maka :

$$k = A/B = 1.039274$$

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

- $Y = 96$

$$- M = 79832.81584 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{96 \times 302220,562 \text{ lb.in}}{18750 \text{ psia} \times 106,1556 \text{ in}}}$$

$$t = 2.534 \text{ in}$$

Kesimpulan Perancangan :

1. Flange

Bahan konstruksi	: High Alloy Stell SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Allowable stress (f)	: 18750
Tebal flange	: 2.534 in
Diameter dalam (Di)	: 63.6556 in
Diameter luar (Do)	: 66.1556 in
Type flange	: Ring flange loose type

2. Bolting

Bahan konstruksi	: High Alloy Stell SA 193 Grade M type 347
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Ukuran baut	: 1 1/4 in
Jumlah baut	: 5 buah
Allowable stress (f)	: 15000

3. Gasket

Bahan konstruksi	: asbestos filled
Gasket factor (m)	: 3.75
Min design seating stress (y)	: 9000 psia
Tebal gasket (n)	: 1 in

6.5. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban reaktor dan perlengkapannya.

- Berat shell reaktor
- Berat tutup atas standart dishead
- Berat tutup bawah reaktor
- Berat liquid dalam reaktor
- Berat pengaduk dan perlengkapannya
- Berat jaket pendingin
- Berat attachment

Dasar Perhitungan :

a. Berat shell reaktor

Rumus :

$$W_s = \pi/4 (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho \quad (\text{Hesse, pers. 4-16 hal. 92})$$

Dimana :

- W_s = berat shell reaktor, lb
- d_o = diameter luar shell = 60 in = 5 ft

- d_i = diameter dalam shell = 59.625 in = 4.9688
- H = tinggi shell reaktor (L_s) = 286.337 in = 23.8614
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned} W &= 3,14/4 \times (7^2 - 6,9479^2) \times 8,6404 \times 112,374 \\ &= 2853.4172 \text{ lb} \\ &\equiv 1294.3016 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat tutup atas standart dishead

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6,28 \cdot L \cdot h$$

(Hesse, pers. 4-16 hal. 92)

Dimana :

- W_d = berat tutup atas reaktor, lb
- A = luas tutup atas standart dishead, ft²
- t = tebal tutup atas (tha) = 3/16 in = 0.188 in
- ρ = ρ bahan konstruksi = 489 lb/ft³
- L = crown radius (r) = 59.625 in = 4.969 ft
- h = tinggi tutup atas reaktor (ha) = 10.0766 in = 0.84 ft

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= 6.28 \times 4.969 \times 0.8397 \\ &= 26.2023739 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_d &= 26.2024 \times 0.016 \times 489 \\ W_d &= 200.203 \text{ lb} = 90.8113 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Berat tutup bawah conical

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0,785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0,78 d^2$$

(Hesse, pers. 4-16 hal. 92)

Dimana :

- W_d = berat tutup bawah reaktor, lb
- A = luas tutup bawah conical, ft²
- t = tebal tutup bawah (thb) = 3/16 in = 0.1875
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³
- D = diameter dalam silinder = 59.625 in = 4.9688
- h = tinggi tutup bawah reaktor = 18.4053 in = 1.5338
- m = flat spot diameter = $\frac{1}{2} D$ = $\frac{1}{2} 59.625$ = 29.8125 in = 2.4844

Luas tutup bawah :

$$A = 0.785 \times (4.9688 + 2.484) \times \sqrt{4 \times 2,614^2 + (8,4688 - 4,2344)^2} + 0.78 \times (4.9688)^2$$

$$A = 40.2257782 \text{ ft}^2 = 5792.5121 \text{ in}^2$$

$$W_d = 40.2258 \times 0.0156 \times 489$$

$$W_d = 307.3501 \text{ lb} = 139.4131 \text{ kg}$$

c. Berat liquid dalam reaktor

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana :

- m = berat larutan dalam reaktor = 25516.7098 lb/jam
- t = waktu tinggal liquid dalam reaktor = 0.5 jam

Maka :

$$\begin{aligned} W_l &= 25516.7098 \times 0.5 \\ &= 12758.3549 \text{ lb} \\ &= 5787.1518 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. Berat Attachment

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

Dari Brownell & Young, hal. 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

- W_a = berat attachment, lb
- W_s = berat shell reaktor = 2853.4172 lb = 1294.3016

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= (0,18) \times (2216,1688 \text{ lb}) \\ &= 232.9743 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat Total Reaktor

Bagian	Berat (kg)
W_{shell}	1294.3016
$W_{\text{tutup atas}}$	90.8113
$W_{\text{tutup bawah}}$	139.4131
W_{liq}	5787.1518
$W_{\text{attachment}}$	232.9743
W_{total}	7544.6520

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka berat total berat reaktor

$$\begin{aligned} &= (1,1) \times (241006,9846 \text{ kg}) \\ &= 8299.1172 \text{ kg} \end{aligned}$$

6.6. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

a. Beban tiap kolom

Dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal. 197 :

$$P = \frac{4 \cdot P_w \cdot (H - L) + \Sigma W}{n \cdot D_{bc} + n}$$

Dimana :

P = beban tiap kolom, lb

P_w = total beban permukaan karena angin, lb

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

D_{bc} = diameter anchor bolt circle, ft

n = jumlah support

ΣW = berat total, lb

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

Reaktor diletakkan di dalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol).

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\Sigma W}{n}$$

$$P = \frac{8299.1172}{4} = 2074.7793 \text{ kg} = 4574.05845 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
 - Tinggi reaktor (H) = 286.3369 in = 23.8614
 - Panjang penyangga = $\frac{1}{2}(H + L)$
= $\frac{1}{2}(13,5386 + 5)$ ft
= 14.4307 ft = 173.1684
- Jadi panjang penyangga (leg) = 14.4307 ft = 173.1684

b. Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 4" ukuran 12 x 5 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

Dari Brownell & Young, App. G-3 hal. 355, didapatkan :

- Nominal size	=	4	in
- Berat	=	9.3	lb
- Area of section (A_y)	=	2.76	in ²
- Depth of beam (h)	=	4	in
- a	=	1.5	in
- Width of flange (b)	=	2.796	in
- I	=	6.7	in ⁴
- Axis (r)	=	1.56	in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

$$L/r = (95,3244 \text{ in}) / (1,56 \text{ in})$$

$$L/r = 111.0054$$

Karena L/r antara 60 - 200, maka :

$$\begin{aligned}
 - f_c &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(L/r)^2}{18000} \right)} \\
 &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(33,2226)^2}{18000} \right)} \\
 &= 10685.2402 \quad \text{psia}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - f_{\text{eksentrik}} &= \frac{P \times (a + 1/2 b)}{I_{1-1} / 1/2 b} \\
 &= \frac{4574.0584 \times (1.5 + 1.4)}{6.7 / 1.4} \\
 &= 2765.8744 \quad \text{psia}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - A &= \frac{P}{f_c - f_{\text{eksentrik}}} \\
 &= \frac{4574.0584}{7919.3658} \\
 &= 0.57758 \quad \text{in}^2 < 2.76 \quad \text{in}^2 \text{ (memadai)}
 \end{aligned}$$

Karena $A < A$ yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai.

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = 4 x 2 5/8
- Berat = 9.3 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

6.7. Base Plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 ' (Hesse, hal. 163)
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate.

Dasar Perhitungan :

a. 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 = 4574.0584 lb
- f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in^2

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{4574.0584}{600}$$

$$A_{bp} = \frac{600}{7.6234} \text{ in}^2$$

b. Panjang dan lebar base plate

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana :

- A_{bp} = luas base plate
= 7.6234 in²
- p = panjang base plate, in
= $2m + 0,95h$
- l = lebar base plate, in
= $2n + 0,8b$

Diasumsikan $m = n$

(Hesse, hal. 163)

$$b = 2.796 \text{ in}$$

$$h = 4 \text{ in}$$

Maka :

$$\begin{aligned} A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\ 7.6234 &= [2m + (0,95 \times 4)] \times [2n + (0,8 \times 2,796)] \\ 7.6234 &= (2m + 3,8) \times (2m + 2,236) \\ 7.6234 &= 4m^2 + 12,027m + 8,4968 \\ -0.8734 &= 4m^2 + 12,027m \\ 0 &= 4m^2 + 12,027m - 7,3681 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_{1,2} = \frac{12,027 \pm \sqrt{(12,027)^2 - (4 \times 4) \cdot (-7,3681)}}{2 \times 4}$$

$$m_1 = 3.5288$$

$$m_2 = -0.5220$$

$$\text{Diambil } m = 3.5288$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{- Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,95h \\ &= (2 \times 3,5288) + (0,95 \times 4) \\ &= 13.5719 \text{ in} \approx 14.0 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,8b \\ &= (2 \times 3,5288) + (0,8 \times 3) \\ &= 11.2 \text{ in} \approx 12 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 14 in dan lebar base plate 12 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 14 x 12 in dengan luas (A) = 168

c. Peninjauan terhadap bearing capacity (f)

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in²
- P = beban tiap kolom = 4574.0584 lb
- A = luas base plate = 168.00 in²

Maka :

$$f = \frac{4574.0584}{168}$$

$$= 27.2265 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

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

d. Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)
 - $p = 2m + 0,95h$
 - $14 = 2m + (0,95 \times 14)$
 - $m = 1.47368$
- Lebar base plate (l)
 - $l = 2n + 0,8b$
 - $12 = 2n + (0,8 \times 12)$
 - $n = 2.50$

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

e. Tebal base plate

Dari Hesse, pers. 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot f \cdot n^2}$$

Dengan :

- t = tebal base plate, in
- f = actual unit pressure yang terjadi pada base pla = 27.23 psi
- n = 2.50 in

Tebal base plate

$$t = \sqrt{0,00015 \times 72,5 \times 2,5^2}$$

$$= 0.16 \text{ in} \approx 0.5 \text{ in}$$

Jadi digunakan tebal base plate 0,5 in

f. Ukuran baut

Beban tiap baut :

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

$$= \frac{4574.0584}{4}$$

$$= 1143.5146 \text{ lb}$$

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

Dimana f_{baut} = stress tiap baut max
= 12000 lb/in²

$$A_{\text{baut}} = \frac{1143.51}{12000}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{baut}} &= \frac{12000}{0.09529} \\
 A_{\text{baut}} &= 0.09529 \text{ in}^2 \\
 A_{\text{baut}} &= \frac{\pi}{4} \times db^2 \\
 0.09529 &= \frac{\pi}{4} \times db^2 \\
 d \text{ baut} &= 0.348 \text{ in} \approx 3/8 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut dengan dimensi baut sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{ukuran baut (d)} &= 3/8 \text{ in} \\
 \text{Root area (A)} &= 0.202 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

6.8. Perhitungan Lug dan Gusset

Dasar Perhitungan :

Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell diperoleh :

a. Lebar Lug

$$\begin{aligned}
 A &= \text{lebar lug} &= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\
 & &= 3/8 + 9 \text{ in} \\
 & &= 9.3484 \text{ in} \\
 b &= \text{jarak antar gusset} &= \text{ukuran baut} + 8 \text{ in} \\
 & &= 3/8 + 8 \text{ in} \\
 & &= 8.3484 \text{ in}
 \end{aligned}$$

b. Lebar Gusset

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar gusset (L)} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\
 &= 2 \times (12 - 1/8) \\
 &= 23.6516 \text{ in} \\
 \text{Lebar lug atas (a)} &= 0,5 (\text{panjang kolom} + \text{ukuran baut}) \\
 &= 0,5 \times (14 + 1/8) \\
 &= 6.9129 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{b}{L} && \text{(Brownell \& Young Hal)} \\
 &= \frac{8.3484}{23.6516} = 0.3530 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Dari tabel 10.6, hal 192, Brownell didapat $\gamma_1 = 0.565$

$$\begin{aligned}
 e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\
 &= 0.5 \times 1 1/4 \\
 &= 0.6250 \text{ in}
 \end{aligned}$$

c. Tebal Plate Horizontal (Lug)

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, Brownell :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[(1 + \mu) \times \ln \frac{2L}{\pi \cdot e} + (1 - \gamma_1) \right]$$

Dimana :

$$P = \text{beban tiap baut} = 4574.0584 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned} \mu &= \text{posson's ratio} &= 0.3 & \text{ untuk steel} \\ L &= \text{panjang horisontal plate bawah} &= 7 & \text{ in} \\ e &= \text{nut dimension} &= 1 \frac{1}{4} & \text{ in} = 1.25 \text{ in} \\ \gamma_1 &= 0.565 \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{4574.0584}{4 \pi} \left[(1+0,3) \times \ln \frac{2 \times 7}{\pi \times 1,25} + (1-0,565) \right] \\ &= 127.1519 \text{ lb} \end{aligned}$$

M_y disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal 193, Brownell diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{thp} &= \sqrt{\frac{6 \times 338,685}{15000}} \\ &= 0.2255 \text{ in} \end{aligned}$$

Maka digunakan plate dengan tebal = 0.2255 in

d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)

Dari fig 10.6, hal 191, Brownell dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal

$$\begin{aligned} \text{gusset min} &= \frac{3}{8} \times \text{thp} \\ &= \frac{3}{8} \times 0.2255 \\ &= 0.0846 \text{ in} \end{aligned}$$

e. Tinggi Gusset

$$\begin{aligned} \text{hg} &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 9.3484 + \frac{3}{8} \\ &= 9.6968 \text{ in} \end{aligned}$$

f. Tinggi Lug

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Lug} &= \text{hg} + 2 \text{ thp} \\ &= 9.6968 + 2 \times 0.2255 \\ &= 11.45 \text{ in} \end{aligned}$$

g. Kesimpulan perencanaan lug dan gusset :

$$\begin{aligned} \ll \text{Lug} & \\ & - \text{Lebar} = 9.3484 \text{ in} \\ & - \text{Tebal} = 0.2255 \text{ in} \\ & - \text{Tinggi} = 11.4510 \text{ in} \\ \ll \text{Gusset} & \\ & - \text{Lebar} = 23.6516 \text{ in} \\ & - \text{Tebal} = 0.0846 \text{ in} \\ & - \text{Tinggi} = 9.6968 \text{ in} \end{aligned}$$

6.9. Perhitungan Pondasi

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :
 - Berat reaktor total
 - Berat kolom penyangga

- Berat base plate
- Ditetapkan :
 - Masing-masing penyangga diberi pondasi
 - Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar Perhitungan :

a. Berat total reaktor

$$W = 16632.9398 \text{ lb} = 7544.6520 \text{ kg}$$

b. Beban yang harus ditanggung tiap kolom

Rumus :

$$W_{bp} = p \cdot l \cdot t \cdot \rho$$

Dimana :

- p = panjang base plate = 14 in = 1.1667 ft
- l = lebar base plate = 12 in = 1.0000 ft
- t = tebal base plate = 0.5 in = 0.0417 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft³

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (1,1667 \text{ ft}) \times (1,000 \text{ ft}) \times (0,0417 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 23.7708 \text{ lb} \end{aligned}$$

c. Beban tiap penyangga

Rumus :

$$W_p = L \cdot A \cdot F \cdot \rho$$

Dimana :

- L = tinggi kolom = 14.4307 ft
- A = luas kolom I beam = 2.76 in² = 0.0192 ft²
- F = faktor koreksi = 3.4
- ρ = densitas dari bahan k = 489 lb/ft³

Beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned} W_p &= (8,14387 \text{ ft}) \times (0,0192 \text{ ft}^2) \times (3,4) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 459.856002 \text{ lb} \end{aligned}$$

d. Beban total

$$\begin{aligned} W_{total} &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 17116.5666 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dianggap hanya ada gaya vertikal dan berat kolom itu sendiri bekerja pada pondasi, maka diambil :

- Luas atas = 15 x 15 in
- Luas bawah = 20 x 20 in
- Tinggi = 10 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = \frac{20 \times 15}{2} + \frac{20 \times 15}{2} = 300 \text{ in}^2$$

Volume pondasi :

$$V = A \times t$$

$$= (300 \text{ in}^2) \times (10 \text{ in})$$

$$= 3000.000 \text{ in}^3 = 1.7361 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3$$

Maka :

$$W = (1,7361 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 250.0000 \text{ lb}$$

$$= 113.3993 \text{ kg}$$

- Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft²
- Save bearing maximum = 10 ton/ft²

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ ton} \times 144 \text{ in}^2}$$

$$= 155.5556 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi = (40 x 40)in² = 300 in²

Sehingga :

$$P = \frac{250.0000 + 17116.5666}{300}$$

$$P = 57.8886 \text{ lb/in}^2 < 155.6 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah mer pondasi, maka pondasi dengan ukuran (15 x 15) in untuk luas atas dan (20 x 20) in untuk luas bawah dengan tinggi pondasi 10 in dapat digunakan.

Dimensi Peralatan :

1. Dimensi tangki :

- Bahan konstruksi = double welded butt joint,
- Do (diameter luar) = 60.0000 in
- Di (diameter dalam) = 59.6250 in
- ts (tebal silinder) = 3/16 in
- Ls (tinggi silinder) = 256.3549 in
- tha (tebal tutup atas) = 3/16 in
- ha (tinggi tutup atas) = 10.0766 in
- thb (tebal tutup bawah) = 3/16 in

- hb (tinggi tutup bawah) = 18.4053 in
- Tinggi reaktor = 286.3369 in
- Jumlah = 1 buah

2 Nozzle untuk pemasukan umpan H₂O

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (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 atas (E) = 1 15/16 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1.3 in
- Panjang julakan (L) = 2 3/16 in
- Diameter dalam flange (B) = 1.05 in

3 Nozzle untuk pemasukan umpan C₃H₆

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 1.0 in
- Diameter luar flange (A) = 4 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 5/8 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 4/7 in
- Diameter hubungan atas (E) = 2 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1.32 in
- Panjang julakan (L) = 2 3/16 in
- Diameter dalam flange (B) = 1.05 in

4 Nozzle untuk pengeluaran produk

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (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 atas (E) = 1 15/16 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1.32 in
- Panjang julakan (L) = 2 1/5 in
- Diameter dalam flange (B) = 1.05 in

5 Nozzle untuk Man Hole

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in
- Diameter luar flange (A) = 27 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 1 11/16 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 23 in
- Diameter hubungan atas (E) = 22 in
- Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 20 in

- Panjang julakan (L) = 5 11/15 in
 - Diameter dalam flange (B) = 19.25 in
- 6 Nozzle untuk air pendingin in dan air pendingin out
- Type = Welding neck
 - Ukuran nominal pipa (NPS) = 1 1/2 in
 - Diameter luar flange (A) = 5 in
 - Ketebalan flange minimum (T) = 1 1/16 in
 - Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 2 7/8 in
 - Diameter hubungan atas (E) = 2 9/16 in
 - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 1.90 in
 - Panjang julakan (L) = 2 7/16 in
 - Diameter dalam flange (B) = 1.61 in
- 7 Flange
- Bahan konstruksi = High Alloy Stell SA 240 Grade M
 - Tensile strength minimum = 75000 psia
 - Allowable stress (f) = 18750
 - Tebal flange = 2.5340 in
 - Diameter dalam (Di) flange = 63.6556 in
 - Diameter luar (Do) flange = 66.1556 in
 - Type flange = Ring flange loose type
- 8 Bolting
- Bahan konstruksi = HAS SA 193 Grade B8c type 347
 - Tensile strength minimum = 75000 psia
 - Ukuran baut = 1 1/4 in
 - Jumlah baut = 5 buah
 - Allowable stress (f) = 15000
- 9 Gasket
- Bahan gasket = Asbestos filled
 - Lebar (L) = 1 in
 - Tebal gasket (n) = 1 in
 - Gasket faktor (m) = 3.75
 - Diameter rata-rata (G) = 61.0000 in
- 10 Sistem Penyangga
- Jenis = Kolom I beam
 - Jumlah = 4 buah
 - Panjang (L) = 173.1684 in
 - Ukuran I beam = 4 in²
 - Area of section (Ay) = 2.76 in
 - Depth of beam (h) = 4 in
 - Width of flange (b) = 3 in
 - Axis (r) = 1.56 in
- 11 Base Plate
- Panjang (p) = 14 in

- Lebar (l)	= 12 in
- Tebal (t)	= 0.5 in
- Ukuran baut	= 3/8 in
- Jumlah baut	= 4 buah
- Bahan	= Cast iron
12 Lug	
- Lebar	= 9.3484 in
- Tebal	= 0.2255 in
- Tinggi	= 11.4510 in
13 Gusset	
- Lebar gusset	= 23.6516 in
- Tebal gusset	= 0.0846 in
- Tinggi gusset	= 9.6968 in
14 Sistem Pondasi	
- Luas atas	= 15 x 15 in
- Luas bawah	= 20 x 20 in
- Tinggi Pondasi	= 10 in
- Bahan	= Cement Sand dan Gravel

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapatkan kualitas dan kuantitas produk yang diinginkan diperlukan adanya suatu alat untuk mengontrol jalannya suatu proses. Selain itu peranan sumber daya manusia juga sangat penting dalam menentukan suatu produksi, dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan dan menjaga keselamatan kerja.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi mempunyai peranan yang penting dalam pengendalian proses suatu industri. Bila diinginkan suatu hasil dengan kondisi tertentu dari suatu peralatan proses, maka dapat di peroleh dengan kondisi tertentu pula yang dapat di capai dengan bantuan instrumentasi. Instrumentasi di sini berfungsi sebagai alat ukur yang terdiri dari indikator (penunjuk), pencatat dan alat kontrol (pengendali). Adapun yang dikontrol meliputi : suhu, tekanan, rate aliran, tinggi cairan dalam suatu tangki dan sebagainya.

Pengendalian peralatan proses bisa dilakukan secara otomatis dan manual. Pengendalian secara manual digunakan apabila pengendalian proses sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia. Secara otomatis, bila pengendalian proses dilakukan oleh alat kontrol yang bisa bekerja dengan sendirinya (otomatis).

Pengendalian proses dilakukan secara otomatis apabila tidak memungkinkan dilakukan secara manual atau biaya otomatisasi alat kontrol otomatis lebih murah jika dibandingkan dengan tenaga manusia. Disamping itu pengendalian secara otomatis mempunyai keuntungan antara lain :

- Ketelitian yang dihasilkan cukup tinggi
- Keselamatan kerja lebih terjamin
- Mengurangi jumlah pegawai
- Hasilnya dapat dipertanggungjawabkan

Oleh karena itu dalam perencanaan pendirian pabrik Isopropyl Alkohol ini cenderung pada pemakaian alat kontrol secara otomatis.. Namun demikian tenaga manusia masih sangat diperlukan dalam pengoperasian dan pengawasan proses.

Adapun tujuan pemasangan alat instrumentasi secara spesifik adalah :

1. Untuk menjaga keamanan operasi suatu proses, dengan jalan :

- Menjaga variabel-variabel proses berada dalam batas operasi aman.
 - Mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutuskan hubungan secara otomatis.
2. Untuk mendapatkan rate atau laju produksi yang diinginkan.
 3. Untuk menjaga kualitas produk.
 4. Untuk mempermudah pengoperasian alat.
 5. Keselamatan dan efisiensi kerja lebih terjamin.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi adalah :

- Jenis instrumentasi.
- Range yang diperhitungkan untuk pengukuran.
- Ketelitian yang diperlukan.
- Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi operasi.

Macam-macam alat kontrol yang umum digunakan dalam industri :

- a. *Pressure Control* : merupakan alat pengukur tekanan.
- b. *Level Control* : merupakan alat pengukur tinggi permukaan liquid.
- c. *Flow Control* : merupakan alat pengukur laju alir.
- d. *Temperatur Control* : merupakan alat pengukur suhu.
- e. *Ratio Control* : merupakan alat pengukur perbandingan rate masuk

Instrumentasi yang digunakan antara lain :

- a. Flow Control (FC) untuk mengetahui dan mengontrol rate flow feed
- b. Temperatur Control (TC) untuk mengetahui dan mengontrol temperatur pada alat yang beroperasi.
- c. Pressure Control (PC) untuk mengetahui dan mengontrol tekanan pada alat yang beroperasi.
- d. Level Indicator (LI) sebagai petunjuk dan mengatur tinggi dari bahan liquid dalam alat yang beroperasi.

Pemilihan alat-alat kontrol untuk Pra Rencana Pabrik Isopropyl Alkohol ini selain ditinjau dari kondisi proses yang merupakan syarat utama agar proses dapat berlangsung sesuai dengan yang direncanakan, juga harus mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

- Mudah perawatan dan perbaikan bila terjadi kerusakan.
- Mudah mendapatkan suku cadangnya bila terjadi kerusakan.

- Mudah mengoperasikannya.
- Harganya realif murah dengan kualitas yang memadai.

Pemasangan intrumentasi pada alat-alat proses yang terdapat pada pabrik *Isopropyl Alkohol* ini adalah :

Tabel 7.1. Alat-alat intrumentasi yang digunakan

No.	Nama alat	Kode Alat	Kode instrumentasi
1	Reaktor	R-110	TC
2	Flash drum	F-116	TC,PC
3	Destilasi	D-118	TC
4	Storage	F-111	PC
5	Storage Produk	F-123	LI
6	Storage C ₃ H ₆ sisa	F-130	PC

7.2. Keselamatan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kecelakaan yang terjadi pada seseorang yang disebabkan oleh bahaya yang berkaitan dengan pekerjaan. Kecelakaan ini menimbulkan kerugian bagi karyawan, perusahaan dan masyarakat. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja, maka dilakukan usaha keselamatan kerja yaitu usaha untuk mencegah terjadinya kecelakaan, kebakaran dan penyakit dalam lingkungan kerja.

Pelaksanaan usaha keselamatan kerja bertujuan menghindari terjadinya kecelakaan kerja dan meningkatkan produktivitas kerja serta keuntungan perusahaan. Agar usaha keselamatan kerja dapat dilaksanakan dengan baik, harus diketahui sebab-sebab kecelakaan kerja, sehingga dapat diambil langkah-langkah *preventif* untuk menghindari kecelakaan kerja

Tindakan penjagaan keselamatan dan keamanan suatu pabrik tidak hanya ditujukan kepada para pekerjanya saja, tetapi juga ditujukan pada peralatan pabrik itu sendiri. Bagi para pekerja dituntut rasa kedisiplinannya maupun berhati-hati dalam melakukan pekerjaan, demikian pula peralatan yang ada di dalam pabrik tersebut harus kuat, tidak mudah rusak, tidak mudah bocor dan tidak mudah terbakar. Bahaya-bahaya yang harus diperhatikan termasuk :

- Kecelakaan zat-zat kimia yang mudah terbakar, beracun dan meledak.

- Bahaya-bahaya dari peralatan pabrik dan sebagainya.

Beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja adalah :

a. Lingkungan fisik

Meliputi : mesin, peralatan produksi dan lingkungan kerja (suhu, penerangan, dll). Kecelakaan kerja bisa disebabkan oleh kesalahan perencanaan, aus, rusak, kesalahan pembelian, penyusunan dari peralatan dan sebagainya.

b. Latar belakang kerja

Yaitu sifat/karakter yang tidak baik dari pekerja yang merupakan sifat dasar pekerja maupun lingkungannya. Sifat/karakter tersebut meliputi :

- Tidak cocoknya manusia/pekerja terhadap mesin atau lingkungan kerja.
- Kurangnya pengetahuan dan keterampilan
- Ketidakmampuan fisik, mental serta faktor bakat lainnya.
- Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran akan keselamatan kerja.

c. Sistem manajemen

Sistem manajemen ini merupakan unsur terpenting, karena menjadi pengatur kedua unsur di atas.

Kesalahan sistem manajemen dapat menyebabkan kecelakaan kerja, seperti :

- Prosedur kerja tidak diterapkan dengan baik.
- Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan dan modifikasi pabrik.
- Tidak adanya inspeksi peralatan.
- Tidak adanya sistem penanggulangan bahaya.

Adapun bahaya-bahaya yang dapat terjadi pada Pra Rencana Pabrik Isopropyl Alkohol ini dan cara mengatasinya antara lain sebagai berikut :

1. Keselamatan konstruksi

- Konstruksi bangunan, alat-alat produksi baik secara langsung maupun tidak langsung harus cukup kuat dan pemakaian bahan konstruksinya harus sesuai.
- Pada tempat-tempat yang berbahaya hendaknya diberi pagar atau peringatan yang jelas.
- Pengaliran udara serta penerangan harus cukup baik.
- Antara peralatan mesin-mesin dan alat-alat proses harus berjarak cukup jauh.

- Sistem perpipaan untuk air, udara, steam dan bahan bakar hendaknya diberi cat dan warna tertentu atau berbeda dengan warna sekitarnya dan diberi nama sesuai isi pipa.
2. Bahaya yang disebabkan oleh adanya panas api, kebakaran dan listrik
 - Tangki bahan bakar jaraknya harus cukup jauh dari tempat yang mudah menimbulkan kebakaran.
 - Untuk mencegah atau mengurangi bahaya-bahaya yang timbul, dipakai isolasi-isolasi panas atau isolasi listrik dan pada tempat yang bertegangan tinggi diberi penghalang atau pagar dan papan peringatan.
 3. Penjelasan-penjelasan akan adanya bahaya yang dapat terjadi dan memberikan cara pencegahannya.
 4. Memasang tanda-tanda bahaya, seperti alarm peringatan apabila terjadi bahaya.
 5. Penyediaan alat-alat pencegah kebakaran baik akibat listrik maupun api.

Untuk mencegah kecelakaan kerja diperlukan alat-alat pelindung keselamatan kerja seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja

No	Alat Pelindung	Lokasi Penggunaan
1	Topi Pengaman / Helm	Unit Proses, Storage
2	Sepatu Karet	Storage , Unit Proses
3	Masker	Unit Proses, Storage
4	Baju Khusus (Jas Lab)	Laboratorium
5	Sarung Tangan	Storage , Unit Proses
6	Unit Pemadam Kebakaran	Storage, Unit Proses,kantor

BAB VIII

UTILITAS

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

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

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

1. Unit pengolahan air (*Water Treatment*)

- Air proses
- Air pendingin
- Air umpan boiler (penghasil steam)
- Air sanitasi

2. Unit penyediaan tenaga listrik

3. Unit penyediaan bahan bakar

8.1 Unit Penyediaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik maka direncanakan menggunakan air kawasan dari PT. Karakatau Tirta Industri. Air kawasan adalah air bersih yang disediakan oleh kawasan industri (Kusnarjo, 2012). Air kawasan ini langsung dapat digunakan dalam suatu pabrik, karena air tersebut telah diolah (ditreatmen). Kapasitas yang terpasang di unit pengolahan air PT. Krakatau tirta Industri saat ini sebesar 2.000 liter/detik (www.karakatautirta.co.id). Unit penyediaan air dalam suatu pabrik bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air yang digunakan sebagai air umpan boiler, air sanitasi, air pendingin, dan air proses (Kusnarjo, 2012)

81.1 Air Proses

Air proses yang digunakan pada pra-rencana Pabrik Isopropil Alkohol ini sebesar 27968,4395 kg/jam, digunakan pada Reaktor (R-110) sebesar 27968,4395 kg/jam.

8.1.2 Air Pendingin

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

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

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

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

Air pendingin pada pra-rencana Pabrik Isopropil Alkohol ini sebesar 11185.8739 kg/jam digunakan pada Cooler (E-117) sebanyak 8134.6223 kg/jam, Cooler (E-125) sebanyak 421.126 kg/jam dan Cooler (E-129) sebanyak 2630.1256 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 Isopropil Alkohol sebesar 110231,7612 kg/jam, dengan temperatur 180°C dan tekanan 9,8 atm. Air umpan boiler disediakan dengan excess 10 % sebagai pengganti steam yang hilang, yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 5 % dan faktor keamanan 5%. Kebutuhan air umpan boiler sebanyak 110231.7612 kg/jam.

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

- Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

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

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

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

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

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



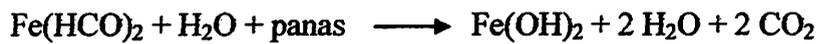
Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya CO₂, karena pemanasan dan adanya tekanan. CO₂ yang terjadi bereaksi dengan air menjadi

asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi CO₂ lagi.

Reaksi yang terjadi :



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

- Total padatan (total dissolved solid) ≤ 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
- Kekerusuhan ≤ 175 ppm
- Minyak ≤ 7 ppm
- Residu fosfat ≤ 140 ppm

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

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

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 SiO₂
 - 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 Isopropil Alkohol ini adalah :

1. Untuk kebutuhan karyawan
Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 60 L/hari/orang
2. Untuk laboratorium dan taman.
Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan.
3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air.
Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air untuk karyawan, laboratorium dan taman. Total kebutuhan air sanitasi untuk pra-rencana Pabrik Isopropil Alkohol ini sebesar 872,9624 kg/jam.

Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

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

Proses pengolahan air sumur tersebut adalah sebagai berikut:

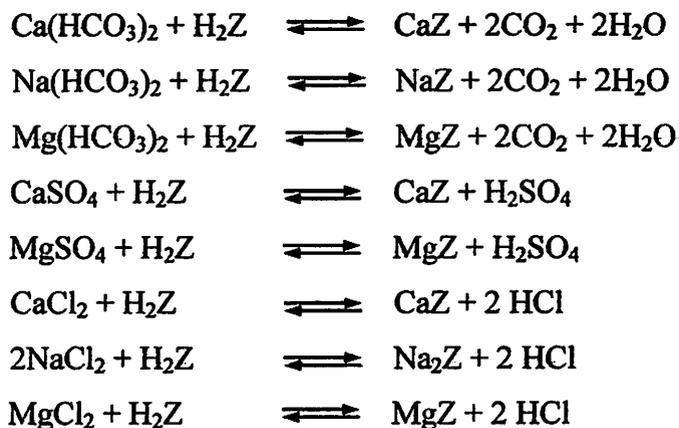
Air kawasan dipompa dengan pompa (L-211) dan ditampung dalam ke bak air bersih (F-212) dan dipompa dengan pompa (L-213) menuju tempat pengolahan sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

a. Pengolahan air proses

Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-210A) dan anion

exchanger (D-210B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit (H_2Z) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

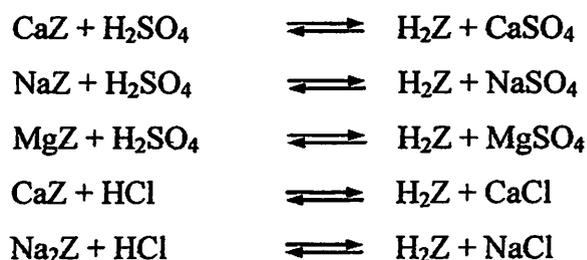
Pompa air bersih (L-213) memompakan air dari bak air bersih (F-212) dan dipisahkan menjadi 3 aliran (air proses dan umpan boiler, air pendingin, air sanitasi). Untuk aliran yang pertama (air proses dan umpan boiler) dialirkan menuju kation exchanger (D-210A). Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi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



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

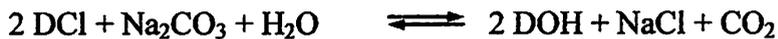
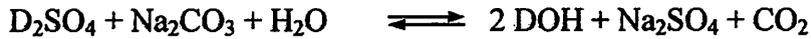


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air proses dan umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi kation exchanger dilakukan dengan menggunakan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





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



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

b. Pengolahan air pendingin

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

c. Pengolahan air umpan boiler

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

d. Pengolahan air sanitasi

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

8.2 Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada pra-rencana Pabrik Isopropil Alkohol ini adalah 117,897 kW. Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrumen dan lain-lain dipenuhi oleh pembangkit listrik kawasan yaitu PLN(Persero) PLTGU Cilegon. Sedangkan apabila suplai listrik kawasan mati, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel dengan power 128 kV.A, satu buah generator tambahan digunakan sebagai cadangan.

8.3 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 140.5810 L/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

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

8.4 Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan dalam pra-rencana pabrik Isopropil Alkohol ini adalah berupa cairan pencuci dan diolah menjadi zat cair yang tidak membahayakan lingkungan.

BAB IX

TATA LETAK PABRIK

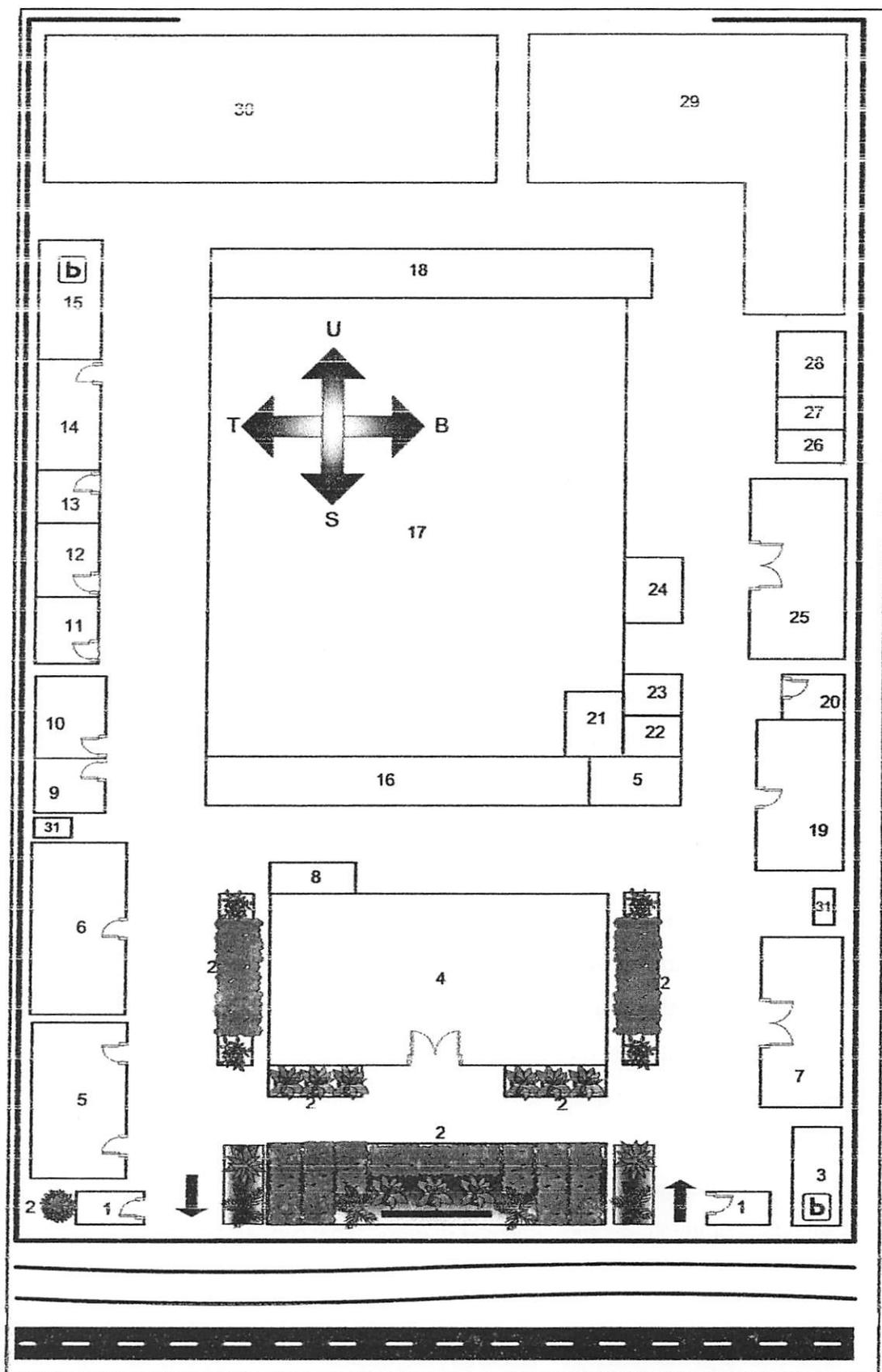
Pemilihan tata letak pabrik merupakan faktor yang sangat berkaitan erat dengan efisiensi perusahaan ditinjau dari segi ekonomi, sedangkan tata letak peralatan proses merupakan faktor dalam pelancaran oprasional pabrik. Oleh karena itu tata letak pabrik dan tata letak peralatan pabrik merupakan dua faktir yang tidak terpisahkan untuk menciptakan lingkungan kerja yang efektif dan efisien.

9.1. 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 *isopropyl aclohol* dapat dilihat pada gambar 9.4.



Gambar 9.1. Tata Letak Pabrik *isopropyl alcohol*

Keterangan Gambar 9.1 :

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. Kantor Manager
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

Tabel 9.1. Perkiraan Luas Pabrik

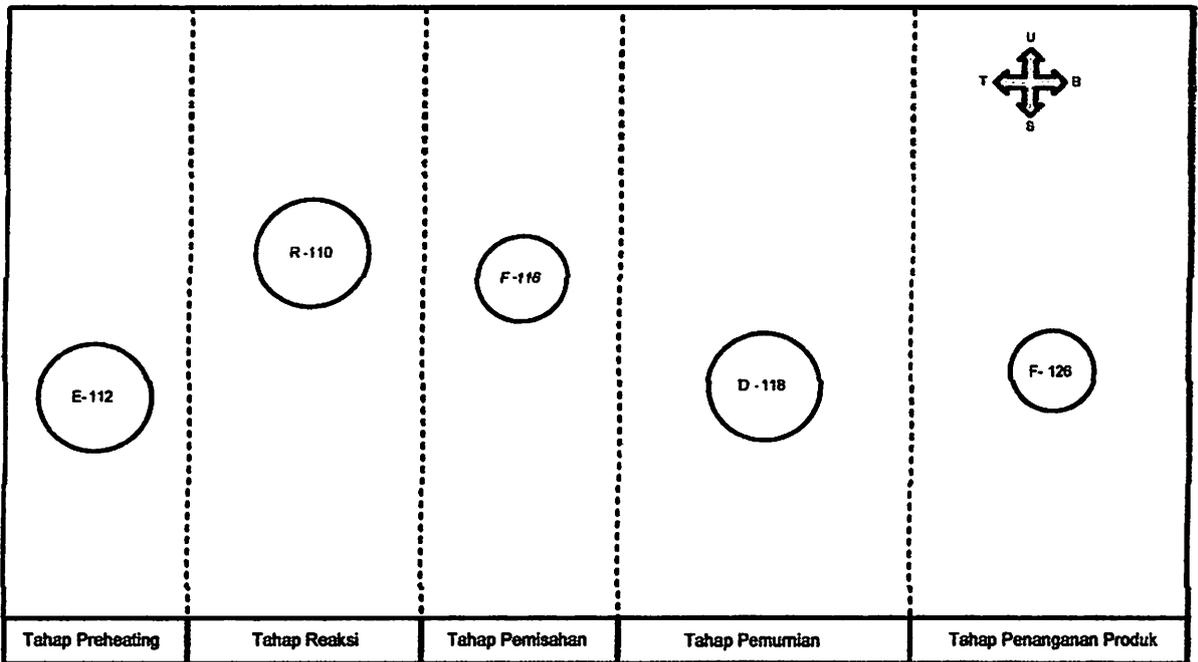
No	Lokasi	Ukuran (m)	Luas	
			m ²	ft ²
1	Pos Keamanan	(3 x3) x 2	18	193.98060
2	Taman	100 x 3	300	3233.01000
3	Parkir Tamu	5 x 3	15	161.65050
4	Kantor Pusat	100 x 7	700	7543.69000
5	Pos Penimbangan	100 x 3	300	3233.01000
6	Gedung Serbaguna (aula)	15 x 10	150	1616.50500
7	kantor penelitian dan pengem bangan (R&D)	100 x 5	500	5388.35000
8	Dapur	5 x 10	50	538.83500
9	Perpustakaan	5 x 4	20	215.53400
10	Musholla	10 x 8	80	862.13600
11	Kantin	6 x 6	36	387.96120
12	Koperasi	5 x 10	50	538.83500
13	Poliklinik	5 x 5	25	269.41750
14	Pemadam Kebakaran	5 x 10	50	538.83500
15	Parkir Karyawan	5 x 8	40	431.06800
16	Gudang Bahan baku	5 x 9	45	484.95150
17	Area Proses	150 x 80	12000	129320.40000
18	Gudang Produk	10 x 8	80	862.13600
19	Kantor Manager	10 x 6	60	646.60200
20	Departemen Produksi	5 x 5	25	269.41750
21	Departemen Teknik	5 x 8	40	431.06800
22	Ruang Kontrol	5 x 4	20	215.53400

23	Garasi	6 x 6	36	387.96120
24	Bengkel	8 x 10	80	862.13600
25	Labolatorium dan Pengendalian Mutu	4 x 100	400	4310.68000
26	Generator	5 x 5	25	269.41750
27	<i>Ruang bahan bakar</i>	5 x 5	25	269.41750
28	Ruang boiler	15 x 5	75	808.25250
29	Utilitas	20 x 15	300	3233.01000
30	Area perluasan pabrik		2500	26833.3333
31	Toilet	3 x 6	18	193,22223
	Jumlah		18545	199853.9015

9.2. Tata Letak Peralatan Proses

Dalam pengaturan peralatan (equipment lay out) beberapa empat 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 9.2 Tata Letak Peralatan Pabrik isopropyl alcohol

Keterangan gambar 9.2 :

1. Heater (E-112)
2. Reaktor (R-110)
3. Flash Drum (F-116)
4. Destilasi (D-118)
5. Storage Produk (F-138)

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan struktur organisasi yang baik.

Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang-orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan usaha	: Memproduksi <i>isopropyl alcohol</i>
Lokasi pabrik	: Cilegon, Banten – Jawa Barat
Kapasitas produksi	: 40.000 ton/tahun
Status investasi	: Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN)

10.2. Bentuk perusahaan

Pabrik *Isopropyl alcohol* ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk perseroan terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan:

1. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
2. Terbatasnya tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditanamkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kemungkinan terhimpun modal yang besar dan mudah yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.

4. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak berpengaruh oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. Tiap bagian dalam PT dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk mengerjakan dengan sebaik-baiknya.

10.3. Struktur organisasi

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staf. Alasan pemilihan sistem garis dan staf adalah:

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
4. Masing-masing kepala bagian/ manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

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

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

Dari kelebihan - kelebihan sistem organisasi garis dan staff diatas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan system organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Nitrobenzene ini, yaitu menggunakan system organisasi garis dan staff. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya setiap divisi dibagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manager, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manager yang dibantu oleh asisten divisi manager.

10.4. Tugas dan tanggung jawab organisasi (Job Description)

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpulan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang besarnya tergantung dari prosentase kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanamkan modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat umum Pemegang Saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam mengambil keputusan untuk kepentingan perusahaan. RUPS biasanya dilakukan paling sedikit sekali dalam setahun, atau selambat-lambatnya enam bulan sejak tahun buku yang bersangkutan berjalan (neraca telah aktif).

2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS.
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.

3. Direktur Utama

Posisi direktur utama merupakan pemimpin tertinggi perusahaan secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan selama perusahaan berdiri. Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke Bank, memindah tangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll.

4. Penelitian dan Pengembangan

Divisi LITBANG bersifat independent. Divisi ini berkordinasi langsung kepada direktur utama. Divisi LITBANG bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi dan pemasaran sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

5. Direktur Produksi dan Teknik

Direktur Produksi dan Teknik diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama. Direktur Produksi dan Teknik bertanggung jawab penuh terhadap kelancaran produksi, dimulai dari perencanaan produksi, perencanaan bahan baku, perangkat

produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengontrol, dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dari mulai bahan baku sampai menghasilkan produk.

6. Direktur Administrasi dan Keuangan

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager produksi dan teknik. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja di luar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

7. Bagian Produksi

Kepala Bagian Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku, agar target produksi terpenuhi Bagian Produksi membawahi:

a. Seksi Proses

Seksi Proses bertanggung jawab kepada kepala Bagian Produksi atas kelancaran proses. Seksi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

b. Seksi Gudang

Seksi Gudang bertanggung jawab kepada kepala Bagian Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai kebutuhan, serta mencatat dan mengatur distribusi barang yang keluar masuk gudang dan menjaga kondisi gudang sedemikian rupa sehingga barang tidak rusak.

c. Seksi Quality Control dan Laboratorium.

Seksi Quality Control dan Laboratorium bertanggung jawab kepada kepala Bagian Produksi dan bertugas mengawasi dan mengendalikan kualitas bahan baku, produk utama dan produk samping, sehingga didapat produk dengan standard kualitas yang diinginkan dengan melakukan analisa dan pengujian terhadap bahan mentah

yang dipasok serta produk kromium trioksidan dan produk samping untuk mengetahui kualitasnya.

8. Bagian Teknik

Kepala Bagian Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka bagian teknik langsung mengatasi masalahnya.

a. Seksi Utilitas

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

b. Seksi Pemeliharaan

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Seksi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

9. Bagian Keuangan dan Administrasi

Kepala Bagian Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca keuangan perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan dan akhir pekan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Bagian Keuangan dan Akuntansi membawahi 4 seksi yaitu :

a. Seksi Pembukuan (Akuntansi)

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

b. Seksi Administrasi

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

c. Seksi Penjualan dan Pembelian

Bertanggung jawab kepada Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhan

pasar agar dapat dipasok setiap saat, serta melakukan promosi kepada masyarakat mengenai produk yang dihasilkan serta menangani pembelian bahan baku dan alat-alat yang menunjang proses serta pembiayaan atas perawatannya.

10. Bagian Umum dan Sumber Daya Manusia.

Kepala Bagian Umum dan SDM bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum dan ketenagakerjaan. Bagian ini mengatur masalah administrasi, keamanan dan keselamatan, lingkungan, logistik serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Bagian ini membawahi 4 seksi :

a. Seksi Humas dan Personalia

Seksi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya selain itu juga bertugas menjalin hubungan kemasyarakatan baik di dalam perusahaan, antar instansi ataupun dengan masyarakat setempat maupun dengan pihak pemerintah, sehingga diharapkan dengan kerjasama yang baik dapat menunjang kelangsungan dan kelancaran kegiatan operasional perusahaan.

b. Seksi Keamanan dan Keselamatan

Seksi keamanan bertanggungjawab kepada Kepala Bagian Umum dan Sumber Daya Manusia dan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pemberian ijin orang luar keluar masuk perusahaan, pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

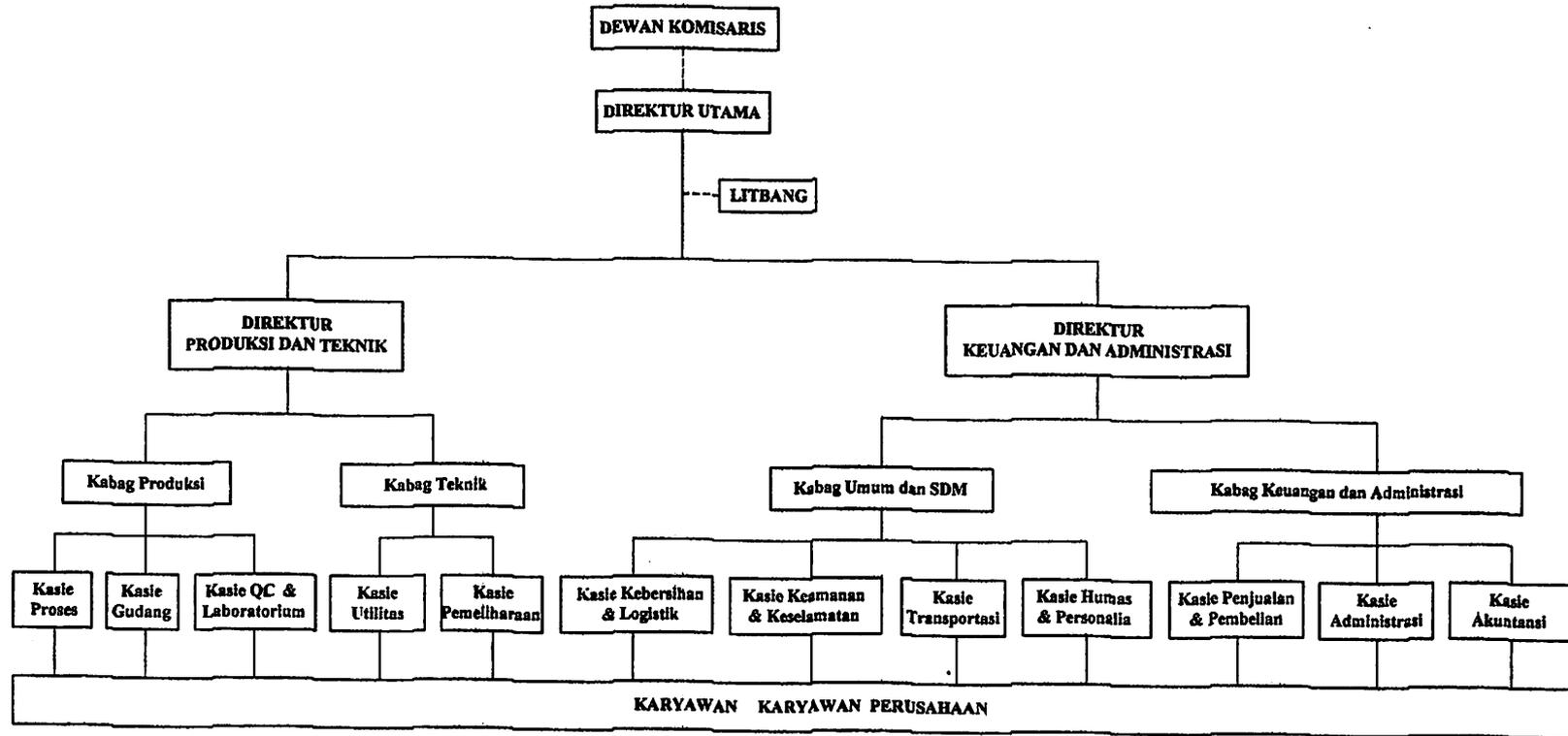
c. Seksi Kebersihan dan Logistik

Seksi Kebersihan dan Logistik bertugas menjaga kebersihan, dan keindahan perusahaan mulai dari ruang perkantoran, taman, toilet sampai gudang dan ruang produksi, serta bertugas menyediakan kebutuhan logistik karyawan perusahaan dan pada kegiatan-kegiatan tertentu pada perusahaan.

d. Seksi Transportasi.

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan dan masalah parkir kendaraan karyawan dan tamu.

Struktur organisasi perusahaan dapat dilihat pada gambar 10.4.1. **Gambar Struktur Organisasi Perusahaan.**



Gambar 10.4.1. Struktur organisasi perusahaan *isopropyl alcohol*

10.5. Jaminan Sosial

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah:

a. Tunjangan

- Tunjangan diluar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus tenaga kerja shift)

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain), transportasi antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma.
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapatkan penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan gairah kerja karyawan. Besarnya insentif ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentif untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

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

10.6. Jadwal dan jam kerja

Pabrik *isopropyl alcohol* ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam perhari, sisa harinya digunakan untuk pembersihan serta perbaikan dan perawatan peralatan proses produksi (shut down).

a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu, sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya: direktur kepala department, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinyu. Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut:

- Senin – Kamis : 08.00 - 16.00 (istirahat: 12.00 - 13.00)
- Jum'at : 08.00 - 16.00 (istirahat: 11.00 - 13.00)
- Sabtu : 08.00 - 12.00
- Minggu : Libur. Begitu juga dengan hari-hari libur yang telah ditetapkan pemerintah sebagai hari libur.

b. Untuk pegawai shift

Bekerja selama 24 jam sehari, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya: kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja karyawan shift adalah sebagai berikut:

- Shift I : 07.00 - 15.00

- Shift II : 14.00 - 23.00
- Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam 4 minggu dan 4 kelompok. Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur 1 kali dalam 3 kali shift. Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan cara absensi. Dari mulai direktur utama sampai dengan karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya. Jadwal kerja karyawan pabrik dapat dilihat pada table 10.1.

Tabel 10.6.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik

Regu	Minggu			
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat
I	Libur	Pagi	Siang	Malam
II	Pagi	Libur	Malam	Siang
III	Siang	Malam	Libur	Pagi
IV	Malam	Siang	Pagi	Libur

10.7. Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik *isopropyl alcohol* (gambar 10.4.1) yaitu:

1. Dewan Komisaris : Magister Teknik Kimia
2. Direktur Utama : Magister Teknik Kimia
3. Direktur
 - a. Direktur Produksi dan Teknik : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
 - b. Direktur Keuangan dan Umum : Sarjana Teknik Kimia
4. Litbang : Sarjana Kimia(MIPA), Teknik Kimia, Ekonomi
5. Kepala Bagian
 - a. Kabag Produksi : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Kabag Teknik : Sarjana Teknik Mesin

- c. Kabag Umum dan SDM : Sarjana Psikologi
 - d. Kabag Keuangan dan Administrasi : Sarjana Ekonomi - Akuntansi
6. Kepala Seksi
- a. Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
 - b. Seksi Gudang : Diploma 3 Teknik Kimia
 - c. Seksi QC dan Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia, Kimia (MIPA)
 - d. Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Kimia, Elektro
 - e. Seksi Pemeliharaan : Sarjana Teknik Mesin
 - f. Seksi Kebersihan dan Logistik : Diploma/SMU/SMK
 - g. Seksi Keamanan dan Keselamatan : Diploma/SMU/SMK
 - h. Seksi Transportasi : Diploma/SMU/SMK
 - i. Seksi Humas dan Personalia : Sarjana Psikologi dan Hukum
 - j. Seksi Penjualan dan Pembelian : Sarjana Ekonomi - Manajemen
 - k. Seksi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
 - l. Seksi Akuntansi : Sarjana Akuntansi
7. Karyawan : Sarjana/Diploma/SMU/SMK

10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional dilakukan berdasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada pabrik *isopropyl alcohol* proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Proses Utama
 - 1. Penyediaan bahan baku, terdiri dari:
 - Gudang
 - Transportasi
 - Tahap pemasaran
 - 2. Tahap reaksi
 - 3. Tahap pemisahan dan pemurnian
 - 4. Tahap penanganan produk
 - Tahap penyimpanan

b. Tahap Tambahan/ Pembantu

1. Laboratorium

2. Utilitas, terdiri dari:

- Pengolahan air
- Boiler
- Pengolahan limbah

Dalam pra rencana pabrik *isopropyl alcohol* ini terdapat 6 tahapan proses

Kapasitas produksi = 40.000 ton/tahun

= 121.212 ton/hari

Jumlah karyawan tiap proses:

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

$$= 15,2 \times 121.212^{0,25}$$

$$= 50,43 = 50 \text{ orang.jam/hari/tahapan proses}$$

Karena jumlah proses keseluruhan dibagi menjadi 6 tahap, maka:

Jumlah karyawan proses = 6 tahapan proses x 50 orang.jam/hari/tahapan proses

$$= 300 \text{ orang.jam/hari}$$

Dalam satu hari terdapat 3 shift kerja, sehingga:

$$\text{Jumlah karyawan sebanyak} = \frac{300 \text{ orang.jam/hari}}{3 \text{ shift}} = 100 \text{ orang.jam/shift}$$

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

$$\text{Jumlah karyawan tiap shift} = \frac{100 \text{ orang.jam/hari}}{8 \text{ jam/hari}} = 13 \text{ orang/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri dari 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka karyawan proses yang bekerja per hari adalah:

Karyawan proses = 4 regu x 13 orang/shift

$$= 52 \text{ orang}$$

Jadi jumlah karyawan seluruhnya:

= tenaga staff + tenaga operasional

= 115 orang + 52 orang

= 167 orang

Jumlah karyawan yang dibutuhkan ditabelkan pada tabel 10.2

Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan

No.	Bagian	Jumlah Karyawan
1	Dewan Komisaris	5
2	Direktur Utama	1
3	Kepala Bagian Litbag	1
4	Karyawan Litbang	4
5	Direktur Produksi dan Teknik	1
6	Direktur Keuangan dan Administrasi	1
7	Sekretaris	3
8	Kepala Bagian Produksi	1
9	Kepala Bagian Teknik	1
10	Kepala Bagian Umum dan SDM	1
11	Kepala Bagian Keuangan & Administrasi	1
12	Kepala Seksi Proses	1
13	Karyawan Seksi Proses	50
14	Kepala Seksi Gudang	1
15	Karyawan Seksi Gudang	6
16	Kepala Seksi QC dan Laboratorium	1
17	Karyawan Seksi QC dan Laboratorium	10
18	Kepala Seksi Utilitas	1
19	Karyawan Seksi Utilitas	10
20	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
21	Karyawan Seksi Pemeliharaan	6
22	Kepala Seksi Kebersihan dan Logistik	1
23	Karyawan Seksi Kebersihan dan Logistik	6
24	Kepala Seksi Keamanan dan Keselamatan	1

25	Karyawan Seksi Keamanan dan Keselamatan	6
26	Kepala Seksi Transportasi	1
27	Karyawan seksi Transportasi	5
28	Kepala Seksi Humas dan Personalia	1
29	Karyawan Seksi Humas dan Personalia	5
30	Kepala Seksi Penjualan dan Pembelian	1
31	Karyawan Seksi Penjualan dan Pembelian	8
32	Kepala Seksi Administrasi	1
33	Karyawan Seksi Administrasi	8
34	Kepala Seksi Akuntansi	1
35	Karyawan Seksi Akuntansi	6
36	Dokter	2
37	Karyawan Poliklinik	5
38	Kepala Perpustakaan	2
Total		167

10.9. Status karyawan dan system pengupahan (Gaji)

Pada Perencanaan Pabrik *isopropyl alcohol* ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut:

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja)

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Karyawan regular

Karyawan regular adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan asa kerjanya.

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Tabel 10.9.1. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

Jabatan	Jumlah	Upah/orang/bulan(Rp)	Total upah/bulan (Rp)
Dewan Komisaris	3	20.000.000,00	60.000.000,00
Direktur Utama	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Kepala Litbang	1	10.000.000,00	10.000.000,00
Karyawan Litbang	4	5.000.000,00	20.000.000,00
Direktur Produksi dan Teknik	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Direktur Keuangan dan Administrasi	1	25.000.000,00	25.000.000,00
Sekretaris	3	4.000.000,00	12.000.000,00
Kabag Produksi	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Kabag Teknik	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Kabag Umum dan SDM	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Kabag Keuangan dan Administrasi	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Kasie Proses	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Proses	50	3.000.000,00	150.000.000,00

Kasie Gudang	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Gudang	6	3.000.000,00	18.000.000,00
Kasie QC dan Laboratorium	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi QC dan Laboratorium	10	3.000.000,00	30.000.000,00
Kasie Utilitas	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Utilitas	10	2.500.000,00	25.000.000,00
Kasie Pemeliharaan	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Pemeliharaan	6	2.500.000,00	15.000.000,00
Kasie Kebersihan dan Logistik	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Kebersihan dan Logistik	6	2.500.000,00	15.000.000,00
Kasie Keamanan dan Keselamatan	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Keamanan dan Keselamatan	6	2.500.000,00	15.000.000,00
Kasie Transportasi	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi Transportasi	5	2.500.000,00	12.500.000,00
Kasie Humas dan Personalia	1	4.000.000,00	4.000.000,00
Karyawan Seksi	5	4.000.000,00	20.000.000,00

Total jumlah upah/bulan			
Humas dan			
Personalia			
Kasie Penjualan dan	4.000.000,00	1	4.000.000,00
Pembelian			
Karyawan Seksi			
Penjualan dan	20.000.000,00	8	2.500.000,00
Pembelian			
Kasie Administrasi	4.000.000,00	1	4.000.000,00
Karyawan Seksi			
Administrasi	20.000.000,00	8	2.500.000,00
Kasie Akuntansi	4.000.000,00	1	4.000.000,00
Karyawan Seksi			
Akuntansi	15.000.000,00	6	2.500.000,00
Dokter	10.000.000,00	2	5.000.000,00
Karyawan Poliklinik	12.500.000,00	5	2.500.000,00
Kepala Perpustakaan	6.000.000,00	2	3.000.000,00
	615.000.000,00		

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Isopropil Alkohol adalah sebagai berikut :

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

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

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

11.1. Faktor - Faktor Pencatu

A. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)

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

1. Modal Tetap (FCI)

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

a. Direct Cost

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

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi

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

b. Indirect cost

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

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi
- Biaya tak terduga

2. Modal Kerja (WCI)

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

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

Sehingga : $TCI = FCI + WCI$

B. Penentuan Biaya Produksi

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

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

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

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi total terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

▪ Biaya tetap (FC)

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik, antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dan lain-lain.

▪ Biaya semi variabel (SVC)

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

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- *General Expenses*
- *Operating Supplies*
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan
- *Plant Over Head*

▪ Biaya variabel (VC)

Yaitu semua biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi, diantaranya :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengepakan

C. Penaksiran Harga Alat

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

Harga alat pada Pra Rencana Pabrik Isopropil Alkohol ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat dalam literatur Ulrich, Peter & Timmerhaus, dan (www.alibaba.com).

Penentuan Total Capital Investment (TCI)

a. Biaya Langsung (DC)

1. Harga peralatan	(E)	= Rp.	133.121.598.043
2. Instrument dan alat kontrol	10%	E = Rp.	13.312.159.889
3. Isolasi	8%	E = Rp.	10.649.727.911
4. Perpipaian terpasang	30%	E = Rp.	39.936.479.667
5. Listrik terpasang	10%	E = Rp.	13.312.159.889
6. Harga FOB (jumlah 1-5)	(F)	= Rp.	210.332.126.247
7. Ongkos angkutan kapal laut	7%	F = Rp.	14.723.248.837
8. Harga C dan F (jumlah 6-7)	(G)	= Rp.	225.055.375.084
9. Biaya asuransi	0,6%	G = Rp.	1.350.332.251
10. Harga CIF (jumlah 8-9)	(H)	= Rp.	226.405.707.335
11. Biaya angkut barang ke plant	12%	H = Rp.	27.168.684.880
12. Pemasangan alat	38%	E = Rp.	50.586.207.578
13. Bangunan pabrik	25%	E = Rp.	33.280.299.728
14. <i>Service facilities</i>	42%	E = Rp.	55.911.071.534
15. Tanah	4%	E = Rp.	5.324.863.956
16. Biaya langsung (DC) (jumlah 10-15)		= Rp.	398.676.935.006

b. Biaya Tak Langsung (IC)

17. Engineering dan Supervisi	8%	DC	= Rp.	31.894.154.800
18. Kontruksi	10%	DC	= Rp.	39.867.693.501
Total Modal Tak Langsung (IC)				= Rp. 71.761.848.301

c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp. } 398.676.935.006 + \text{Rp. } 71.761.848.301 \\
 &= \text{Rp. } 505.848.154.093
 \end{aligned}$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WCI} &= 10\% \times \text{TCI} \\
 &= 10\% \times \text{Rp. } 562.053.504.548 \\
 &= \text{Rp. } 56.205.350.455
 \end{aligned}$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \text{Rp. } 505.848.154.093 + \text{Rp. } 56.205.350.455 \\
 &= \text{Rp. } 562.053.504.455
 \end{aligned}$$

Modal Perusahaan

$$\text{Modal sendiri (MS) } 60\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 337.232.102.729$$

$$\text{Modal pinjaman (MP) } 40\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 224.821.401.819$$

Penentuan Total Capital Investment (TPC)

a. Biaya Produksi Langsung (DPC)

- Bahan baku	= Rp.	22.315.422.205
- Tenaga kerja (TK)	= Rp.	7.380.000.000
- Pengawasan langsung (13% TK)	= Rp.	959.400.000
- Utilitas	= Rp.	7.176.055.959
- Pemeliharaan & perbaikan (PP) (5% FCI)	= Rp.	25.292.407.705
- Opearating supplies (13% PP)	= Rp.	3.288.013.002
- Laboratorium (13% PP)	= Rp.	9599.400.000
- Patent dan royalti (1% TPC)	= Rp.	0,01 TPC
- Biaya Produksi Langsung	= Rp.	67.370.698.870
		+ 0,01 TPC

b. Biaya Tetap (FC)

- Depresiasi alat (10% FCI)	= Rp.	50.584.815.409
- Depresiasi bangunan (3% FCI)	= Rp.	15.175.444.623
- Pajak kekayaan (4% FCI)	= Rp.	20.233.926.164
- Asuransi (1,0% FCI)	= Rp.	5.058.481.541
- Bunga bank (13% MP)	= Rp.	29.226.782.236
Biaya Tetap (<i>Fixed Cost/FC</i>)	= Rp.	120.279.449.973

c. Biaya *Overhead* Pabrik

$$\text{Biaya Overhead} = 70\% \text{ TK} + 13\% \text{TK} + \text{PP} = \text{Rp. } 23.542.265.393$$

d. Biaya pengeluaran umum (GE)

- Administrasi (15% PP)	= Rp.	5.044.771.156
- Distribusi dan pemasaran (5% TPC)	= Rp.	0,05 TPC
- Litbang (5% TPC)	= Rp.	0,05 TPC
Biaya Pengeluaran Umum (GE)	= Rp.	5.044.771.156 + 0,1 TPC

e. Biaya produksi total (TPC)

$$\begin{aligned} \text{TPC} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{Biaya Overhead} + \text{GE} \\ &= \text{Rp. } 216.237.185.392 + 0,11 \text{ TPC} \end{aligned}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp. } 242.963.129.654$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, DPC} &= \text{Rp. } 67.370.698.870 + 0,01 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp. } 69.800.330.167 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{GE} &= \text{Rp. } 5.044.771.156 + 0,1 \text{ TPC} \\ &= \text{Rp. } 29.341.084.121 \end{aligned}$$

11.2. Analisa Profitabilitas

Sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Tentang Pajak Penghasilan Nomor 36 tahun 2008 dengan ketentuan perpajakan :

- 5% untuk laba sampai Rp. 50.000.000
 - 25% untuk laba sampai Rp. 250.000.000
 - 30% untuk laba sampa $i >$ Rp. 500.000.000
- a. Bunga kredit Bank CIMB Niaga = 12 % per tahun
 - b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
 - c. Umur pabrik 10 tahun

d. Kapasitas produksi

- Tahun I = 60 % dari produksi total
 Tahun II = 80 % dari produksi total
 Tahun III = 100 % dari produksi total

1. Laba Perusahaan

Total penjualan per tahun = Rp. 440.627.781.280 (kapasitas 100 %)

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Harga jual} - \text{Biaya produksi} \\ &= \text{Rp. 440.627.781.280} - \text{Rp. 242.963.129.654} \\ &= \text{Rp. 197.664.651.625} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 30\% \times \text{Laba kotor} \\ &= 30\% \times \text{Rp. 197.664.651.625} \\ &= \text{Rp. 59.299.395.488} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba bersih} &= \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan} \\ &= \text{Rp. 197.664.651.625} - \text{Rp. 59.299.395.488} \\ &= \text{Rp. 138.365.256.138} \end{aligned}$$

Nilai penerimaan *Cash Flow* sebelum pajak (C_A)

$$\begin{aligned} C_{Abt} &= \text{Laba kotor} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. 197.664.651.625} + \text{Rp. 50.584.815.409} \\ &= \text{Rp. 248.249.467.035} \end{aligned}$$

Nilai penerimaan *Cash Flow* setelah pajak (C_A)

$$\begin{aligned} C_{Aat} &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. 138.365.256.138} + \text{Rp. 50.584.815.409} \\ &= \text{Rp. 188.950.071.547} \end{aligned}$$

2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

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

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{BT} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 39.1\% \quad (\text{App. E}) \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{AT} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\% \\ &= 27\% \text{ (App. E)} \end{aligned}$$

3. Lama Pengembalian Modal (POT)

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

$$\begin{aligned} \text{POT}_{BT} &= \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2 \text{ tahun (App. E)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{POT}_{AT} &= \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2,68 \text{ tahun (App. E)} \end{aligned}$$

4. Break Even Point (BEP)

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

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

Dimana : 46.851.038.340

FC = Rp. 120.279.449.973

VC = Rp. 29.491.478.164

SVC = Rp. 90.762.570.221

S = Rp. 440.627.781.280

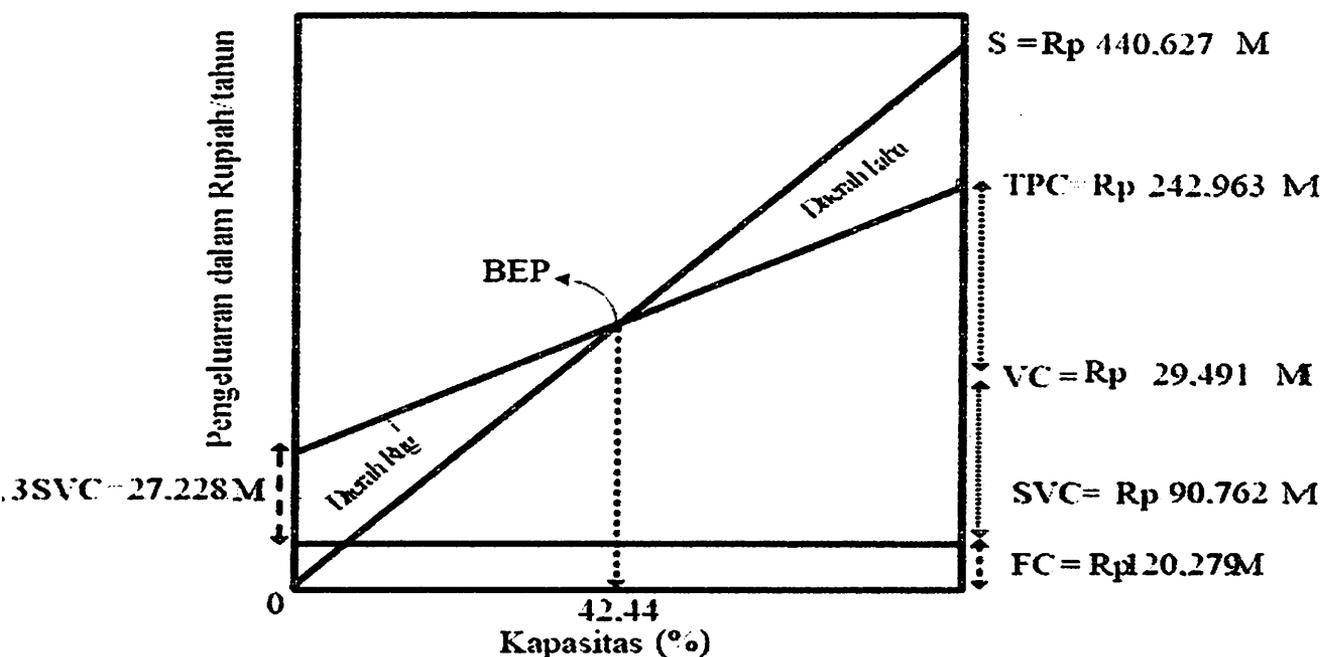
Maka, didapatkan :

BEP = 42.44 % (App. E)

Titik BEP terjadi pada kapasitas = 42.44 % × 40.000 ton/tahun

= 16.976 ton/tahun

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



Gambar 11.1. Break Even Point

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

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

- Dimana : PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)
 PB = keuntungan pada kapasitas 100%
 %Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = \text{Rp. } 348.659.910$$

Sehingga *cash flow* setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{depresiasi alat} \\ &= \text{Rp. } 348.659.910 + \text{Rp. } 50.584.815.409 \\ &= \text{Rp. } 50.933.475.320 \end{aligned}$$

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

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

- Dimana : PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)
 PB = keuntungan pada kapasitas 100%
 %Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,
 PBi = Rp. 1.581.317.213

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$$C_A = \text{laba bersih tahun kedua} + \text{depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. 1.581.317.213} + \text{Rp. 50.584.815.409}$$

$$= \text{Rp. 52.166.132.622}$$

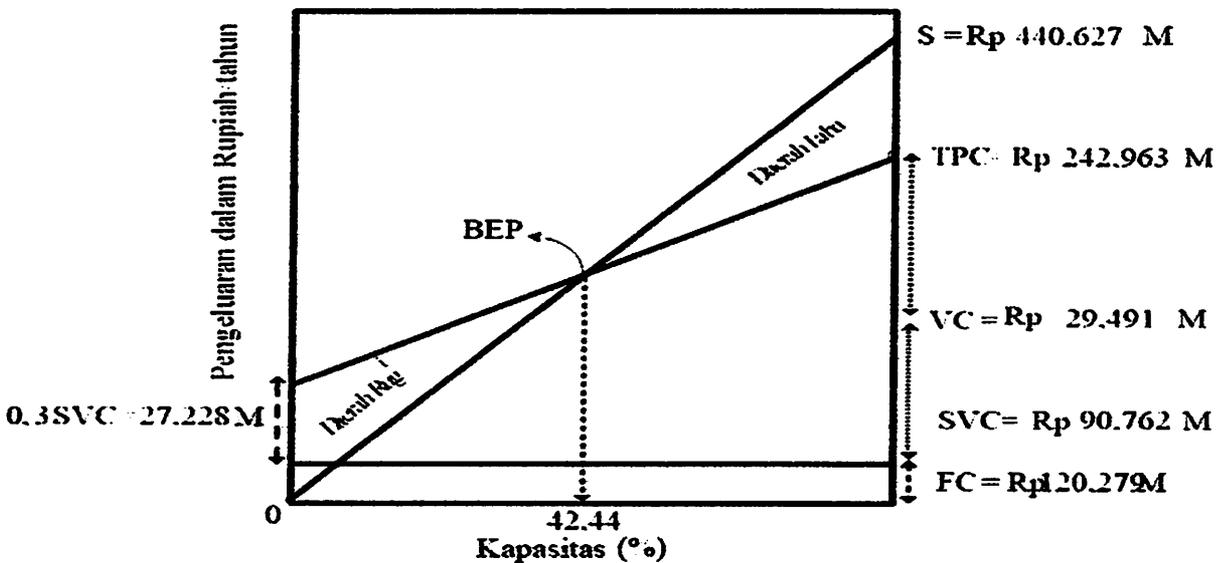
5. Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point (SDP) adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

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

$$= 7.83 \% \text{ (App. E)}$$

Titik *shut down point* terjadi pada kapasitas penjualan
 = 7.83 % × Rp. 440.627.781.280
 = Rp. 34.515.726.570



Gambar 11.2. Kapasitas pada Keadaan *Shut Down Rate*

6. Net Present Value (NPV)

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

Langkah-langkah menghitung NPV :

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

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

$$= \text{Rp. } 253.814.369.798 \text{ (App. E)}$$

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

$$= \text{Rp. } 303.508.892.456 \text{ (App. E)}$$

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

$$= -\text{Rp. } 557.323.262.254$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times F_d$$

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

Tabel 11.1 *Cash flow* untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow (C_A) (Rp)	Fd $i = 12\%$	NPV (Rp)
0	-557,323,262,254	1	-557,323,262,254
1	50,933,475,320	1.0000	50,933,475,320
2	52,166,132,622	1.0000	52,166,132,622
3	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
4	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
5	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
6	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
7	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
8	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
9	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
10	138,365,256,138	1.0000	138,365,256,138
WCI			0
Total			652,698,394,791

Karena harga NPV = (+) maka Pabrik Ispropil Alkohol layak untuk didirikan.

7. IRR (*Internal Rate of Return*)

Tabel 11.2 *Cash flow* untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C_A) (Rp)	NPV ₁ (Rp) $i = 0,22$	NPV ₂ (Rp) $i = 0,23$
0	-557,323,262,254	-557,323,262,254	-557,323,262,254
1	50,933,475,320	50,933,475,320	50,933,475,320

2	52,166,132,622	52,166,132,622	52,166,132,622
3	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
4	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
5	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
6	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
7	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
8	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
9	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
10	138,365,256,138	138,365,256,138	138,365,256,138
WCI		0	0
Total		652,698,394,791	652,698,394,791

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} \times (i_2 - i_1)$$

$$= 23\%$$

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

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik Isopropyl Alkohol dari propylene dengan proses hidrasi langsung diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri.

Dari hasil analisis yang dilakukan, Pra Rencana Pabrik Isopropyl Alkohol dari jagung dengan proses hidrolisis ini layak untuk ditindaklanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

1. Dari segi proses

Bila ditinjau dari segi proses, pembuatan Isopropyl Alkohol dari propylene dengan proses hidrasi langsung ini cukup menguntungkan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

2. Dari segi sosial

Pendirian pabrik ini dinilai dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan perkapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

3. Dari segi lokasi pabrik

Penempatan pabrik Isopropyl Alkohol di Cilegon, Jawa Barat dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi, karena :

- Dekat dengan bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Persediaan air yang memadai
- Tenaga kerja yang cukup tersedia
- Persediaan listrik dan bahan bakar yang memadai

4. Dari segi ekonomi

Analisa ekonomi sangat diperlukan untuk mengetahui layak dan tidaknya pabrik itu didirikan, baik dalam jangka waktu pendek maupun jangka panjang. Setelah dilakukan

perhitungan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Isopropyl Alkohol dari propylene dengan proses hidrasi langsung, diperoleh hasil sebagai berikut :

- ROI_{BT} = 39,1 %
- ROI_{AT} = 27 %
- POT = 2,68 tahun
- Break Event Point (BEP) = 42,44 %
- Internal Rate of Return (IRR) = 23 %