

**PRARENCANA PABRIK TARTARIC ACID DARI
MALEIC ANHYDRIDE DAN HIDROGEN PEROKSIDA
DENGAN PROSES HIDROLISA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh :

**Yasinta Tri Megasari Nona Niron
Fandy Nyoradi**

**05.14.001
05.14.005**

**MILIA
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010**

PERENCANAAN PABRIK TATAPAN AIR
 MALEIC ANHYDRIDE DAN HIDROGEN PEROKSIDA
 DENGAN PROSES HIDROLISA
 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Disusun Oleh :

02.14.001

Yusuf Hidayatullah

02.14.002

Yusuf Hidayatullah



AMIN KHANZABUDDIN
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 UNIVERSITAS NASIONAL MALANG

2019

LEMBAR PERSETUJUAN
PRA RENCANA PABRIK
TARTARIC ACID DARI MALEAT ANHIDRIDA DAN
HIDROGEN PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

S K R I P S I

Diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana
Pada Jenjang Strata 1 (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

YASINTA TRIMEGASARI NONA NIRON	05.14.001
FANDY NYORADI	05.14.005

Malang, Agustus 2010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Nasional Malang



Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Harimbi Setyawati, MT
NIP. 196303071992032002

KARAKTERISASI Sifat Fisik Dan Kimia
 HIDROGEN TEROKSIDA DENGAN PROSES KATALISA
 TITRASI KROMATOGRAFI KROMATOGRAFI DAN
 PRA RENCANA PABRIK
 LEMBARAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Ditulis sebagai syarat guna memperoleh gelar Sarjana
 Pada Jurusan Kimia (S-1)
 Di Institut Teknologi Nasional Malang

Diketahui Oleh :

YASINTA TRIMEGASARI MOKS WIRON
 02.11.001
 RANDY NYORAH
 02.11.002

Malang, Agustus 2010

Mengajar,
 Dosen Pembimbing

Mengajar,
 Ketua Jurusan Teknik Kimia
 Institut Teknologi Nasional Malang

Malang, 10 Agustus 2010
 NIP. 10080307100303002

Malang, 10 Agustus 2010
 NIP. 10080307100303002



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : **YASINTA TRIMEGASARI NONA NIRON**
N I M : **05.14.001**
Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Judul Skripsi : **PRA RENCANA PABRIK *TARTARIC ACID* DARI
MALEAT ANHIDRIDA DAN HIDROGEN
PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**

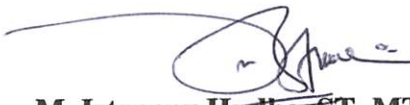
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi jenjang Strata Satu (S-1)
pada :

Hari : **Kamis**
Tanggal : **19 Agustus 2010**
Nilai : **B+**

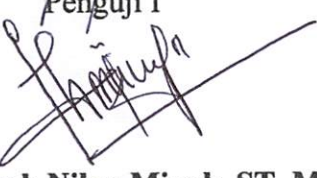
Panitia Ujian Skripsi



Ketua

Ir. Muvassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

Sekretaris


M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP. Y. 1030400400

Anggota Penguji :

Penguji I

Faidliyah Nilna Minah, ST, MT
NIP. Y. 1030400392

Penguji II

Ir. Muvassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
 BENTU AGAMA LULUS SIKLUS

Nama Mahasiswa : YASINTA TRIWIGASARI MONA NIKON
 NIM : 02144001
 Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1
 Judul Skripsi : PERENCANAAN PABRIK PEMANISAN GULA DARI
 MATEMATIKA ANTIBIOTA DAN BIOLOGI
 PERENCANAAN DENGAN PROSES INDUSTRI
 KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Dipertahankan dihadapan Tim Pengaji Ujian Skripsi (Jury) pada (2-1)
 pada :
 Hari :
 Tanggal : 18 Agustus 2010
 Nilai : 80

Tim Pengaji Ujian Skripsi

Sekretaris

Ketua

Tim Pengaji Ujian Skripsi II
 NIP. Y. 1030400306

Tim Pengaji Ujian Skripsi I
 NIP. Y. 1030400306

Anggota Pengaji :

Pengaji II

Pengaji I

Tim Pengaji Ujian Skripsi II
 NIP. Y. 1030400306

Tim Pengaji Ujian Skripsi I
 NIP. Y. 1030400306



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : **FANDY NYORADI**
N I M : **05.14.005**
Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**
Judul Skripsi : **PRA RENCANA PABRIK *TARTARIC ACID* DARI
MALEAT ANHIDRIDA DAN HIDROGEN
PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**


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

Hari : **Kamis**
Tanggal : **19 Agustus 2010**
Nilai : **B+**

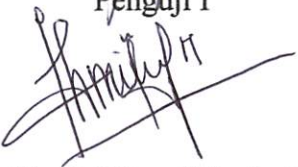
Panitia Ujian Skripsi

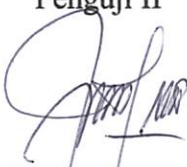

Ketua

Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

Sekretaris


M. Istnaeny Hudha, ST, MT
NIP. Y. 1030400400

Anggota Penguji :

Penguji I

Faidliyah Nilna Minah, ST, MT
NIP. Y. 1030400392

Penguji II

Ir. Muyassaroh, MT
NIP. Y. 1039700306

NIP. A. 1030400305
 Kepala Dinas Monev, ST, MT

NIP. A. 1030400309
 Kepala Dinas Monev, MT

Berikut I

Berikut II

yang akan berikut :

NIP. A. 1030400309
 Kepala Dinas Monev, MT

NIP. A. 1030400400
 Kepala Dinas Monev, ST, MT

Koran

Sejarah

Penulis dan Skripsi

NIP : 84
 Tanggal : 10 Agustus 2010
 Hari : Kamis
 Waktu :

Dibantu dengan kehadiran Tim Berbagi dan Skripsi tentang Guru (2-1)

KARYA SERTA 20.000 LOMBAH

BERKESIDU DENGAN PROSES HIDROLOGI

ANALISA KANDUNGAN DAN HIDROLOGI

Waktu Skripsi : 100 BERKESIDU DENGAN KANDUNGAN DAN

Jumlah dan Program Studi : 100 BERKESIDU DENGAN KANDUNGAN 2-1

NIP : 02111002

Nama Mahasiswa : EYANG ZAKARIA

EKSTRAK TEKNOLOGI INDUSTRI

BERILAH ACARA UTAMA SKRIPSI

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: : **YASINTA TRIMEGASARI NONA NIRON**

N I M : **05.14.001**

Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**

Fakultas : **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

“PRA RENCANA PABRIK

***TARTARIC ACID* DARI MALEAT ANHIDRIDA DAN HIDROGEN**

PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA

KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

adalah hasil karya sendiri bukan merupakan cuplikan serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang tidak disebutkan dari sumber aslinya

Malang, Agustus 2010

Yang Membuat Pernyataan,

YASINTA TRIMEGASARI NONA NIRON

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SIKIP

Saya yang beranda tanda di bawah ini :

Nama : YASINTA TRIMEASARI NORA NIKOL

NIM : 0514001

Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1

Fakultas : Teknologi Industri

Mengatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

REKONSTRUKSI RENCANA PABRIK

TERBUKTI DARI MATA PELATIHAN HIDRODA DAN HIDROGEN

PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROGEN

KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

adalah hasil karya sendiri bukan merupakan duplikasi atau tidak mengutip atau menyalin sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari sumber lainnya

Malang, Agustus 2010

/Yang Menanda Tangan

YASINTA TRIMEASARI NORA NIKOL

PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: : **FANDY NYORADI**

N I M : **05.14.005**

Jurusan / Program Studi : **Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1**

Fakultas : **Teknologi Industri**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

“PRA RENCANA PABRIK

***TARTARIC ACID* DARI MALEAT ANHIDRIDA DAN HIDROGEN**

PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA

KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

adalah hasil karya sendiri bukan merupakan cuplikan serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, kecuali yang tidak disebutkan dari sumber aslinya

Malang, Agustus 2010

Yang Membuat Pernyataan,

FANDY NYORADI

ABSTRAKSI

Tartaric acid ($C_4H_6O_6$) merupakan asam organik yang berbentuk kristal putih, biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti anggur, pisang dan asam dan merupakan salah satu asam yang ditemukan didalam wine. Pertama kali diisolasi dari potassium tartrat pada tahun 800 oleh seorang alkemis asal Persia, Jabir ibn Hayyan. *Tartaric acid* biasanya digunakan pada bahan makanan dan minuman, bahan textile, bahan bangunan, obat-obatan, dan industri kimia. Proses yang digunakan pada pembuatan *Tartaric acid* ini adalah proses Hidrolisis dengan pemakaian katalis Na_2WO_4 .

Pabrik *Tartaric acid* ini direncanakan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 50.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2013. Proses operasi yang digunakan adalah sistem semi-kontinu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Bentuk perusahaan adalah perseroan terbatas (PT) dan struktur organisasi berbentuk garis dan staff.

Dari hasil analisa ekonomi didapatkan harga TCI \$ 413.944.426; ROIBT 54,88 % ; ROIA 32,93 %; POT 2,33 tahun; BEP 55,01 % ; IRR 28 %, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik *Tartaric acid* layak didirikan.

ABSTRAKSI

Waxwax acid ($C_{17}H_{35}O_2$) merupakan asam organik yang berbentuk kristal putih, biasanya berasal dari tumbuhan-tumbuhan seperti jagung, pisang dan asam dan merupakan salah satu asam yang ditemukan didalam wine. Pertama kali diisolasi dari potasium tartar pada tahun 800 oleh seorang alkimis asal Persia. Jadi jika Waxwax acid biasanya digunakan pada bahan makanan dan minuman, bahan tekstil, bahan bangunan, obat-obatan dan industri kimia. Proses yang digunakan pada pembuatan Waxwax acid ini adalah proses hidrolisis dengan pemecahan kalsium NaxWax.

Pabrik Waxwax acid ini direncanakan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dan mulai beroperasi pada tahun 2013. Proses operasi yang digunakan adalah sistem semi-kontinu dengan waktu operasi 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. Bentuk perusahaan adalah perusahaan terbatas (PT) dan struktur organisasi berbentuk garis dan staff.

Dari hasil analisis ekonomi didapatkan biaya TCI Rp 413.944.426; ROBT 54,88 % ; ROIA 32,93 %; BOT 2,33 tahun; BHP 52,01 % ; IRR 38 % sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Waxwax acid layak didirikan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan kasih-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul ***“PRA RENCANA PABRIK TARTARIC ACID DARI MALEAT ANHIDRIDA DAN HIDROGEN PEROKSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”***.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Atas terselesaikannya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE., selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT., selaku Dekan FTI ITN Malang
3. Ibu Ir. Muyassaroh, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang
4. Ibu Ir. Harimbi Setyawati, MT., selaku Dosen Pembimbing
5. Semua pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu, yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini.

Penyusun mengharapkan agar Skripsi ini dapat berguna. Baik buat penyusun pribadi maupun bagi seluruh mahasiswa Teknik Kimia.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna sehingga kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan.

Malang, Agustus 2010

Penyusun

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis berikan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah menjadikan berkat dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "PRA KAWATAN FIBER OPTIC KAYU DARI MALEAT ANHIDRID DAN HIDROGEN PERSIDA DENGAN PROSES HIDROLISA KATALIS 20.000 TON/TAHUN".

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Terapan Sains I (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang. Atas terselesaikannya Skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abdulhamid Loni, MScE., selaku Rektor ITN Malang.
 2. Bapak Ir. Sidik Noorhajjono, MT., selaku Dekan FTI ITN Malang
 3. Ibu Ir. Mulyasari, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang
 4. Ibu Ir. Harnibi Setyawan, MT., selaku Dosen Pembimbing
 5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini.
- Penyusunan mengharuskan agar Skripsi ini dapat berguna. Baik dari penyusunan pribadi maupun bagi seluruh mahasiswa Teknik Kimia.
- Penyusunan menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan.

Malang, Agustus 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAKSI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
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 PERENCANAAN ALAT UTAMA.....	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VII – 1
BAB VIII UTILITAS.....	VIII-1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	IX – 1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN.....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI.....	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN DAN SARAN.....	XII - 1
DAFTAR PUSTAKA.....	x
APPENDIKS	
A. PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	A – 1
B. PERHITUNGAN NERACA PANAS.....	B – 1
C. SPESIFIKASI ALAT.....	C – 1
D. UTILITAS.....	D – 1
E. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI.....	E – 1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram alir proses pembuatan Asam Tartarat dari Maleat Anhidrida dan Hidrogen Peroksida dengan proses Hidrolisis.....	II – 2
Gambar 2.2.	Diagram alir proses pembuatan Asam Tartarat dengan proses <i>Hot Water Extraction</i>	II – 3
Gambar 9.1	Peta Lokasi Pabrik Tartaric Acid.....	IX – 7
Gambar 9.2	Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Tartaric Acid.....	IX – 9
Gambar 9.3	Pilot Plant Lay Out Peralatan Proses.....	IX – 12

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Data Kebutuhan Impor <i>Tartaric acid</i> di Indonesia.....	I – 8
Tabel 1. 2	Data presentase kebutuhan <i>Tartaric acid</i> di Indonesia.....	I – 9
Tabel 2.2.1	Perbandingan Proses	II – 5
Tabel 3.1	Neraca Massa Total Reaktor Hidrolisis (R-110)	III – 2
Tabel 3.2	Neraca Massa Total Reaktor Epoksidasi (R-120).....	III – 3
Tabel 3.3	Neraca Massa Total Kolom Adsorber (D-124).....	III – 5
Tabel 3.4	Neraca Massa Total Tangki Mixer (M-126).....	III – 6
Tabel 3.5	Neraca Massa Total Reaktor Multitube (R-130)	III – 7
Tabel 3.6	Neraca Massa Total Evaporator (V-131).....	III – 9
Tabel 3.7	Neraca Massa Total Crystallizer (X-134).....	III – 10
Tabel 3.8	Neraca Massa Total Centrifuge (H-135)	III – 11
Tabel 3.9	Neraca Massa Total Rotary Dryer (B-138).....	III – 12
Tabel 4.1	Neraca Panas Total di Heater I (E-115).....	IV – 2
Tabel 4.2	Neraca Panas Total di Reaktor Hidrolisis (R-110)	IV – 3
Tabel 4.3	Neraca Panas Total di Reaktor Epoksidasi (R-120)	IV – 5
Tabel 4.4	Neraca Panas Total di Tangki Mixer (M-126).....	IV – 6
Tabel 4.5	Neraca Panas Total di Heater II (E-128)	IV – 7
Tabel 4.6	Neraca Panas Total di Reaktor Multitube (R-130)	IV – 8
Tabel 4.7	Neraca Panas Total di Evaporator (V-131).....	IV – 10
Tabel 4.8	Neraca Panas Total di Condensor (E-132)	IV – 11
Tabel 4.9	Neraca Panas Total di Crystallizer (X-134).....	IV – 12
Tabel 4.10	Neraca Panas Total di Rotary Dryer (B-138)	IV – 13
Tabel 4.11	Neraca Panas Total di Heater Udara (E-142)	IV – 14

DAFTAR LABEL

Tabel 1.1	Data Kebunhan Impor Yawwate waw di Indonesia.....	I - 8
Tabel 1.2	Data persentase kebunhan Tamaric acid di Indonesia.....	I - 9
Tabel 2.2.1	Perbandingan Proses.....	II - 2
Tabel 3.1	Neteca Massa Total Reaktor Hidrolisis (R-110).....	III - 2
Tabel 3.2	Neteca Massa Total Reaktor Epoksidasi (R-120).....	III - 2
Tabel 3.3	Neteca Massa Total Kolom Adsorber (D-124).....	III - 2
Tabel 3.4	Neteca Massa Total Tangki Mixer (M-126).....	III - 6
Tabel 3.5	Neteca Massa Total Reaktor Multitube (R-130).....	III - 7
Tabel 3.6	Neteca Massa Total Evaporator (V-131).....	III - 9
Tabel 3.7	Neteca Massa Total Crystallizer (X-134).....	III - 10
Tabel 3.8	Neteca Massa Total Centrifuge (C-135).....	III - 11
Tabel 3.9	Neteca Massa Total Rotary Dyer (R-138).....	III - 12
Tabel 4.1	Neteca Panas Total di Heater I (H-112).....	IV - 2
Tabel 4.2	Neteca Panas Total di Reaktor Hidrolisis (R-110).....	IV - 3
Tabel 4.3	Neteca Panas Total di Reaktor Epoksidasi (R-120).....	IV - 2
Tabel 4.4	Neteca Panas Total di Tangki Mixer (M-126).....	IV - 6
Tabel 4.5	Neteca Panas Total di Heater II (H-128).....	IV - 7
Tabel 4.6	Neteca Panas Total di Reaktor Multitube (R-130).....	IV - 8
Tabel 4.7	Neteca Panas Total di Evaporator (V-131).....	IV - 10
Tabel 4.8	Neteca Panas Total di Condensor (C-135).....	IV - 11
Tabel 4.9	Neteca Panas Total di Crystallizer (X-134).....	IV - 12
Tabel 4.10	Neteca Panas Total di Rotary Dyer (R-138).....	IV - 13
Tabel 4.11	Neteca Panas Total di Heater Udara (H-142).....	IV - 14

Tabel 7.1	Alat-alat Instrumentasi yang dipasang pada masing- masing alat.....	VII – 4
Tabel 7.2	Alat –alat Keselamatan Kerja pada Pabrik <i>Tartaric acid</i>	VII – 7
Tabel 10.1	Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja	X – 14
Tabel 10.2	Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X – 19
Tabel 11.1	<i>Cash Flow</i> untuk NVP selama 10 tahun.....	XI – 14
Tabel 11.2	<i>Cash Flow</i> Untuk IRR	XI – 16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Asam tartarat ($C_4H_6O_6$) merupakan asam organik yang berbentuk kristal putih, biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti anggur, pisang dan asam dan merupakan salah satu asam yang ditemukan didalam wine^[20].

Kebutuhan akan asam tartarat di Indonesia semakin meningkat terutama pada produksi makanan dan minuman. Di Indonesia belum terdapat pabrik Asam tartarat, sehingga untuk memenuhinya Indonesia harus mengimpor dari Amerika Serikat, China, India, Korea, Afrika Selatan dan Italia^[7].

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka pendirian pabrik Asam tartarat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan asam tartarat di Indonesia sehingga akan mengurangi jumlah impor asam tartarat.

1.2. Sejarah Asam Tartarat

Asam tartarat pertama kali diisolasi dari dari potassium tartrat, penemuan kuno tentang tartar yaitu pada tahun 800 oleh seorang alkemis asal Persia, Jabir ibn Hayyan. Proses modern pembuatan asam tartarat dikembangkan pada tahun 1769 oleh ilmuwan kimia Swedia, Carl Wilhelm Scheele. Louis Pasteur melanjutkan penelitian pada tahun 1847 dengan melakukan penyelidikan tentang bentuk kristal ammonium sodium tartrat, dimana ia menemukan bahwa bentuknya asimetrik. Pasteur pertama kali berhasil memproduksi asam levotartarat murni^[20]. Pada tahun 1933 dipatentkan penelitian oleh John R. Eoff, Jr tentang asam tartarat dari

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Asam tartarat ($C_4H_6O_6$) merupakan asam organik yang berwujud kristal putih. Biasanya berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti anggur, pisang dan asam dan merupakan salah satu asam yang ditemukan dalam wine⁽¹⁾.

Kebutuhan akan asam tartarat di Indonesia semakin meningkat terutama pada produksi makanan dan minuman. Di Indonesia belum terdapat pabrik Asam tartarat sehingga untuk memenuhinya Indonesia harus mengimpor dari Amerika Serikat, China, India, Korea, Afrika Selatan dan Italia⁽²⁾.

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka penelitian pabrik Asam tartarat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan asam tartarat di Indonesia sehingga akan mengurangi jumlah impor asam tartarat.

1.2. Sejarah Asam Tartarat

Asam tartarat pertama kali diisolasi dari dari potasium tartarat. penemuan ini tentang tartar yaitu pada tahun 800 oleh seorang alkimis asal Persia, Jabir ibn Hayyan. Proses modern pembuatan asam tartarat dikembangkan pada tahun 1769 oleh ilmuwan kimia Swedia, Carl Wilhelm Scheele. Louis Pasteur melanjutkan penelitian pada tahun 1847 dengan melakukan penyelidikan tentang bentuk kristal ammonium sodium tartarat, dimana ia menemukan bahwa bentuknya asimetrik. Pasteur pertama kali berhasil memproduksi asam levotartarat murni⁽³⁾. Pada tahun 1933 dipatenkan penelitian oleh John R. Holt Jr tentang asam tartarat dari

anggur dan wine^[22]. Lalu dilakukan penelitian-penelitian tentang pembuatan asam tartarat dengan proses hidrolisa pada tahun 1975 oleh sekelompok ilmuwan Jepang dan dipatentkan oleh Amerika Serikat^[23]. Sampai tahun 1992 ilmuwan Jepang tersebut melakukan penelitian tentang asam tartarat untuk mencapai kemurnian yang tinggi dengan proses hidrolisa dengan menggunakan katalis tungsten oksida^[25].

1.3. Kegunaan Asam Tartarat

Asam tartarat digunakan pada industri antara lain ^[26]:

1. Bahan makanan dan minuman

Digunakan dalam industri minuman bersoda atau minuman ringan, baking powder preparation, asam untuk makanan, fruit ester effervescent.

2. Fotografi

Digunakan untuk pencetakan dan light sensitive iron salts.

3. Textile

Digunakan untuk pemisahan dalam industri textile, dan penyamakan kulit.

4. Bahan bangunan

Digunakan dalam proses ceramic galvanoplastics, colouring metals, silvering glass mirrors.

5. Obat-obatan

Dalam dunia medis, asam tartarat digunakan untuk medicinal preparation.

6. Industri Kimia

Asam tartarat digunakan dalam pembuatan cream tartar pada proses pemasakan dan dipakai sebagai emetic

hidrolisa dengan menggunakan katalis natrium oksida^[2]. asam tartarat untuk mencapai konsentrasi yang tinggi dengan proses sampai tahun 1993 dimana telah mencapai melakukan penelitian tentang kelompok ilmuwan tartarat dan dihasilkan oleh Amerika Serikat^[3]. pembuatan asam tartarat dengan proses hidrolisa pada tahun 1975 oleh mutagen dan wine^[4]. Lalu dilakukan penelitian-penelitian tentang

1.3. Kegunaan Asam Tartarat

Asam tartarat digunakan pada industri antara lain^[5]:

1. Bahan makanan dan minuman
Digunakan dalam industri minuman bersoda atau minuman ringan, baking powder, preparation, asam untuk makanan, fruit ester, effervescent.
2. Fotografi
Digunakan untuk pencetakan dan light sensitive iron salts.
3. Textile
Digunakan untuk pemisahan dalam industri textile dan penyamakan kulit.
4. Bahan bangunan
Digunakan dalam proses ceramic galvanoplastics, coloring metals, silvering glass mirrors.
5. Obat-obatan
Dalam dunia medis asam tartarat digunakan untuk medical preparation.
6. Industri Kimia
Asam tartarat digunakan dalam pembuatan cream tartar pada proses pemasakan dan dipakai sebagai emulsi.

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Bahan Baku

1. Hidrogen Peroksida

- Sifat – sifat Fisika^[19]

Rumus Kimia	: H_2O_2
Rumus Molekul	: $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$
Berat Molekul	: 34,0147 g/mol
Densitas	: 1,463 kg/L
Titik Leleh	: -0,43 °C, 273 K, 31 °F
Titik Didih	: 150,2 °C, 423 K, 302 °F
Viskositas	: 1,245 cP (20°C)
Kenampakan	: cairan berwarna biru terang

- Sifat – sifat Kimia^[19]

Hidrogen peroksida secara spontan pada kondisi eksotermis mengalami dekomposisi menjadi air dan gas oksigen.

2. Maleat Anhidrida

- Sifat – sifat Fisika^[18]

Rumus Kimia	: $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$
Berat Molekul	: 98,06 g/mol
Densitas	: 1,5 kg/L
Titik Leleh	: 52,8°C, 326 K, 127 °F
Titik Didih	: 202°C, 475 K, 396 °F
Viskositas	: 1,07 cP (pada 90°C)
Kenampakan	: berbentuk kristal putih

- Sifat – sifat Kimia^[18]

Maleat anhidrida mudah mengalami proses hidrolisa menjadi asam maleat dalam pelarut air dan pada temperatur kamar.

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Bahan Baku

1. Hidrogen Peroksida

- Sifat – sifat Fisika¹⁸¹

Rumus Kimia	: H_2O_2
Rumus Molekul	: H-O-O-H
Berat Molekul	: 34.0147 g/mol
Densitas	: 1.463 kg/L
Titik Leleh	: -0.43 °C, 273 K, 31 °F
Titik Didih	: 150.3 °C, 423 K, 303 °F
Viskositas	: 1.345 cP (20°C)
Kemampakan	: cairan berwarna biru terang

- Sifat – sifat Kimia¹⁸¹

Hidrogen peroksida secara spontan pada kondisi eksotermis mengalami dekomposisi menjadi air dan gas oksigen.

2. Maleat Anhidrida

- Sifat – sifat Fisika¹⁸¹

Rumus Kimia	: $C_4H_2O_3$
Berat Molekul	: 98.06 g/mol
Densitas	: 1.5 kg/L
Titik Leleh	: 52.8°C, 326 K, 123 °F
Titik Didih	: 202°C, 475 K, 396 °F
Viskositas	: 1.07 cP (pada 90°C)
Kemampakan	: berbentuk kristal putih

- Sifat – sifat Kimia¹⁸¹

Maleat anhidrida mudah mengalami proses hidrolisis menjadi asam maleat dalam larutan air dan pada temperatur kamar.

3. Asam Maleat

- Sifat – sifat Fisika^[17]

Rumus Kimia	: $C_4H_4O_4$
Berat Molekul	: 116,1 g/mol
Densitas	: 1,609 kg/L
Titik Leleh	: 131-139°C
Titik Didih	: 135°C
Kenampakan	: berbentuk kristal putih

- Sifat – sifat Kimia^[17]

Asam maleat dapat diubah menjadi maleat anhidrida dengan reaksi dehidrasi, asam maleat dapat diubah menjadi asam malic dengan reaksi hidrasi, dan asam maleat dapat diubah menjadi asam succinic dengan reaksi hidrogenasi.

4. Asam epoxysuccinic

- Sifat – sifat Fisika^[26]

Rumus Kimia	: $C_4H_4O_5$
Berat Molekul	: 132,071 kg/L
Densitas	: 1,39 kg/L
Titik Leleh	: 148°C
Titik Didih	: 264,4°C, 508 K, 624,074 °F
Kenampakan	: berbentuk kristal tak berwarna atau transparan

- Sifat – sifat Kimia^[26]

Asam epoxysuccinic dapat diubah menjadi asam fumaric dengan oksidasi.

B. Bahan Pembantu

1. Air

- Sifat – sifat Fisika^[16]

Rumus Kimia	: H_2O
Rumus Molekul	: $\text{H}-\text{O}-\text{H}$
Berat Molekul	: 18,0153 g/mol
Densitas	: 0,998 g/cm ³ (cair, 20°C), 0,92 g/cm ³ (padatan)
Titik Didih	: 100°C, 373,15 K, 212 °F
Titik Beku	: 0°C, 273,15 K, 32 °F
Kenampakan	: Cairan jernih, tidak berasa, tidak berbau

- Sifat – sifat Kimia^[16]

Air merupakan suatu pelarut yang penting yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

2. Sodium Tungstat

- Sifat – sifat Fisika^[21]

Rumus Kimia	: Na_2WO_3
Berat Molekul	: 293,826 kg/L
Densitas	: 4,179 kg/L
Titik Leleh	: 698 °C
Kenampakan	: cairan

- Sifat – sifat Kimia^[21]

Elemen dari tungsten tahan terhadap oksigen, asam dan alkali.

3. Natrium Hidroksida

- Sifat – sifat Fisika^[1]

Rumus Kimia	: NaOH
Density	: 2,13 kg/L
Berat Molekul	: 39,998 g mol^{-1}
Titik Didih	: 1390 °C
Titik Leleh	: 318 °C
Kenampakan	: berbentuk kristal putih

- Sifat – sifat Kimia^[1]

Larutan encer natrium hidroksida biasanya digunakan dalam reaksi dengan asam lemah.

4. Asam Sulfat

- Sifat – sifat Fisika^[1]

Rumus Kimia	: H ₂ SO ₄
Density	: 1,84 kg/L
Berat Molekul	: 98,078 g mol^{-1}
Titik Didih	: 337 °C
Titik Leleh	: 10 °C
Kenampakan	: berbentuk liquid tak berwarna

- Sifat – sifat Kimia^[1]

Larutan asam sulfat biasanya digunakan dalam reaksi dengan basa lemah.

3. Natrium Hidroksida

- Sifat – sifat Fisika⁽¹⁾

Rumus Kimia	: NaOH
Density	: 2.13 kg/L
Berat Molekul	: 39.998 g/mol
Titik Didih	: 1390 °C
Titik Leleh	: 318 °C
Kemampakan	: berbentuk kristal putih

- Sifat – sifat Kimia⁽²⁾

Larutan encer natrium hidroksida biasanya digunakan dalam reaksi dengan asam lemah.

4. Asam Sulfat

- Sifat – sifat Fisika⁽¹⁾

Rumus Kimia	: H ₂ SO ₄
Density	: 1.84 kg/L
Berat Molekul	: 98.078 g/mol
Titik Didih	: 337 °C
Titik Leleh	: 10 °C
Kemampakan	: berbentuk liquid tak berwarna

- Sifat – sifat Kimia⁽²⁾

Larutan asam sulfat biasanya digunakan dalam reaksi dengan basa lemah.

5. Karbon aktif

- Sifat – sifat Fisika^[1]

Density	: 0,4-0,6 kg/L
Kenampakan	: berbentuk serbuk atau granul berwarna hitam
Type	: Granular 2 x 6 mesh, 4 x 8 mesh, 8 x 20 mesh Pellet dia 4 – 5 min Powderpassing sampai 400 mesh

- Sifat – sifat Kimia^[1]

Karbon aktif biasa digunakan dalam proses adsorpsi, karena mempunyai luas permukaan yang besar.

C. Produk

D,L- Asam Tartarat

- Sifat – sifat Fisika^[20]

Rumus Kimia	: $C_4H_6O_6$
Berat Molekul	: 150,087 g/mol
Densitas	: 1,79 g/mL (H_2O)
Titik Leleh	: 170 °C
Titik Didih	: 210 °C
Kenampakan	: serbuk kristal berwarna putih

- Sifat – sifat Kimia^[20]

Dalam pelarut air, asam tartarat secara perlahan-lahan dapat menyebabkan korosi pada carbon steels.

1.5. Perkiraan Kapasitas Pabrik

Dalam pendirian suatu pabrik, diperlukan perkiraan kapasitas produksi yang mempunyai tujuan agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan. Untuk memenuhi kebutuhan asam tartarat dan untuk menambah devisa negara, maka ditentukan perhitungan kapasitas produksi.

Tabel 1.1. Data Kebutuhan Impor Asam Tartarat di Indonesia^[27]

No.	Tahun	Jumlah Impor (kg)
1	2005	3.829.365
2	2006	4.362.794
3	2007	4.783.645
4	2008	5.363.849
5	2009	5.627.384
	Jumlah	23.967.037

Tabel 1.2. Data persentase kebutuhan asam tartarat di Indonesia

tahun 2005-2009^[27]

No.	Tahun	Impor (%)
1	2005	-
2	2006	13,92996
3	2007	9,646364
4	2008	12,12891
5	2009	4,91317
Jumlah		40,6184
Rata-rata		10,1546

Kebutuhan asam tartarat pada tahun 2013 dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan :

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

Dimana :

M = jumlah kebutuhan tahun 2013 (kg/ tahun)

P = jumlah kebutuhan tahun 2009 (kg/tahun)

i = persentase kenaikan rata-rata per tahun (10,1546 %)

n = selisih waktu perkiraan (2013- 2009 = 4)

Dari data kebutuhan asam tartarat di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor asam tartarat pada tahun 2013 adalah :

$$\begin{aligned}
 M &= P (1 + i)^n \\
 &= 23.967.037(1 + 0,101546)^4 \\
 &= 35.287.827 \text{ kg/tahun} \\
 &= 35.287 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Pada umumnya kegiatan ekspor dapat memperlancar kinerja dari pabrik, dimana umumnya asumsi eksport suatu pendirian pabrik berkisar antara 30-60%. Oleh karena itu pendirian pabrik ini diambil asumsi untuk eksport sebesar 40% dari kapasitas pabrik dan ditambahkan dalam kapasitas pabrik, sehingga kapasitas pabrik ini adalah :

$$\begin{aligned}\text{Kapabilitas pabrik baru} &= \text{impor} + \text{ekspor} \\ &= 35.287 + (0,4 \times 35.287) \\ &= 49.402,96 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka rencana pendirian Pabrik Asam tartarat pada tahun 2013 sebesar 50.000 ton/tahun.

BAB II

URAIAN DAN SELEKSI PROSES

2.1. Seleksi Proses

Ada beberapa cara dalam proses pembuatan asam tartarat. Kedua cara itu antara lain:

1. Proses Hidrolisis Maleat Anhidrida dan Hidrogen Peroksida
2. Proses *Hot Water Extraction*

(Keyes, 1975)

(Kirk-Othmer Vol.15,1981)

2.1.1. Proses Hidrolisis Maleic Anhidrid dan Hidrogen Peroksida

Pada proses ini berlangsung dalam tiga tahap reaksi yaitu reaksi hidrolisa reaksi epoksidasi dan reaksi hidrolisa. Reaksi hidrolisa terjadi antara $C_4H_2O_3$ dengan H_2O membentuk $C_4H_4O_4$, dimana keduanya bereaksi dalam reaktor berpengaduk pada suhu 65 °C. Reaksi epoksidasi terjadi antara $C_4H_4O_4$ dengan H_2O_2 dibantu dengan katalis Na_2WO_4 pada suhu 70 °C dimana keduanya bereaksi dalam reaktor berpengaduk. Setelah itu reaksi hidrolisa terjadi antara $C_4H_4O_5$ dengan H_2O membentuk $C_4H_6O_6$ dibantu dengan katalis karbon aktif, dimana keduanya bereaksi dalam reaktor multitubular pada suhu 150 °C Setelah itu masuk kedalam evaporator untuk dipekatkan konsentrasi $C_4H_6O_6$ sampai 80% dan kemudian dikristalkan dengan crystallizer, lalu dikeringkan menggunakan rotary dryer.

Reaksi yang terjadi dalam proses ini adalah sebagai berikut :



BAB II

URAIAN DAN SELEKSI PROSES

2.1. Seleksi Proses

Ada beberapa cara dalam proses pembuatan asam tartarat. Cara ini antara lain:

1. Proses Hidrolisis Maleic Anhidrida dan Hidrogen Peroksida
2. Proses Via Hetero Aromatisasi

(Kogut, 1973)

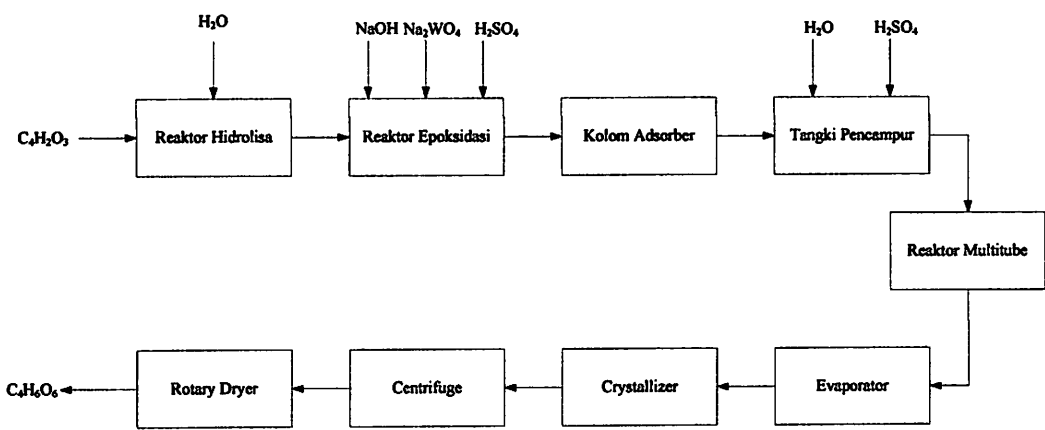
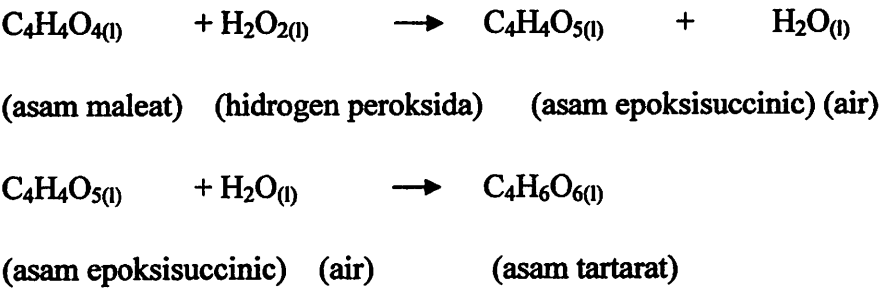
Atkin-Orman Vol.12, 1981

2.1.1. Proses Hidrolisis Maleic Anhidrida dan Hidrogen Peroksida

Pada proses ini berlangsung dalam tiga tahap reaksi yaitu reaksi hidrolisis reaksi epoksidasi dan reaksi hidrolisis. Reaksi hidrolisis terjadi antara $C_4H_2O_3$ dengan H_2O membentuk $C_4H_4O_4$ dimana keduanya bereaksi dalam reaktor berpengaduk pada suhu 62 °C. Reaksi epoksidasi terjadi antara $C_4H_4O_4$ dengan H_2O_2 dimana dengan katalis $NagWO_4$ pada suhu 70 °C dimana keduanya bereaksi dalam reaktor berpengaduk. Setelah itu reaksi hidrolisis terjadi antara $C_4H_4O_5$ dengan H_2O membentuk $C_4H_6O_6$ dimana dengan katalis karbon aktif dimana keduanya bereaksi dalam reaktor multistage pada suhu 150 °C. Setelah itu masuk kedalam evaporator untuk dipisahkan konsentrasi $C_4H_6O_6$ sampai 80% dan kemudian dikristalkan dengan crystallizer, lalu dikeringkan menggunakan rotary dryer.

Reaksi yang terjadi dalam proses ini adalah sebagai berikut :

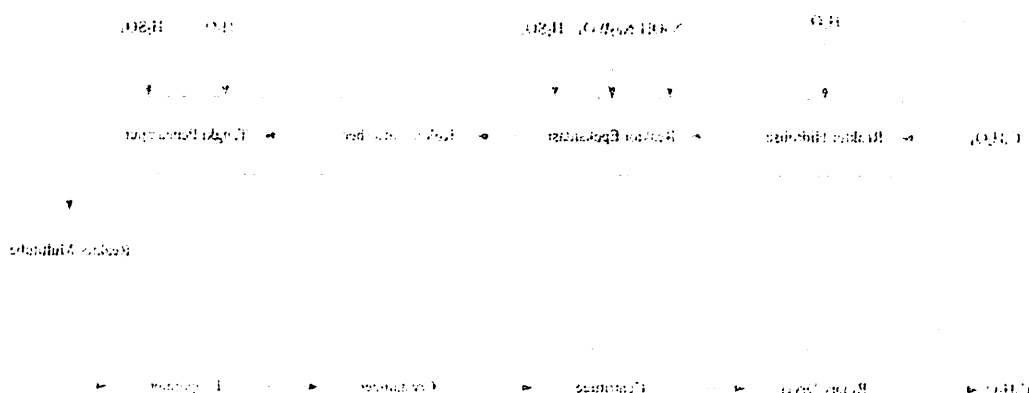
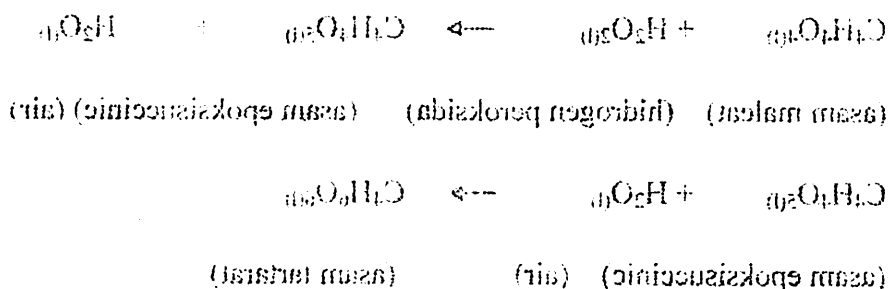




Gambar 2.1. Diagram alir proses pembuatan Asam Tartarat dari Maleat Anhidrida dan Hidrogen Peroksida dengan proses Hidrolisis

2.1.2. Proses Hot Water Extraction

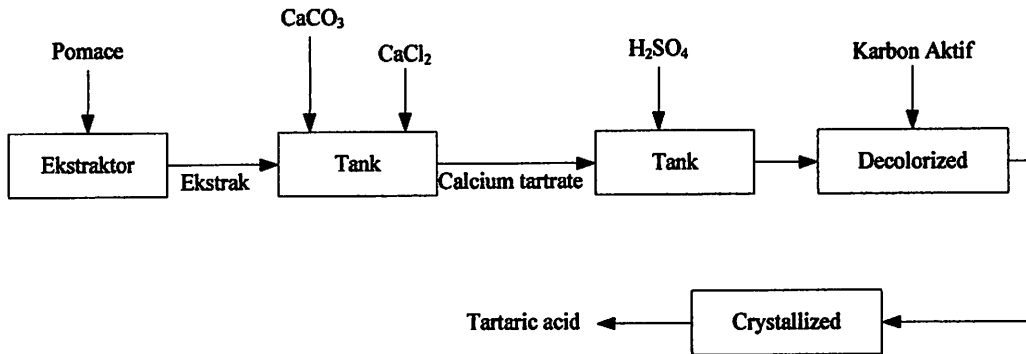
Pembuatan asam tartarat dengan proses ini menggunakan bahan baku *pomace*. Proses ini merupakan proses ekstraksi menggunakan air panas. Sejumlah CaCO_3 dan CaCl_2 ditambahkan ekstrak dan asam tartarat serta garamnya jatuh dalam bentul kalsium tartrat. Kalsium tartrat pertama-tama akan terkonversi menjadi asam tartarat dengan *sulfuric acid treatment* lalu, asam tartarat mengalami *decolorized* oleh karbon aktif. Pada proses akhir mengalami kristalisasi dibawah kondisi vacum dengan suhu 70°C ^[22].



Gambar 2.1. Diagram alir proses pembuatan Asam Tartarat dari Malat
 Anhidrid dan Hidrogen Peroksida dengan proses Hidrolisis

2.1.2. Proses Hot Water Extraction

Pembuatan asam tartarat dengan proses ini menggunakan bahan baku powder. Proses ini merupakan proses ekstraksi menggunakan air panas. Sejumlah CaCO_3 dan CaCl_2 ditambahkan ekstrak dan asam tartarat serta garamnya jatuh dalam bejana kalsium tartarat. Kalsium tartarat pertama-tama akan terkonversi menjadi asam tartarat dengan NaOH dengan jalan asam tartarat mengahani KOH oleh karbon aktif. Pada proses akhir mengalami kristalisasi dibawah kondisi vacuum dengan suhu 70°C (152).



Gambar 2.2. Diagram alir proses pembuatan Asam Tartarat dengan proses *Hot Water Extraction*

2.2. Pemilihan Proses

Untuk memilih proses yang tepat dalam mendirikan suatu pabrik dapat dilakukan dengan membandingkan suatu proses yang lain. Untuk itu perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2.1. Perbandingan proses

Parameter	Macam Proses	
	Hidrolisa	Hot Water Extraction
a. Aspek Bahan baku	Maleic anhidrida dan Hidrogen peroksida	Pomace
b.Aspek Teknis		
1.Kondisi Proses	84-95%	
- Konversi	Na ₂ WO ₄ dan karbon aktif	40%
- Katalis	Epoksidsasi-hidrolisis	Tidak ada
- Proses		Ekstraksi dengan air panas
2.Kondisi Operasi	150°C	
- Temperatur	1 jam	70°C
- Waktu Tinggal	Relatif Murah	-
c. Aspek Ekonomis		Relatif Mahal
d. Aspek Produk	d ,1- asam tartarat	
- Hasil Utama	-	Asam Tartar
- Hasil Samping		-

Dilihat dari tabel di atas masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, tetapi pada proses Hidolisa Maleic anhidrid dan Hidrogen peroksida memiliki hasil konversi yang tinggi , dan biaya operasional yang murah. Jadi lebih menguntungkan dari segi ekonomis.

Dibuat dari tabel di atas masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan tetapi pada proses Hidrolisis Maleic anhidrid dan Hidrogen peroksida memiliki hasil konversi yang tinggi dan biaya operasional yang murah jadi lebih menguntungkan dari segi ekonomi.

Parameter	Macam Proses	
	Hidrolisis	Hot Water Extraction
a. Aspek Bahan baku	Maleic anhidrida dan Hidrogen peroksida	Pompa
b. Aspek Teknis	84-92%	
1. Kondisi Proses	Na_2WO_4 dan Karbon aktif Epoksidasi	70%
- Konversi	hidrolisis	Tidak ada
- Katalis		Ekstrakasi dengan air panas
- Proses		
2. Kondisi Operasi	120°C	
- Temperatur	1 jam	70°C
- Waktu Tinggal	Relatif Murah	-
c. Aspek Ekonomis	d. 1 - asam tartrat	Relatif Mahal
d. Aspek Produk	-	Asam Tartrat
- Hasil Utama		-
- Hasil Samping		

Tabel 2.2.1. Perbandingan proses

2.3. Uraian Proses

Pada perancangan ini yang digunakan adalah proses Hidrolisa. Kondisi operasi proses adalah pada temperatur 150 °C . Proses pengolahan sampai produk akhir yang berupa $C_4H_6O_6$, melewati beberapa tahapan utama yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian
4. Tahap penanganan bahan baku

2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku dari storage $C_4H_2O_3$ (F-111) masuk dalam bentuk serbuk ke reaktor hidrolisis(R-110). Sedangkan H_2O dari air proses dipanaskan dengan heater (E-115) sampai suhu $65^{\circ}C$ sebelum dialirkan ke reaktor (R-110).

2.3.2. Tahap Reaksi

Pada reaktor (R-110) direaksikan H_2O dan $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ menjadi $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$, dimana keduanya beraksi pada suhu 65°C . Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah :



Reaksi berlangsung secara eksoterm sehingga memerlukan pendingin. Reaktor juga dilengkapi dengan pengaduk.

Kemudian $C_4H_4O_4$ hasil dari hasil reaksi antara $C_4H_2O_3$ dan H_2O dialirkan dengan pompa (L-116) kedalam reaktor (R-120) untuk bereaksi dengan H_2O_2 , dimana sebelumnya dikondisikan pHnya sampai 4 dengan menambahkan NaOH 12 N.

H₂O₂ dialirkan dengan pompa (L-118) dari tangki penampung (F-117) menuju ke reaktor (R-120).

2.3. Urutan Proses

Pada perancangan ini yang digunakan adalah proses hidroflisis kondisi operasi proses adalah pada temperatur 150 °C. Proses pengolahan sampai produk akhir yang berupa $C_4H_4O_6$ melalui beberapa tahapan utama yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemisahan dan pemurnian
4. Tahap penanganan bahan baku

2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku dari senyawa $C_4H_2O_3$ (B-111) masuk dalam bentuk serbuk ke reaktor hidroflisis (R-110). Sedangkan H_2O dari air proses dipanaskan dengan pemanas (E-112) sampai suhu 65°C sebelum dialirkan ke reaktor (R-110).

2.3.2. Tahap Reaksi

Pada reaktor (R-110) direaksikan H_2O dan $C_4H_2O_3$ menjadi $C_4H_4O_6$ dimana reaksinya beraksi pada suhu 65°C. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah:



Reaksi berlangsung secara eksoterm sehingga memerlukan pendinginan. Reaktor juga dilengkapi dengan pendingin.

Kemudian $C_4H_4O_6$ hasil dari hasil reaksi antara $C_4H_2O_3$ dan H_2O dialirkan dengan pompa (P-110) kedalam reaktor (R-120) untuk beraksi dengan H_2O_2 dimana sebelumnya dikondisikan blnya sampai 4 dengan menambahkan $NaOH$ 12 M.

H_2O_2 dialirkan dengan pompa (P-118) dari tangki penampung (B-117) menuju ke reaktor (R-120).

Didalam reaktor (R-120) $C_4H_4O_4$ dan H_2O_2 bereaksi pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, tekanan 1 atm serta berlangsung secara endotermis.

Reaksi yang terjadi didalam reaktor epoksidasi adalah :

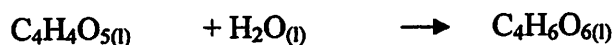


(asam maleat) (hidrogen peroksida) (asam epoksisuccinic) (air)

Dari reaksi yang terjadi antara $C_4H_4O_4$ dan H_2O_2 terbentuk $C_4H_4O_5$ dan H_2O . Reaksi ini dibantu dengan katalis Na_2WO_4 . Agar H_2O_2 habis bereaksi pHnya dinaikkan sampai 8 dengan penambahan $NaOH$ 12 N. Setelah H_2O_2 habis beraksi pHnya diturunkan sampai 5 dengan penambahan H_2SO_4 6 N lalu dialirkan dengan pompa (L-123) kedalam adsorber (D-124) yang berisi resin (R-OH), fungsi dari resin ini adalah untuk memisahkan katalis Na_2WO_4 dengan larutan, dimana resin ini jika sudah jenuh akan di regenerasi dan katalis yang terikut pada resin ini akan di kembalikan ke tangki penampung Na_2WO_4 . Setelah dari kolom adsorber dialirkan dengan pompa (L-125) ke tangki pencampur (M-126) untuk diencerkan sampai 33%, dan pHnya diturunkan sampai 10 dengan menambahkan H_2SO_4 6 N. Larutan kemudian dialirkan dengan pompa (L-127) masuk ke dalam reaktor (R-130) yang sebelumnya dipanaskan dengan heater (E-128).

Didalam reaktor (R-130) $C_4H_4O_5$ dan H_2O bereaksi pada suhu $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, tekanan 1 atm serta berlangsung secara eksotermis.

Reaksi yang terjadi didalam reaktor multitube adalah :

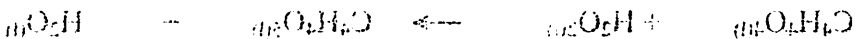


(asam epoksisuccinic) (air) (asam tartarat)

Dari reaksi yang terjadi antara $C_4H_4O_5$ dan H_2O terbentuk $C_4H_6O_6$. Reaksi ini dibantu dengan katalis karbon aktif.

Didalam reaktor (R-120) $C_4H_4O_2$ dan H_2O_2 bereaksi pada suhu 70 °C tekanan 1 atm serta berlangsung secara endotermis.

Reaksi yang terjadi didalam reaktor epoksidasi adalah :

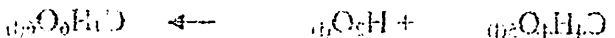


(asam maleat) (hidrogen peroksida) (asam epoksisuccinic) (air)

Dari reaksi yang terjadi antara $C_4H_4O_2$ dan H_2O_2 terbentuk $C_4H_6O_4$ dan H_2O . Reaksi ini dibantu dengan katalis Ni_2WO_4 . Agar H_2O_2 habis bereaksi phtnya diinjeksikan sampai 5 dengan penambahan $NaOH$ 12 N. Setelah H_2O_2 habis bereaksi phtnya diinjeksikan sampai 5 dengan penambahan H_2SO_4 6 N lalu diinjeksikan dengan pompa (I-123) kedalam adsorber (D-124) yang berisi resin (R-011). fungsi dari resin ini adalah untuk memisahkan katalis Ni_2WO_4 dengan larutan dimana resin ini jika sudah jenuh akan di regenerasi dan katalis yang terikat pada resin ini akan di kembalikan ke tangki penampung Ni_2WO_4 . Setelah dari kolom adsorber diinjeksikan dengan pompa (I-125) ke tangki penampung (A-126) untuk diinjeksikan sampai 3388 dan phtnya diturunkan sampai 10 dengan menambahkan H_2SO_4 6 N. Larutan kemudian diinjeksikan dengan pompa (I-127) masuk ke dalam reaktor (R-120) yang sebelumnya dipanaskan dengan heater (E-128).

Didalam reaktor (R-120) $C_4H_4O_2$ dan H_2O bereaksi pada suhu 120 °C tekanan 1 atm serta berlangsung secara eksotermis.

Reaksi yang terjadi didalam reaktor multistage adalah :



(asam epoksisuccinic) (air) (asam tartarat)

Dari reaksi yang terjadi antara $C_4H_4O_2$ dan H_2O terbentuk $C_4H_6O_4$. Reaksi ini dibantu dengan katalis karbon aktif.

2.3.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian

Dari reaktor multitube (R-130), larutan dialirkan pompa (L-129) masuk kedalam ke evaporator (V-131) untuk meningkatkan konsentrasi $C_4H_6O_6$ menjadi 80% dengan kondisi suhu $150^{\circ}C$. Kemudian larutan dialirkan pompa (L-133) untuk dikristalkan dengan crystallizer (X-134) dengan kondisi suhu $20^{\circ}C$, dimana digunakan ammonia sebagai refrigerant. Dari crystallizer masuk ke centrifuge (H-135), untuk dipisahkan antara kristal $C_4H_6O_6 \cdot H_2O$ dan mother liquornya. Lalu kristal $C_4H_6O_6 \cdot H_2O$ dikeringkan di rotary dryer (B-138) dengan kondisi suhu $110^{\circ}C$ menjadi $C_4H_6O_6$. Sedangkan mother liquornya ditampung di bin penampung (F-136).

2.3.4. Tahap Penanganan Bahan Baku

Produk utama $C_4H_6O_6$ yang berbentuk kristal kemudian dikemas dan ditampung didalam gudang produk utama (F-147) yang tertutup rapat, pada tempat yang kering dan dingin, lalu $C_4H_6O_6$ siap untuk dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas produksi = 50.000 ton/tahun

$$\text{Produksi Tartaric Acid} = \left(50.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \right) \times \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \right) \times \left(\frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \right)$$

$$= 6313,1313 \text{ kg/jam}$$

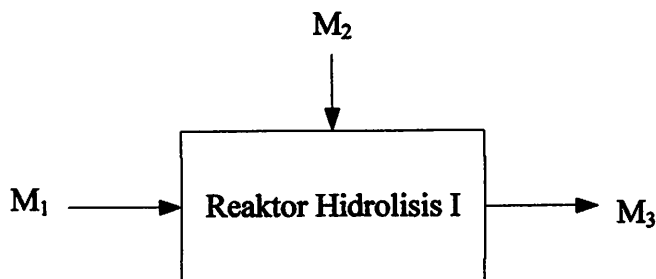
Waktu Operasi = 330 hari/tahun

Basis Perhitungan = 4528,190574 kg/jam

1. Reaktor Hidrolisis I (R-110)

Operasi : batch

Fungsi : Untuk mereaksikan maleat anhidrida dengan air menjadi asam maleat.



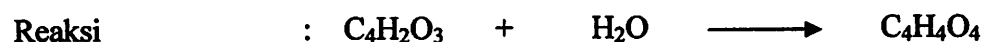
Neraca massa total : $M_1 + M_2 = M_3$

Keterangan :

M_1 = Massa bahan masuk $C_4H_2O_3$ dari Storage Tank

M_2 = Massa air dari Water Proses

M_3 = Massa bahan keluar menuju Reaktor Epoksidasi



Kondisi operasi :

- Suhu : 65°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 1 jam

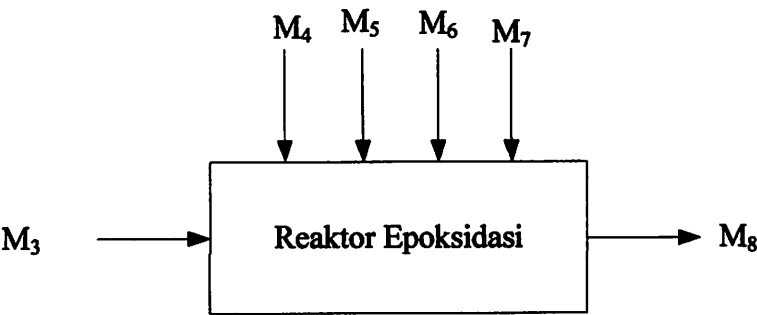
Neraca Massa Reaktor Hidrolisis (R-110)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Storage Tank (M ₁) :		Ke Reaktor Epoksidasi (M ₃) :	
Maleat anhidride	4528,190574	Maleat anhidride	45,281905
Dari Water Proses (M ₂) :		H ₂ O	5968,6873
H ₂ O	6792,285861	Maleat acid	5306,5072
Jumlah	11320,4764	Jumlah	11320,4764

2. Reaktor Epoksidasi (R-120)

Operasi : batch

Fungsi : Untuk mereaksikan maleat acid dengan H₂O₂ menjadi epoxysuccinic acid



Neraca massa total : $M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 = M_8$

Keterangan :

- M₃ = Massa bahan masuk C₄H₄O₄ dari Reaktor Hidrolisis
- M₄ = Massa NaOH 12 N dari Bin
- M₅ = Massa H₂O₂ dari Bin Tangki Storage
- M₆ = Massa katalis Na₂WO₄ dari Bin
- M₇ = Massa H₂SO₄ 6 N dari Bin

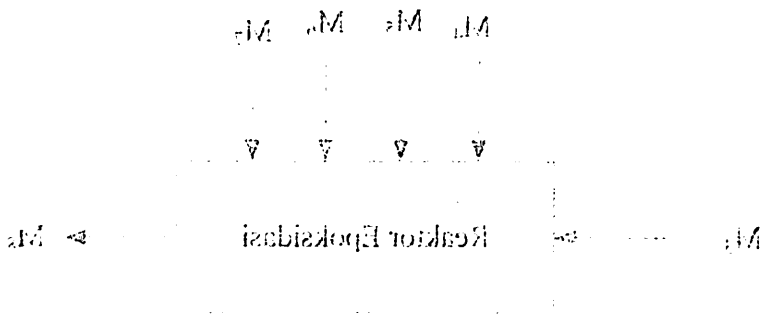
- Waktu tinggal : 1 jam
- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 65°C
- Kondisi operasi :

Norma Massa Reaktor Hidrolisis (R-110)

Bahan Alasak(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Tan Storage Tank (M ₁) :		Re Reaktor Epoksidasi (M ₂) :	
Maleic anhydride	4258,10074	Maleic anhydride	42581905
Data Water Proses (M ₃) :		H ₂ O	2008,0873
H ₂ O	6502,282801	Maleic acid	2300,2073
Jumlah	11320,4764	Jumlah	11320,4764

2. Reaktor Epoksidasi (R-120)

- Operasi : batch
- Fungsi : Untuk mereaksikan maleic acid dengan H₂O₂ menjadi epoxysuccinic acid

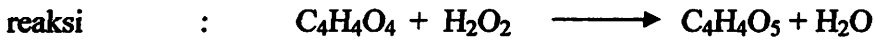


Norma massa total : $M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 = M_2$

Keterangan :

- M₁ = Massa bahan masuk C₄H₂O₄ dan Reaktor Hidrolisis
- M₂ = Massa NaOH 12 N dan Bin
- M₃ = Massa H₂O₂ dan Bin Tangki Storage
- M₄ = Massa katalis Na₂WO₄ dan Bin
- M₅ = Massa H₂SO₄ 6 N dan Bin

M_g = Massa bahan keluar menuju Kolom Adsorber



Kondisi operasi :

- Suhu : 70°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 5 jam

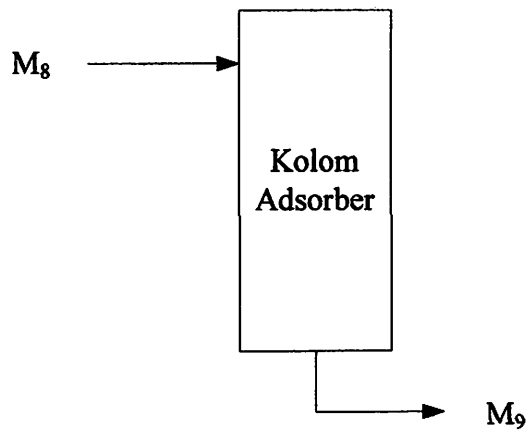
Neraca Massa Reaktor Epoksidasi (R-120)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Reaktor Hidrolisis I (M_3) :		Ke Kolom Adsober (M_8) :	
Maleat anhidride	45	Maleat anhidride	45
H ₂ O	8886	H ₂ O	9710
Maleat acid	5306,51	Maleat acid	26
Dari Bin (M_4) :		NaOH	18,2574
NaOH	21	Sodium tungstat	1341
Dari Storage Tank (M_5) :		Epoxysuccinic acid	5998
H ₂ O ₂	1553	Oksigen	3,6515
Dari Bin (M_6) :		Na ₂ SO ₄	0,0094
Sodium tungstat	1341	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153
Dari Bin (M_7) :			
H ₂ SO ₄	0,0065		
Jumlah	17152,9171	Jumlah	17152,9171

3. Kolom Adsorber (D-124)

Operasi : batch

Fungsi : untuk memisahkan bahan dengan katalis Na_2WO_4



Neraca massa total : $M_8 = M_9$

Keterangan :

M_8 = Massa bahan masuk dari Reaktor Epoksidasi

M_9 = Massa bahan keluar ke Reaktor Multitube

Kondisi operasi :

- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm

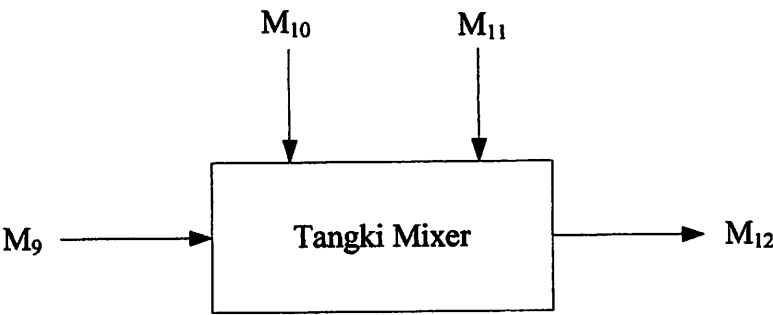
Neraca Massa Kolom Adsorber (D-124)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Reaktor II (M ₈) :		Ke Reaktor Hidrolisis III (M ₉) :	
Maleat anhidride	45	Maleat anhidride	45
H ₂ O	9710	H ₂ O	9710
Maleat acid	26,492	Maleat acid	26,492
NaOH	18,2574	NaOH	383,223
Epoxysuccinic acid	5998,497	Epoxysuccinic acid	5995,4977
Natrium Tungstat	1341,226	Na ₂ SO ₄	0,0094
Na ₂ SO ₄	0,0094	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	10
Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	10	Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	4
Di dalam Kolom Resin :		Di dalam Kolom Resin :	
Resin (R-OH)	813,7758	Resin (R-OH)	0,407
		R ₂ -WO ₄	1789
Jumlah	17963,0414	Jumlah	17963,0414

4. Tangki Mixer (M-126)

Operasi : batch

Fungsi : untuk mengencerkan epoxysuccinic acid sampai 33% dan menurunkan pH 10 C₄H₆O₆H₂O.



Neraca massa total : $M_9 + M_{10} + M_{11} = M_{12}$

Keterangan :

M₉ = Massa bahan masuk dari Kolom Adsorber

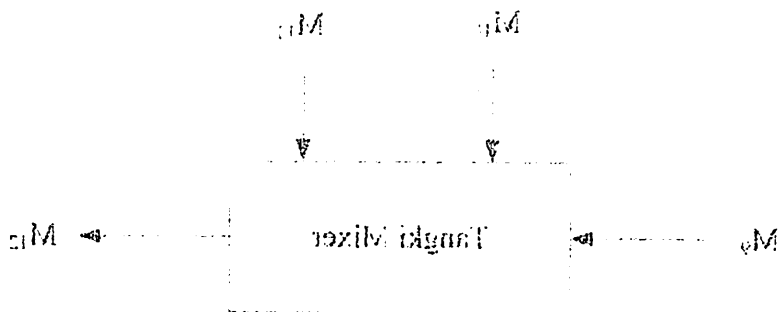
M₁₀ = Massa H₂O dari Water Proses

Perhitungan Massa Kolom Adsorber (D-124)

Bahan Masukan (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Reaktor II (M ₂) :		Ke Reaktor Hidrolisis III (M ₃) :	
Molase anhidrida		Molase anhidrida	
45		45	
H ₂ O		H ₂ O	
9710		9710	
Molase acid		Molase acid	
36405		36405	
NaOH		NaOH	
183254		383323	
Epoxy succinic acid		Epoxy succinic acid	
2008497		2008497	
Natrium Tungstat		Na ₂ SO ₄	
1341326		0,0094	
Na ₂ SO ₄		Molase C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	
0,0094		10	
Molase C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁		Na ₂ WO ₄ - C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	
10		4	
Di dalam Kolom Resin :		Di dalam Kolom Resin :	
Resin (R-OH)		Resin (R-OH)	
813,7528		0,407	
		R ₂ -WO ₄	
		1789	
Jumlah		Jumlah	
17963,0414		17963,0414	

4. Tangki Mixer (M-126)

Operasi : batch
Fungsi : untuk mengencaskan epoxy succinic acid sampai 3,3% dan menambahkan 10 C₁₂H₂₂O₁₁



Notasi massa total : $M_3 + M_{12} + M_{11} = M_{12}$

Keterangan :

M₁₀ = Massa bahan masuk dari Kolom Adsorber

M₁₁ = Molase H₂O dari Water Proses

M_{11} = Massa H_2SO_4 6 N dari Storage Tank
 M_{12} = Massa bahan keluar ke Reaktor Multitube

Kondisi operasi :

- Suhu : 65°C
- Tekanan : 1 atm

Neraca Massa Tangki Mixer (M-126)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Kolom Adsorber (M_9) :		Ke Reaktor Multitube (M_{12}) :	
Maleat anhidride	45,2819	Maleat anhidride	45,2819
H ₂ O	9709,7864	H ₂ O	11369,2793
Maleat acid	26,4917	Maleat acid	26,4917
NaOH	383,2232	NaOH	383,2232
Epoxy succinic acid	5995,4977	Epoxy succinic acid	5995,4977
Na ₂ SO ₄	0,0094	Na ₂ SO ₄	0,0094
Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153
Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699	Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699
Dari Water Proses (M_{10}) :		H ₂ SO ₄	0,0000
H ₂ O	1659,4929		
Dari Storage Tank (M_{11}) :			
H ₂ SO ₄	0,0000		
Jumlah	17833,1683	Jumlah	17833,1683

M₁₁ = Massa H₂SO₄ di dari Storage Tank
 M₁₂ = Massa bahan keluar ke Reaktor Alutidine

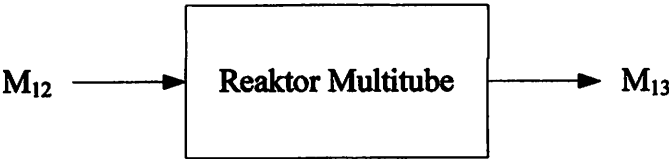
Kondisi operasi :
 -- Suhu : 63°C
 -- Tekanan : 1 mm

Perhitungan Bangkai Mixer (M-120)

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Kolom Absorber (M ₁₀) :		Ke Reaktor Alutidine (M ₁₁) :	
Maleic anhidride	45.3819	Maleic anhidride	45.3819
H ₂ O	6700.7864	H ₂ O	11399.5393
Maleic acid	59.4917	Maleic acid	59.4917
NaOH	383.5335	NaOH	383.5335
Epoxysuccinic acid	5995.1975	Epoxysuccinic acid	5995.1975
H ₂ SO ₄	0.0094	H ₂ SO ₄	0.0094
Massa C ₄ H ₃ O ₇ Na	6.7153	Massa C ₄ H ₃ O ₇ Na	6.7153
Na ₂ WO ₄ ·C ₄ H ₃ O ₇	3.6699	Na ₂ WO ₄ ·C ₄ H ₃ O ₇	3.6699
Dari Water Proses (M ₁₀) :		H ₂ SO ₄	0.0000
H ₂ O	1020.4959		
Dari Storage Tank (M ₁₁) :			
H ₂ SO ₄	0.0000		
Jumlah	17833.1683	Jumlah	17833.1683

5. Reaktor Multitube (R-130)

Operasi : batch
Fungsi : untuk mereaksikan epoxysuccinic acid dengan H₂O menjadi C₄H₆O₆H₂O

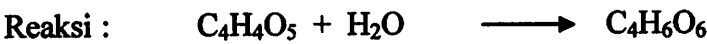


Neraca massa total : $M_{12} = M_{13}$

Keterangan :

M_{12} = Massa bahan masuk dari Mixer Tank

M_{13} = Massa bahan keluar dari Reaktor Multitube



Kondisi operasi :

- Suhu : 150°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 1 jam

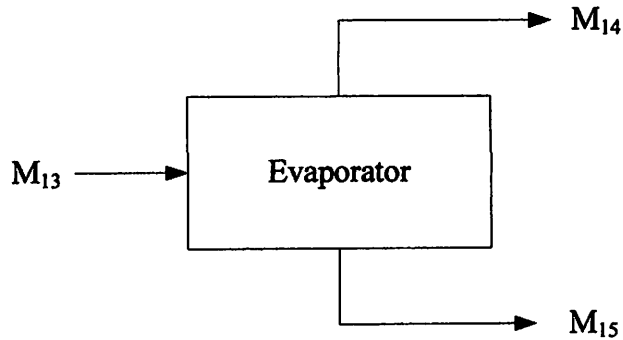
Neraca Massa Reaktor Multitube (R-130)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Tangki Mixer (M_{12}) :		Ke Evaporator (M_{13}) :	
Maleat anhidride	45,2819	Maleat anhidride	45,2819
H ₂ O	11369,2793	H ₂ O	10584,1824
Maleat acid	26,4917	Maleat acid	26,4917
NaOH	383,2232	NaOH	383,2232
Epoxysuccinic acid	5995,4977	Epoxysuccinic acid	239,8199
Na ₂ SO ₄	0,0094	Na ₂ SO ₄	0,0094
Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153
Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699	Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699
		C ₄ H ₆ O ₆	6540,7747
Jumlah	17833,1683	Jumlah	17833,1683

6. Evaporator (V-131)

Operasi : batch

Fungsi : untuk meningkatkan konsentrasi $C_4H_6O_6H_2O$ dari 36,678% sampai 80%



Neraca massa total : $M_{13} = M_{14} + M_{15}$

Keterangan :

M_{13} = Massa bahan masuk dari Reaktor Multitube

M_{14} = Massa vapor keluar berupa H_2O

M_{15} = Massa bahan keluar ke Crystallizer

Kondisi operasi :

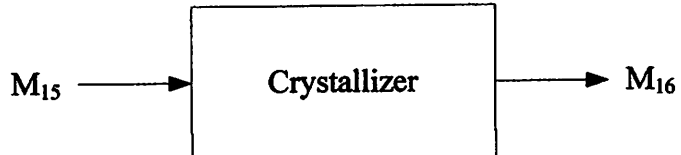
- Suhu : $150^{\circ}C$
- Tekanan : 1 atm

Neraca Massa Evaporator (V-131)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Reaktor Multitube (M ₁₃) :		Ke Crystallizer (M ₁₄) :	
Maleat anhydride	45,2819	Maleat anhidride	45,2819
H ₂ O	10584,1824	H ₂ O	926,9824
Maleat acid	26,4917	Maleat acid	26,4917
NaOH	383,2232	NaOH	383,2232
Epoxy succinic acid	239,8199	Epoxy succinic acid	239,8199
Na ₂ SO ₄	0,0094	Na ₂ SO ₄	0,0094
Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153
Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699	Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699
C ₄ H ₆ O ₆	6540,7747	C ₄ H ₆ O ₆	6540,7747
		Ke Vapour (M ₁₅) :	
		H ₂ O	9657,19995
Jumlah	17833,1683	Jumlah	17833,1683

7. Crystallizer (X-134)

Operasi : batch
Fungsi : untuk mengkristalkan C₄H₆O₆H₂O



Neraca massa total : M₁₅ = M₁₆

Keterangan :

M₁₅ = Massa bahan masuk dari Evaporator
M₁₆ = Massa bahan keluar ke Centrifuge

Kondisi operasi :

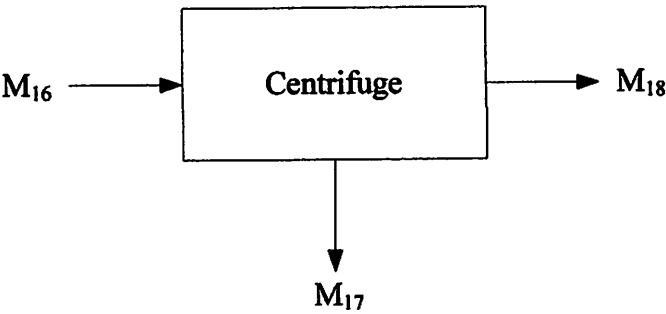
- Suhu : 20°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 7 jam

Neraca Massa Crystallizer (X-134)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Evaporator (M ₁₅) :		Ke Centrifuge (M ₁₆) :	
Maleat anhidride	45,2819	Dalam mother liquor :	
H ₂ O	926,9824	Maleat anhidride	45,2819
Maleat acid	26,4917	H ₂ O	141,8855
NaOH	383,2232	Maleat acid	26,4917
Epoxy succinic acid	239,8199	NaOH	383,2232
Na ₂ SO ₄	0,0094	Epoxy succinic acid	239,8199
Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153	Na ₂ SO ₄	0,0094
Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153
C ₄ H ₆ O ₆	6540,7747	Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699
		C ₄ H ₆ O ₆ H ₂ O	254,9675
		Dalam kristal hasil :	
		C ₄ H ₆ O ₆ H ₂ O	7070,9041
Jumlah	8175,9684	Jumlah	8175,9684

8. Centrifuge (H-135)

Operasi : batch
Fungsi : untuk memisahkan kristal C₄H₆O₆H₂O dengan mother liquornya



Neraca massa total : $M_{16} = M_{17} + M_{18}$

Keterangan :

M_{16} = Massa bahan masuk dari Crystallizer

Neto-massa C₁₂ analitik (Z-134)

Bahan Alasul(kg/jam)		Bahan Kolar(kg/jam)	
Dan Evaporator (M ₁₂) :		Ke Centrifuge (M ₁₃) :	
Maleic anhidride	42,2819	Dalam mother liquor :	
H ₂ O	929,6824	Maleic anhidride	42,2819
Maleic acid	26,4917	H ₂ O	141,8822
NaOH	383,2232	Maleic acid	26,4917
Epoxysuccinic acid	239,8199	NaOH	383,2232
Na ₂ SO ₄	0,0094	Epoxysuccinic acid	239,8199
Massa C ₁₂ H ₄ O ₄ Na	9,7123	Na ₂ SO ₄	0,0094
Na ₂ WO ₄ ·C ₁₂ H ₄ O ₄	3,6699	Massa C ₁₂ H ₄ O ₄ Na	9,7123
C ₁₂ H ₄ O ₄	6240,747	Na ₂ WO ₄ ·C ₁₂ H ₄ O ₄	3,6699
		C ₁₂ H ₄ O ₄ ·H ₂ O	224,9922
		Dalam kristal hasil :	
		C ₁₂ H ₄ O ₄ ·H ₂ O	2070,2041
Jumlah	8172,9684	Jumlah	8172,9684

8. Centrifuge (H-132)

Operasi : batch
Fungsi : untuk memisahkan kristal C₁₂H₄O₄·H₂O dengan mother liquornya

$$M_{10} = M_{12} + M_{13}$$

$$M_{12}$$

$$\text{Neto-massa total : } M_{10} = M_{12} + M_{13}$$

Keterangan :

M₁₀ = Massa bahan masuk dan Crystallizer

- M_{17} = Massa mother liquor $C_4H_6O_6H_2O$
 M_{18} = Massa kristal $C_4H_6O_6H_2O$ keluar ke Rotary Dryer

Kondisi operasi :

- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm

Neraca Massa Centrifuge(H-135)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Crystallizer (M_{16}) :		Ke Mother liquor (M_{17}) :	
Maleat anhidride	45,2819	Maleat anhidride	45,2819
H ₂ O	926,9824	H ₂ O	141,8855
Maleat acid	26,4917	Maleat acid	26,4917
NaOH	383,2232	NaOH	383,2232
Epoxy succinic acid	239,8199	Epoxy succinic acid	239,8199
Na ₂ SO ₄	0,0094	Na ₂ SO ₄	0,0094
Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153	Massa C ₄ H ₃ O ₄ Na	9,7153
Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699	Na ₂ WO ₄ --C ₄ H ₄ O ₅	3,6699
C ₄ H ₆ O ₆	6540,7747	C ₄ H ₆ O ₆ H ₂ O	254,9675
		Ke Rotary Dryer (M_{18}) :	
		C ₄ H ₆ O ₆ H ₂ O	7070,9041
Jumlah	8175,9684	Jumlah	8175,9684

M₁₇ = Massa mother liquor C₁₂H₁₀O₄H₂O
M₁₈ = Massa kristal C₁₂H₁₀O₄H₂O keluar ke Rotary Diger

Kondisi operasi :
- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm

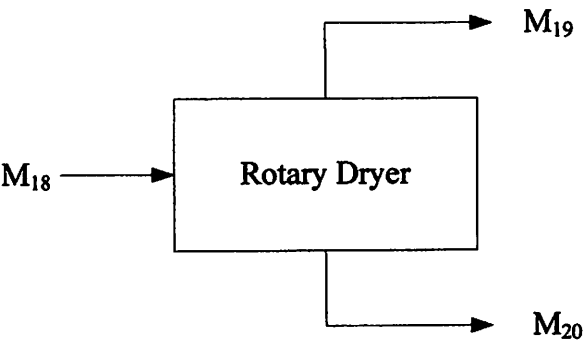
Norma Massa (centrifuge H-135)

Bahan Masukan (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Crystallizer (M ₁₈) :		Ke Mother liquor (M ₁₇) :	
Maleic anhydride	42,2819	Maleic anhydride	42,2819
H ₂ O	928,9824	H ₂ O	141,8822
Maleic acid	36,4917	Maleic acid	36,4917
NaOH	383,2222	NaOH	383,2222
Epoxy succinic acid	230,8190	Epoxy succinic acid	230,8190
Na ₂ SO ₄	0,0094	Na ₂ SO ₄	0,0094
Massa C ₁₂ H ₁₀ O ₄ Na	0,7123	Massa C ₁₂ H ₁₀ O ₄ Na	0,7123
Na ₂ WO ₄ ·C ₁₂ H ₁₀ O ₄	3,6699	Na ₂ WO ₄ ·C ₁₂ H ₁₀ O ₄	3,6699
C ₁₂ H ₁₀ O ₄	6240,2747	C ₁₂ H ₁₀ O ₄ H ₂ O	224,9022
		Ke Rotary Diger (M ₁₈) :	
		C ₁₂ H ₁₀ O ₄ H ₂ O	2070,9041
Jumlah	8172,9684	Jumlah	8172,9684

9. Rotary Dryer (B-138)

Operasi : batch

Fungsi : Untuk mengeringkan $C_4H_6O_6H_2O$ menjadi $C_4H_6O_6$



Kondisi operasi :

- Suhu : 110°C
- Tekanan : 1 atm

Neraca Massa Rotary Dryer (B-138)

Bahan Masuk(kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
Dari Centrifuge (M ₁₈) :		Ke Bagian Atas (M ₁₉) :	
C ₄ H ₆ O ₆ H ₂ O	7070,9041	H ₂ O	757,7726
		Ke Bagian Bawah (M ₂₀) :	
		C ₄ H ₆ O ₆	6313,1315
Jumlah	7070,9041	Jumlah	7070,9041

BAB VI

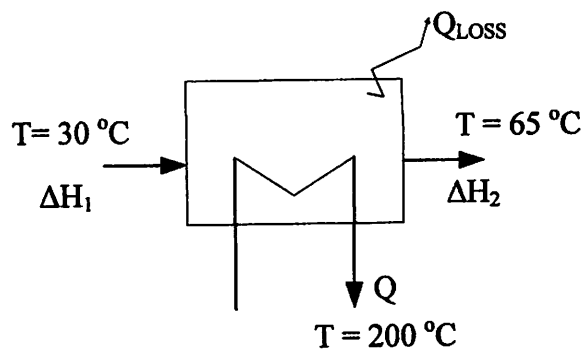
NERACA PANAS

Kapasitas Pabrik	= 50.000 ton/tahun
	= 6313,00524 kg/jam
Waktu Operasi	= 330 hari/tahun
	= 24 jam/hari
Satuan Operasi	= kg/jam
Basis	= 4528,190574 kg/jam
Suhu referensi	= 25°C

1. HEATER I (E-115)

Operasi : kontinyu

Fungsi : Untuk memanaskan H₂O dari Water Process ke dalam Reaktor Hidrolisis (R-110).



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:

ΔH_1 : panas yang terkandung dalam H₂O masuk

Q : panas yang diberikan steam masuk

ΔH_2 : panas yang terkandung dalam H₂O keluar

Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 65°C
- Tekanan : 1 atm

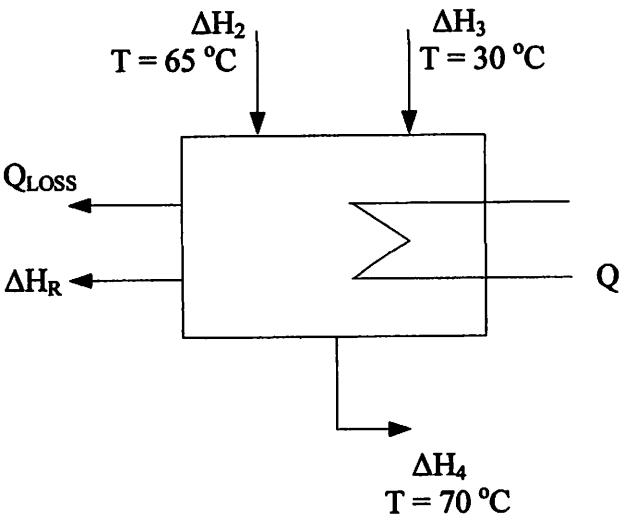
Tabel Neraca Panas pada Heater I (E-115)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_1	33907,0910	ΔH_2	272289,1556
Q	240077,4191	Q_{LOSS}	1695,3546
Jumlah	273984,5101	Jumlah	273984,5101

2. REAKTOR HIDROLISIS (R-110)

Operasi : Batch

Fungsi : Untuk mereaksikan $C_4H_2O_3$ dngan H_2O menjadi $C_4H_4O_4$

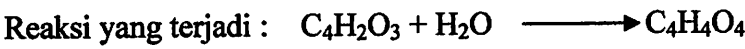


Persamaan neraca panas

$$\Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + Q_{\text{loss}} + \Delta H_R + Q$$

Dimana:

- ΔH_2 : panas yang terkandung dalam H_2O masuk
- ΔH_3 : panas yang terkandung dalam $C_4H_2O_3$ masuk
- Q : panas yang diserap oleh pendingin
- ΔH_4 : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_4$ keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang
- ΔH_R : panas reaksi



Kondisi operasi :

- Suhu : $65^{\circ}C$
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 1 jam

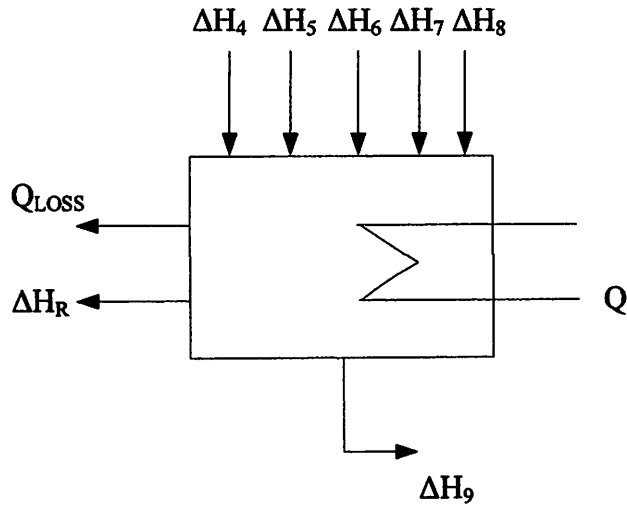
Tabel Neraca Panas pada Reaktor Hidrolisis (R-110)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_2	8862,2829	ΔH_4	368139,5353
ΔH_3	272289,1556	Q_{LOSS}	14057,5719
		Q	29178,4983
		ΔH_R	-130224,1670
Jumlah	281151,4385	Jumlah	281151,4385

3. REAKTOR EPOKSIDASI (R-120)

Operasi : Batch

Fungsi : Untuk mereaksikan $C_4H_4O_4$ dengan H_2O_2 menjadi $C_4H_4O_5$

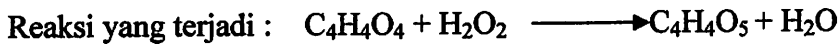


Persamaan neraca panas

$$\Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 + \Delta H_7 + \Delta H_8 + Q = \Delta H_9 + Q_{\text{loss}} + \Delta H_R$$

Dimana:

- ΔH_4 : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_4$ masuk
- ΔH_5 : panas yang terkandung dalam NaOH masuk
- ΔH_6 : panas yang terkandung dalam H_2O_2 masuk
- ΔH_7 : panas yang terkandung dalam Na_2WO_4 masuk
- ΔH_8 : panas yang terkandung dalam H_2SO_4 masuk
- Q : panas yang diberikan steam masuk
- ΔH_9 : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_5$ keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang
- ΔH_R : panas reaksi



Kondisi operasi :

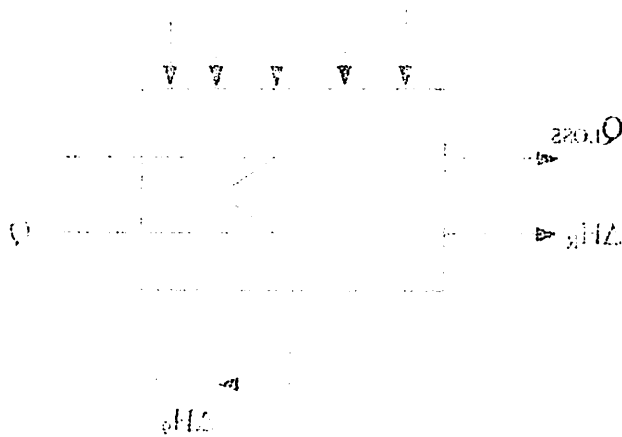
- Suhu : 70°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 5 jam

3. REAKTOR EPORISASI (R-120)

Operasi : Batch

Fungsi : Untuk mengoksidasi $C_4H_4O_2$ dengan H_2O_2 menjadi $C_4H_4O_3$

$$\Delta H_1 \quad \Delta H_2 \quad \Delta H_3 \quad \Delta H_4 \quad \Delta H_5$$

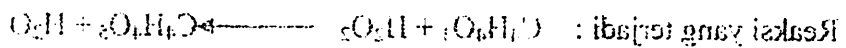


Persamaan neraca panas

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + Q_{loss} + Q = \Delta H_6 + \Delta H_7 + \Delta H_8 + \Delta H_9$$

Dimana:

- ΔH_1 : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_2$ masuk
- ΔH_2 : panas yang terkandung dalam N_2O_4 masuk
- ΔH_3 : panas yang terkandung dalam H_2O_2 masuk
- ΔH_4 : panas yang terkandung dalam N_2WO_4 masuk
- ΔH_5 : panas yang terkandung dalam H_2SO_4 masuk
- Q : panas yang diberikan steam masuk
- ΔH_6 : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_3$ keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang
- ΔH_9 : panas reaksi



Kondisi operasi :

- Suhu : $70^\circ C$
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 2 jam

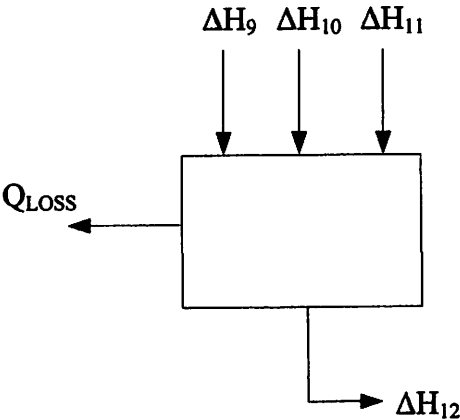
Tabel Neraca Panas pada Reaktor Epoksidasi (R-120)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_4	368139,5353	ΔH_9	580009,2837
ΔH_5	80,9229	Q_{LOSS}	18674,8077
ΔH_6	2693,8231	ΔH_R	387012,2978
ΔH_7	0,0109		
ΔH_8	2581,8610		
Q	612200,2359		
Jumlah	985696,3891	Jumlah	985696,3891

4. TANGKI MIXER (M-126)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Untuk mengencerkan $C_4H_4O_5$ dan mengatur pHnya menjadi 10



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_9 + \Delta H_{10} + \Delta H_{11} = \Delta H_{12} + Q_{loss}$$

Dimana:

ΔH_9 : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_5$ masuk

ΔH_{10} : panas yang terkandung dalam H_2O masuk

ΔH_{11} : panas yang terkandung dalam H_2SO_4 masuk

ΔH_{12} : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_5$ keluar

Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 63°C
- Tekanan : 1 atm

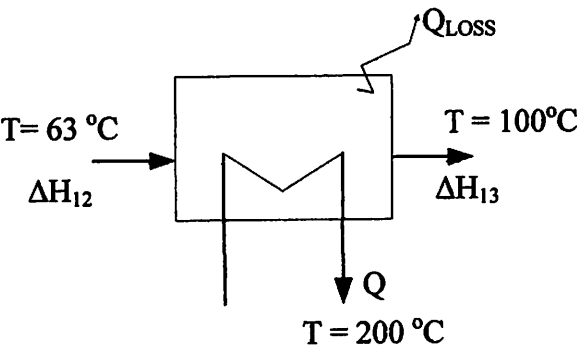
Tabel Neraca Panas pada Tangki Mixer (M-126)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_9	569433,4023	ΔH_{12}	548657,3967
ΔH_{10}	8284,1884	Q_{LOSS}	28885,8795
ΔH_{11}	0,000000124		
Jumlah	577717,5906	Jumlah	577717,5906

5. HEATER II (E-128)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Untuk memanaskan $C_4H_4O_5$ sebelum masuk Reaktor Multitube



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{12} + Q = \Delta H_{13} + Q_{loss}$$

Dimana:

- ΔH_{12} : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_5$ masuk
- Q : panas yang diberikan steam masuk
- ΔH_{13} : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_5$ keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 63°C
- Tekanan : 1 atm

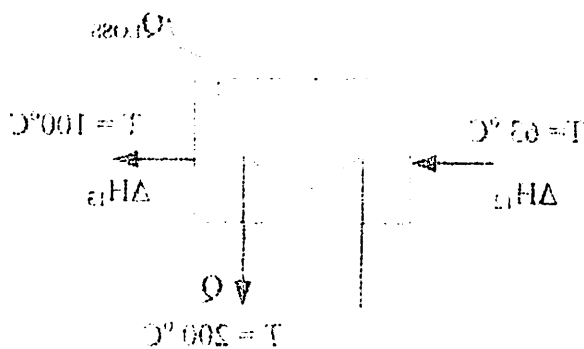
Tabel Neraca Panas pada Tangki Mixer (M-125)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH ₁₂	589433.4033	ΔH ₁₃	548657.3967
ΔH ₁₆	8384.1884	Q _{loss}	58885.8192
ΔH ₁₁	0.00000124		
Jumlah	577717.5996	Jumlah	577717.5996

5. HEATER II (E-128)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Untuk memanaskan C₄H₁₀O₂ sebelum masuk Reaktor Multitube



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{12} + Q = \Delta H_{13} + Q_{\text{loss}}$$

Diketahui:

- ΔH₁₂ : panas yang terkandung dalam C₄H₁₀O₂ masuk
- Q : panas yang diberikan sistem masuk
- ΔH₁₃ : panas yang terkandung dalam C₄H₁₀O₂ keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 100°C
- Tekanan : 1 atm

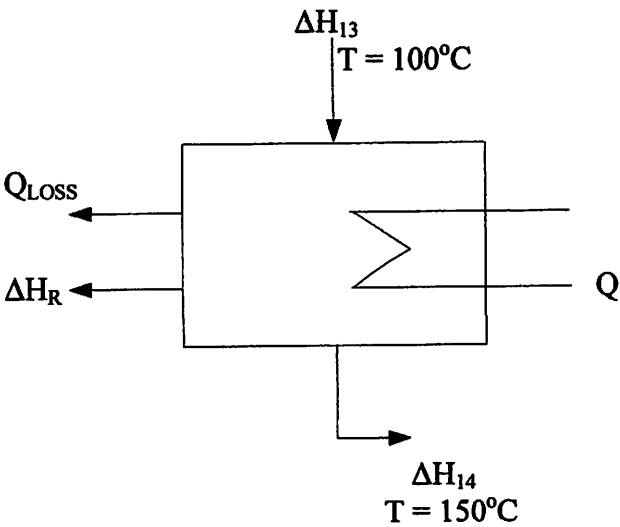
Tabel Neraca Panas pada Heater II (E-128)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{I2}	548657,3967	ΔH_{I3}	1080601,7381
Q	559377,2112	Q_{LOSS}	27432,8698
Jumlah	1108034,6079	Jumlah	1108034,6079

6. REAKTOR MULTITUBE (R-130)

Operasi : Batch

Fungsi : Untuk mereaksikan $C_4H_4O_5$ dengan bantuan katalis Na_2WO_4 menjadi $C_4H_6O_6$

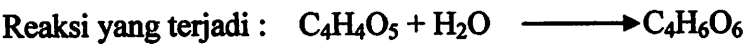


Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{I3} = \Delta H_{I4} + Q + Q_{loss} + \Delta H_R$$

Dimana:

- ΔH_{13} : panas yang terkandung dalam $C_4H_4O_5$ masuk
- ΔH_{14} : panas yang terkandung dalam $C_4H_6O_6$ keluar
- Q : panas yang terserap oleh air pendingin
- Q_{loss} : panas yang hilang
- ΔH_R : panas reaksi



Kondisi operasi :

- Suhu : 150°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 1 jam

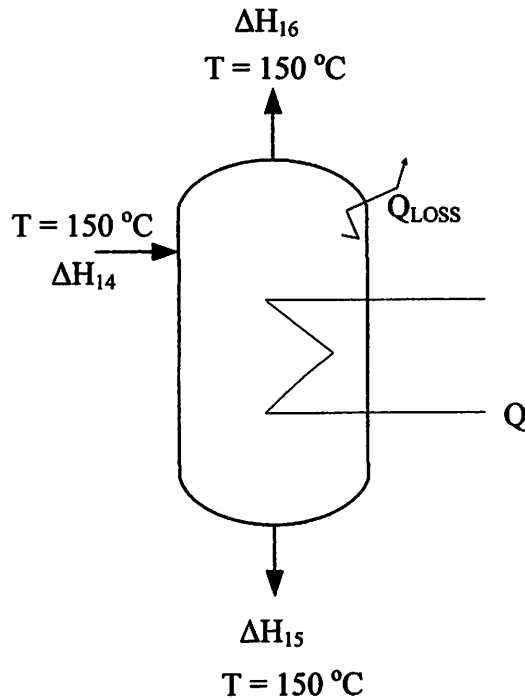
Tabel Neraca Panas pada Reaktor Multitube (R-130)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{13}	1080601,7381	ΔH_{14}	1661309,8469
		Q_{Loss}	54030,0869
		Q	136742,5257
		ΔH_R	-771480,7214
Jumlah	1080601,7381	Jumlah	1080601,7381

7. EVAPORATOR (V-131)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Untuk memekatkan $C_4H_6O_6$ sebelum masuk crystallizer



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{14} + Q = \Delta H_{15} + \Delta H_{16} + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:

- ΔH_{14} : panas yang terkandung dalam $C_4H_6O_6$ masuk
- Q : panas yang diberikan steam masuk
- ΔH_{15} : panas yang terkandung dalam $C_4H_6O_6$ keluar
- ΔH_{16} : panas yang terkandung dalam steam bahan keluar
berupa H_2O vapour
- Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 150°C
- Tekanan : 1 atm

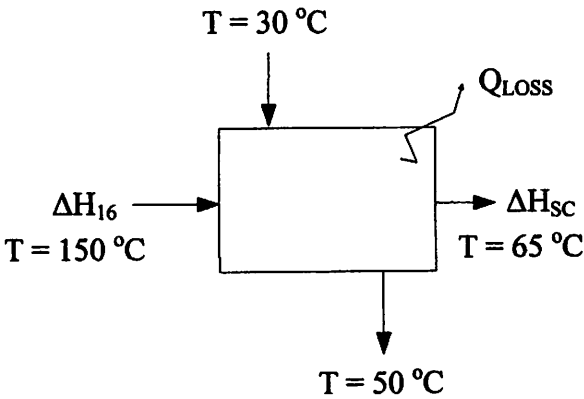
Tabel Neraca Panas pada Evaporator (V-131)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{14}	1661309,8469	ΔH_{15}	409253,8734
Q	83065,4923	ΔH_{16}	1252055,9735
		Q_{LOSS}	83065,4923
Jumlah	1744375,3393	Jumlah	1744375,3393

8. Condensor (E-132)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Untuk mengkristalkan $C_4H_6O_6$



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{16} = \Delta H_{sc} + Q_{loss} + Q$$

Dimana:

- ΔH_{16} : panas yang terkandung dalam $C_4H_6O_6$ masuk
- Q : panas yang diserap oleh air pendingin
- ΔH_{SC} : panas yang terkandung dalam steam kondensat
- Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 65°C
- Tekanan : 1 atm

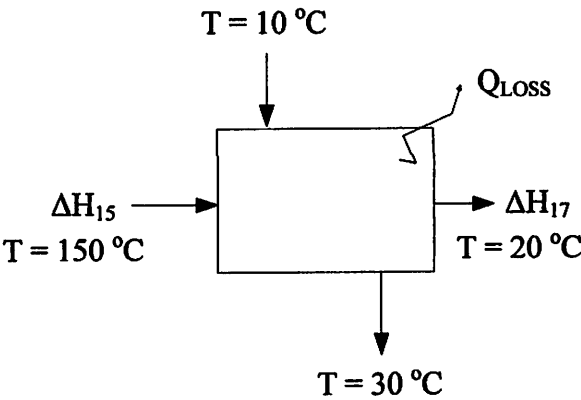
Tabel Neraca Panas pada Condensor (E-132)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{16}	1252055,9735	ΔH_{SC}	387137,8316
		Q_{LOSS}	62602,7987
		Q	802315,3432
Jumlah	1252055,9735	Jumlah	1252055,9735

9. CRYSTALLIZER (X-134)

Operasi : Batch

Fungsi : Untuk mengkristalkan $C_4H_6O_6$



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{15} = \Delta H_{17} + Q_{loss} + Q$$

Dimana:

ΔH_{15} : panas yang terkandung dalam $C_4H_6O_6$ masuk

Q : panas yang diserap oleh refrigerant

ΔH_{17} : panas yang terkandung dalam $C_4H_6O_6$ dan mother liquor keluar

Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 20°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 7 jam

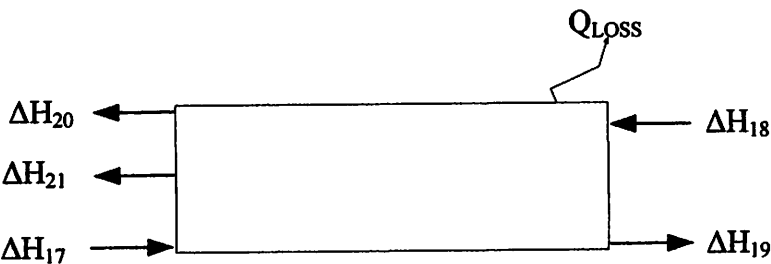
Tabel Neraca Panas pada Crystallizer (X-134)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{15}	409253,8734	ΔH_{17}	-6844,7402
		Q_{LOSS}	20462,6937
		Q	395635,9200
Jumlah	409253,8734	Jumlah	409253,8734

10. Rotary Dryer (B-138)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Untuk mengeringkan kristal $C_4H_6O_6$



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{17} + \Delta H_{18} = \Delta H_{19} + \Delta H_{20} + \Delta H_{21} + Q_{loss}$$

Dimana:

- ΔH_{17} : panas yang terkandung dalam H_2O masuk
- ΔH_{18} : panas yang terkandung dalam udara panas masuk
- ΔH_{19} : panas yang terkandung dalam H_2O keluar
- ΔH_{20} : panas yang terkandung dalam udara panas keluar
- ΔH_{21} : panas yang terkandung dalam uap air keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 30°C
- Tekanan : 1 atm
- Waktu tinggal : 7 jam

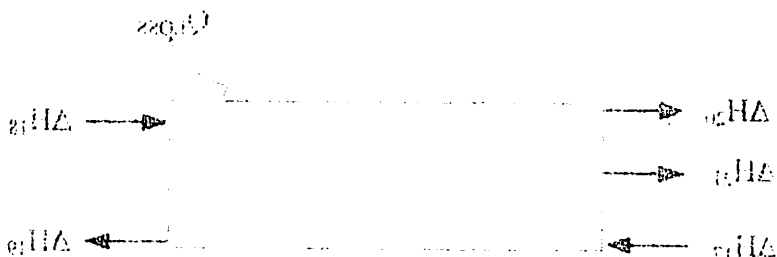
Tabel Neraca Panas pada Crystallizer (X-134)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{12}	400223,8734	ΔH_{13}	-0844,5405
		Q_{cool}	30405,0033
		Q	302032,0500
Jumlah	400223,8734	Jumlah	400223,8734

10. Kalkulasi Dyer (B-138)

Operasi : Konsumsi

Prungsi : Untuk menghitung kristal $C_{12}H_{10}O_6$



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{12} + \Delta H_{13} = \Delta H_{20} + \Delta H_{13} + Q_{cool}$$

Diketahui:

- ΔH_{12} : panas yang terkandung dalam H₂O masuk
- ΔH_{13} : panas yang terkandung dalam udara panas masuk
- ΔH_{20} : panas yang terkandung dalam H₂O keluar
- ΔH_{13} : panas yang terkandung dalam udara panas keluar
- ΔH_{12} : panas yang terkandung dalam air keluar
- Q_{cool} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 110°C
- Tekanan : 1 atm

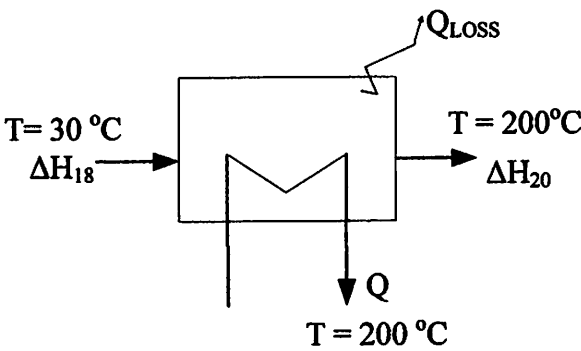
Tabel Neraca Panas pada Rotary Dryer (B-138)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{17}	-3959,7063	ΔH_{19}	154008,8418
ΔH_{18}	47375565,6494	ΔH_{20}	44498387,0804
		ΔH_{21}	350629,7238
		Q_{LOSS}	2368580,2972
Jumlah	47371605,9431	Jumlah	47371605,9431

11. HEATER UDARA (E-142)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Memanaskan udara untuk Rotary Dryer (B-141).



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{18} + Q = \Delta H_{20} + Q_{loss}$$

Dimana:

- ΔH_{18} : panas yang terkandung dalam udara masuk
- Q : panas yang diberikan steam masuk
- ΔH_{20} : panas yang terkandung dalam udara keluar
- Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

-- Suhu : 110°C

-- Tekanan : 1 atm

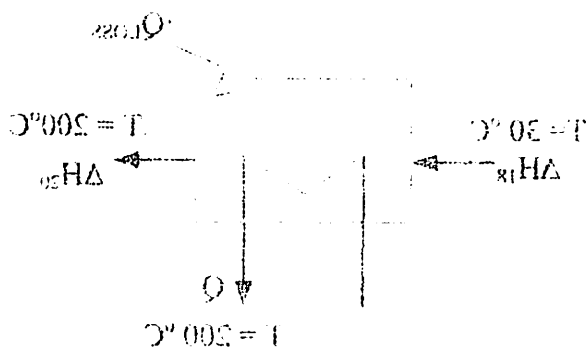
Tabel Neraca Panas pada Rotary Drier (B-138)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{17}	-3050,7003	ΔH_{19}	124008,8418
ΔH_{18}	4332503,0404	ΔH_{20}	44408387,0804
		ΔH_{21}	320050,7238
		Q_{loss}	3308280,5025
Jumlah	4331002,0431	Jumlah	4331002,0431

II. HEATER UDARA (B-142)

Operasi : Kontinyu

Fungsi : Memanaskan udara untuk Rotary Drier (B-141)



Persamaan neraca panas

$$\Delta H_{18} + Q = \Delta H_{20} + Q_{loss}$$

Diketahui :

ΔH_{18} : panas yang terkandung dalam udara masuk

Q : panas yang diberikan secara langsung

ΔH_{20} : panas yang terkandung dalam udara keluar

Q_{loss} : panas yang hilang

Kondisi operasi :

- Suhu : 200°C
- Tekanan : 1 atm

Tabel Neraca Panas pada Heater Udara (E-142)

Masuk (Kkal/jam)		Keluar (Kkal/jam)	
ΔH_{18}	1336844,8320	ΔH_{20}	47375565,6494
Q	46105563,0590	Q_{LOSS}	66842,2416
Jumlah	47442407,8910	Jumlah	47442407,8910

BAB V

SPESIFIKASI ALAT

1. Storage Maleic anhidride (F-111)

Fungsi : Menyimpan $C_4H_2O_3$
 Tipe : Bangunan gudang
 Bahan Konstruksi : Beton
 Waktu tinggal : 7 hari
 Suhu Operasi : 30 °C
 Tekanan Operasi : 1 atm
 Panjang : 61.0840 ft
 Lebar : 30.5420 ft
 Tinggi : 12 ft
 Jumlah : 1 buah

2. Belt Conveyor(J-112)

Fungsi : Mengangkut bahan $C_4H_2O_3$ ke Bucket Elevator (C-113)
 Type : Flat belt 20° idler
 Dimensi : panjang = 54 ft = 16.4594 m
 : lebar = 3.3 ft = 1.0059 m
 Kecepatan : 100 ft/menit = 30.4804 m/menit
 Power motor : 2 HP
 Bahan : Reinforced rubber
 Jumlah : 1 buah

3. Bucket Elevator(J-113)

Fungsi : Mengangkut $C_4H_2O_3$ menuju bin $C_4H_2O_3$
 Type : Centrifugal-Discharge Bucket on Belt Elevator

BAB V SPESIFIKASI ALAT

1. Storage Maleic anhydride (P-111)

Fungsi	: Menyimpan $C_4H_2O_3$
Tipe	: Bangunan gudang
Bahan Konstruksi	: Beton
Waktu tinggal	: 7 hari
Suhu Operasi	: 30 °C
Tekanan Operasi	: 1 atm
panjang	: 61.0840 ft
lebar	: 30.2450 ft
tinggi	: 12 ft
Jumlah	: 1 buah

2. Belt Conveyor (I-112)

Fungsi	: Mengangkut bahan $C_4H_2O_3$ ke Bucket Elevator (C-113)
Tipe	: Flat belt 20" idler
Dimensi	: panjang = 54 ft = 16.4594 m
	: lebar = 25 ft = 7.6200 m
Kecapatan	: 100 W/minut = 304804 mm/minut
Power motor	: 2 HP
Bahan	: Reinforced rubber
Jumlah	: 1 buah

3. Bucket Elevator (J-113)

Fungsi	: Mengangkut $C_4H_2O_3$ menuju bin $C_4H_2O_3$
Tipe	: Centrifugal-Discharge Bucket on Belt Elevator

Bahan konstruksi	:	Carbon Steel SA-285 Grade B
Kapasitas	:	14 ton/jam
Bucket speed	:	225 ft/menit
Ukuran Bucket	:	(6 x 4 x 4.25) in
Bucket spacing	:	12 in
Tinggi Bucket Elevator	:	25 ft
Size of Lumps Handle	:	3 / 4 in
Head shaft	:	43 rpm
Hp required at Head Shaft	:	1 Hp
Lebar Belt	:	7 in
Diameter Shaft	:	

$$\text{Head} : 1 \frac{15}{16} \text{ in} = 4.9213 \text{ cm}$$

$$\text{Tail} : 1 \frac{11}{16} \text{ in} = 4.2863 \text{ cm}$$

Diameter dari pully :

$$\text{Head} : 20 \text{ in} = 50.8 \text{ cm}$$

$$\text{Tail} : 14 \text{ in} = 35.6 \text{ cm}$$

Efisiensi motor : 80 %

Daya motor : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

Pumping : 1 pump
 Drive motor : 1 Hp
 Efficiency motor : 80 %
 Tail : 14 ft $W = 32.0$ cm
 Head : 30 ft $W = 20.8$ cm
 Diameter shaft pump :

$$\text{Tail} : 1 \frac{10}{11} W = 4.5803 \text{ cm}$$

$$\text{Head} : 1 \frac{10}{12} W = 4.0513 \text{ cm}$$

Diameter shaft :
 Motor shaft : 1 W
 Hp required at Head shaft : 1 Hp
 Head shaft : 13 ft
 Size of Pump Handle : 2 x 4 ft
 Trough Bucket Elevator : 32 ft
 Bucket spacing : 15 ft
 Human Bucket : $(0.75 \times 4 \times 4.32) \text{ ft}$
 Bucket spacing : 332 ft/min
 Kerosene : 14 ton/day
 Baran konsumen : Carbon Steel 2A-382 Grade B

4. Bin $C_4H_2O_3$ (F-114)

Fungsi	: Menampung $C_4H_2O_3$ sebelum masuk ke Reaktor Hidrolisis
Type	: Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60 °C
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
Volume bin (V_{total})	: 133.261 ft ³
Tebal bin (ts)	: 1 /16 in
Diameter dalam bin (di)	: 59.8750 in
Diameter luar bin (do)	: 60 in
Tinggi silinder (Ls)	: 5.3721 ft
Tebal tutup bawah (thb)	: 1 /16 in
Tinggi tutup bawah (hb)	: 4.32111 ft
Tinggi bin	: 9.6932 ft
Jumlah	: 1 buah

5. Storage H_2O_2 (F-117)

Fungsi	: Menampung bahan baku H_2O_2 sebelum diumpankan ke dalam Reaktor Epoksidasi
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dish dan tutup bawah berbentuk datar
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
Volume tangki (V_T)	: 7870.409 ft ³
Tebal tangki (ts)	: 4 /16"
Diameter dalam tangki (di)	: 227.5382 in

4. Bin $C_3H_7O_2$ (4-114)

Fungsi	: Menampung $C_3H_7O_2$ sebelum masuk ke Reaktor Hidrolisis
Type	: Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk cone dengan sudut 60 °C
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 240 Grade A type 316
Volume bin (V _{total})	: 133,261 ft ³
Tebal bin (ts)	: 1.116 in
Diameter dalam bin (di)	: 20.8726 in
Diameter luar bin (do)	: 60 in
Tinggi silinder (ts)	: 23.731 ft
Tebal tutup bawah (tb)	: 1.116 in
Tinggi tutup bawah (hb)	: 4.3211 ft
Tinggi bin	: 28.052 ft
Jumlah	: 1 buah

5. Storage H_2O_2 (4-115)

Fungsi	: Menampung bahan baku H_2O_2 sebelum dimasukkan ke dalam Reaktor Epoksidasi
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dished dan tutup bawah berbentuk datar
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 240 Grade A type 316
Volume tangki (V _t)	: 3270.409 ft ³
Tebal tangki (ts)	: 1.116"
Diameter dalam tangki (di)	: 33.7382 in

Diameter luar tangki (do) : 228 in
 Tinggi silinder (Ls) : 341.30737 in
 Tebal tutup atas (tha) : 5 /16"
 Tinggi tutup atas (ha) : 38.4540 in
 Tinggi tangki : 379.7613 in
 Jumlah : 1 buah

6. Pompa I (L-118)

Fungsi : Mengalirkan H_2O_2 dari storage H_2O_2
 ke Reaktor Epoksidasi
 Tipe : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : Commercial Steel
 Ukuran pipa : 1 in Sch 40
 ID : 1.049 in
 OD : 1.315 in
 A : 0.006 ft²
 Kecepatan aliran (V) : 1.735 ft/det
 Panjang ekivalen (Le) : 123.01588 ft
 Daya Motor : 0.05 Hp
 Jumlah : 1 buah

7. Heater I (E-115)

Fungsi : Memanaskan H_2O sebelum masuk ke Reaktor
 Hidrolisis
 Tipe : Shell and Tube
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA -240 grade M type 316
 Diameter shell : 8 in

Diameter tube : 1 in

Jumlah : 1 buah

8. Reaktor Hidrolisis (R-110)

Fungsi : Mereaksikan $C_4H_2O_3$ dengan H_2O

Type : Reaktor mized flow dengan tutup atas dan bawah
berbentuk standart dishd

Perlengkapan : Pengaduk dan coil pendingin

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M type 316

Volume tangki (V_T) : 328.315 ft³

Tebal tangki (t_s) : 1 /16" in

Diameter dalam tangki (d_i) : 89.8551 in

Diameter luar tangki (d_o) : 90 in

Tinggi silinder (L_s) : 108.48317 in

Tebal tutup atas (t_{ha}) : 1 /16" in

Tinggi tutup atas (h_a) : 17.3436 in

Tinggi tangki : 143.1704 in

Diameter impeller : 3.744 ft = 44.928 in

Lebar impeller : 0.7488 ft = 8.9855 in

Panjang impeller : 0.9360 ft = 11.232 in

Daya motor : 49 Hp

Jumlah : 1 buah

9. Pompa II (L-116)

Fungsi	: Mengalirkan $C_4H_4O_4$ dari Reaktor Hidrolisis ke Reaktor Epoksidasi
Tipe	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: Commercial Steel
Ukuran pipa	: 2 in Scl 40
ID	: 2.067 in
OD	: 2.375 in
A	: 0.02331 ft ²
Kecepatan aliran (V)	: 3.91 ft/det
Panjang ekivalen (Le)	: 125.94263 ft
Daya Motor	: 1 Hp
Jumlah	: 1 buah

10. Bin H_2SO_4 (F-122)

Fungsi	: Menampung H_2SO_4 sebelum masuk ke Reaktor Epoksidasi (R-120)
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standart dishead
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
Volume bin (Vtotal)	: 1.249 ft ³
Tebal bin (ts)	: 1 /16 in
Diameter dalam bin (di)	: 11.8750 in
Diameter luar bin (do)	: 12 in
Tinggi silinder (Ls)	: 1.4113 ft
Tebal tutup atas (tha)	: 1 /16 in

Tinggi tutup atas (ha) : 3.580 in
 Tinggi bin : 2.0080 ft
 Jumlah : 1 buah

11. Bin NaOH (F-119)

Fungsi : Menampung NaOH sebelum masuk ke Reaktor Epoksidasi (R-120)
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standart dishead
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
 Volume bin (Vtotal) : 13.102 ft³
 Tebal bin (ts) : 1 /16 in
 Diameter dalam bin (di) : 25.8750 in
 Diameter luar bin (do) : 26 in
 Tinggi silinder (Ls) : 3.1246 ft
 Tebal tutup atas (tha) : 1 /16 in
 Tinggi tutup atas (ha) : 6.260 in
 Tinggi bin : 4.1680 ft
 Jumlah : 1 buah

12. Bin Na₂WO₄ (F-121)

Fungsi : Menampung Na₂WO₄ sebelum masuk ke Reaktor Epoksidasi (R-120)
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standart dishead
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
 Volume bin (Vtotal) : 70.838 ft³

11. Bin NaOH (R-119)	
Jumlah	: 1 buah
Tinggi bin	: 2.0080 ft
Tinggi tutup atas (in)	: 2.280 in
Fungsi	
: Menampung NaOH sebelum masuk ke Reaktor Epoksidasi (R-120)	
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standar distilasi
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 340 Grade M type 316
Volume bin (Volume)	: 13.102 ft ³
Total bin (ts)	: 1.116 in
Diameter dalam bin (di)	: 33.8750 in
Diameter luar bin (do)	: 36 in
Tinggi silinder (ts)	: 2.1246 ft
Tebal tutup atas (tin)	: 1.116 in
Tinggi tutup atas (tin)	: 6.260 in
Tinggi bin	: 4.1080 ft
Jumlah	: 1 buah
12. Bin Na_2WO_4 (R-121)	
Fungsi	: Menampung Na_2WO_4 sebelum masuk ke Reaktor Epoksidasi (R-120)
Type	: Silinder tegak dengan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standar distilasi
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA 340 Grade M type 316
Volume bin (Volume)	: 70.838 ft ³

Tebal bin (ts)	:	1 /16 in
Diameter dalam bin (di)	:	47.8750 in
Diameter luar bin (do)	:	48 in
Tinggi silinder (Ls)	:	4.8086 ft
Tebal tutup atas (tha)	:	1 /16 in
Tinggi tutup atas (ha)	:	9.751 in
Tinggi bin	:	6.4338 ft
Jumlah	:	1 buah

13. Reaktor Epoksidasi(R-120)

(Pada Bab VI Perancangan Alat Utama Fandy Nyoradi)

14. Pompa III(L-123)

Fungsi	:	Mengalirkan $C_4H_4O_5$ ke tangki adsorpsi
Tipe	:	Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	:	Commercial Steel
Ukuran pipa	:	2 in Sch 40
ID	:	2.067 in
OD	:	2.375 in
A	:	0.02331 ft ²
Kecepatan aliran (V)	:	5.72713 ft/det
Panjang ekivalen (Le)	:	125.94263 ft
Daya Motor	:	1 Hp
Jumlah	:	1 buah

15. Kolom Absorber (D-124)

Fungsi	:	Memisahkan $C_4H_4O_5$ dengan katalis Na_2WO_4
Tipe	:	packed coloumn
Bahan konstruksi	:	High alloy steel SA Grade M type 316
do	:	120 in = 10 ft
di	:	119.85 in = 9.99 ft
Ls	:	39.8378 ft 478.05 in
D_1	:	0.99874 ft 11.985 in
L_1	:	1.99748 ft 23.97 in
tha	:	1 /16 in
ha	:	23.2245 in
ts	:	1 /16" in
H	:	215.665 in 17.972 ft
Jumlah	:	3 buah

16. Pompa IV(L-125)

Fungsi	:	Mengalirkan $C_4H_4O_5$ ke tangki Mixer (M-126)
Tipe	:	Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	:	Commercial Steel
Ukuran pipa	:	1.61 in Sch 40
ID	:	2.067 in
OD	:	2.375 in
A	:	0.02331 ft ²
Kecepatan aliran (V)	:	5.66423 ft/det
Panjang ekivalen (L_e)	:	125.94263 ft
Daya Motor	:	1 Hp

Jumlah : 1 buah

17. Mixer (M-126)

Fungsi : Mengencerkan $C_4H_4O_5$ sebelum masuk ke Reaktor Multitube

Type : Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dished

Perlengkapan : Pengaduk

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M type 316

Volume tangki (V_T) : 667.291 ft³

Tebal tangki (ts) : 1 /16" in

Diameter dalam tangki (di) : 101.8468 in

Diameter luar tangki (do) : 102 in

Tinggi silinder (L_s) : 129.07287 in

Tebal tutup atas (tha) : 1 /16" in

Tinggi tutup atas (ha) : 20.1730 in

Tinggi tangki : 169.4189 in

Diameter impeller : 4.2436 ft = 50.923 in

Lebar impeller : 0.8487 ft = 10.185 in

Panjang impeller : 1.0609 ft = 12.731 in

Daya motor : 88 Hp

Jumlah : 1 buah

18. Pompa V(L-127)

Fungsi : Mengalirkan $C_4H_4O_5$ ke Reaktor Multitube (R-130)

Tipe : Pompa sentrifugal

Bahan konstruksi : Commercial Steel
 Ukuran pipa : 1 in Sch 40
 ID : 1.049 in
 OD : 1.315 in
 A : 0.006 ft²
 Kecepatan aliran (V) : 24.7145 ft/det
 Panjang ekivalen (Le) : 123.01588 ft
 Daya Motor : 0.29435 Hp
 Jumlah : 1 buah

19. Heater II (E-128)

Fungsi : Memanaskan C₄H₄O₅ sebelum masuk ke Reaktor
 Multitube
 Tipe : Shell and Tube
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA -240 grade M type 316
 Diameter shell : 8 in
 Diameter tube : 0 in
 Jumlah : 1 buah

20. Reaktor Multitube (R-130)

(Pada Bab VI Perancangan Alat Utama Yasinta T. M. N. Niron)

21. Pompa VI(L-129)

Fungsi : Mengalirkan C₄H₆O₆ ke Evaporator
 Tipe : Pompa sentrifugal
 Bahan konstruksi : Commercial Steel
 Ukuran pipa : 2 in Sch 40

ID : 2.067 in
 OD : 2.375 in
 A : 0.02331 ft²
 Kecepatan aliran (V) : 6.36273 ft/det
 Panjang ekivalen (Le) : 125.94263 ft
 Daya Motor : 0.01327 Hp
 Jumlah : 1 buah

22. Single Effect Evaporator (V-131)

Fungsi : Memekatkan C₄H₆O₆ dari konsentrasi 38 %
 menjadi 80 %
 Type : Long tube vertical (calandria) dengan tutup atas
 dan tutup bawah berbentuk standard dished
 Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 grade M type 316
 Kapasitas : 420.51675 ft³
 Jumlah : 1 buah
 Tebal tutup atas : 1 /16 in
 Tebal tutup bawah : 1 /16 in
 Tebal silinder : 1 /16 in
 Tinggi evaporator : 154.4001 in
 Tinggi tutup atas : 15.1833 in
 Tinggi tutup bawah : 15.1833 in

24. Pompa VII(L-133)

Fungsi	: Mengalirkan $C_4H_6O_6$ ke Crystallizer
Tipe	: Pompa sentrifugal
Bahan konstruksi	: Commercial Steel
Ukuran pipa	: 1 in Sch 40
ID	: 1.049 in
OD	: 1.315 in
A	: 0.006 ft ²
Kecepatan aliran (V)	: 8.92566 ft/det
Panjang ekivalen (L_e)	: 123.01588 ft
Daya Motor	: 0.01536 Hp
Jumlah	: 1 buah

25. Crystallizer (X-134)

Fungsi	: membentuk kristal $C_4H_6O_6 \cdot H_2O$
Type	: Swenson and Walker
Diameter	: 24 in = 2 ft
Panjang	: 30 ft
Tebal dinding	: 1 /2 in
Jenis pengaduk	: Spiral agitator
Bahan konstruksi	: Carbon Steel
Jumlah	: 8 buah

26. Centrifuge (H-135)

Fungsi	: Memisahkan antara kristal dan mother liquor
Type	: Reciprocating pusher, single stage with cylinder screen
Diameter	: 40 in = 1 m

Diameter : 40 in = 1 m
 Type : Kerosene-fueled pump sprayer with cylinder motor
 Fueling : Motorized pump sprayer with fuel tank

30. Compressor (11-132)

Pumping : 2 pump
 Pumping capacity : 1000 gpm
 Pumping speed : 2000 rpm
 Motor : 1/2 HP
 Fueling : 20 in
 Diameter : 54 in = 1.4 m
 Type : Gasoline and Motor
 Fueling : Motorized pump sprayer with fuel tank

32. Compressor (11-134)

Pumping : 1 pump
 Pumping capacity : 0.01234 HP
 Pumping speed (1/2) : 153.01234 rpm
 Kerosene-fueled pump sprayer (1/2) : 8.85234 HP
 A : 0.009 HP
 OD : 1.312 in
 ID : 1.040 in
 Pumping speed : 1 in 200 ft
 Pumping capacity : Commercial sprayer
 Type : Commercial sprayer
 Fueling : Motorized pump sprayer with fuel tank

34. Pumping (11-133)

Kecepatan putar : 1200 rpm
 Power : 21 Hp
 Bahan konstruksi : Carbon steel SA
 Jumlah : 1

27. Bin Penampung (F-137)

Fungsi : Menampung mother liquor dari centrifuge
 Type : Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk
 conis dengan sudut 60 °C
 Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
 Volume bin (Vtotal) : 190.766 ft³
 Tebal bin (ts) : 1 /16 in
 Diameter dalam bin (di) : 65.855 in
 Diameter luar bin (do) : 66 in
 Tinggi silinder (Ls) : 6.4774 ft
 Tebal tutup bawah (thb) : 1 /16 in
 Tinggi tutup bawah (hb) : 4.75266 ft
 Tinggi bin : 11.2300 ft
 Jumlah : 1 buah

28. Screw Conveyor (J-137)

Fungsi : mengangkut kristal $C_4H_6O_6$ dari Centrifuge
 ke Rotary Dryer
 Type : Horizontal Screw Conveyor
 Bahan konstruksi : Carbon Steel
 Panjang conveyor : 70 ft
 Kapasitas bahan : 10 ton

Power conveyor : 7 Hp

Jumlah : 1 buah

29. Rotary Dryer (B-138)

Fungsi : Untuk mengeringkan produk kristal $C_4H_6O_6$ dari kandungan air yang terdapat dalam kristal $C_4H_6O_6$.

Type : Single shell direct heat rotary dryer

Bahan konstruksi Carbon Steel SA-53 Grade A

Type pengelasan : Double welded butt joint, E= 0,8

Faktor korosi (C): 1/ 16 in

Diameter dalam : 7.06271 ft

Diameter luar : 7.10437 ft

Panjang : 46.7471 ft

Tebal : 1/4 in

Kecepatan putar : 3.60736 rpm

Daya putar : 36.3706 Hp

Jumlah : 1 buah

33. Screw Conveyor (J-143)

Fungsi	: mengangkut kristal $C_4H_6O_6$ dari Rotay Dryer ke Bucket elevator
Type	: Horizontal Screw Conveyor
Bahan konstruksi	: Carbon Steel
Panjang conveyor	: 70 ft
Kapasitas bahan	: 10 ton
Power conveyor	: 7 Hp
Jumlah	: 1 buah

34. Bucket Elevator(J-144)

Fungsi	: Mengangkut kristal $C_4H_6O_6$ menuju bin produk untuk selanjutnya dikemas.
Type	: Centrifugal-Discharge Bucket on Belt Elevator
Bahan konstruksi	: Carbon Steel SA-285 Grade B
Kapasitas	: 14 ton/jam
Bucket speed	: 225 ft/menit
Ukuran Bucket	: (6 x 4 x 4.25) in
Bucket spacing	: 12 in
Tinggi Bucket Elevator	: 25 ft
Size of Lumps Handle	: 3 /4 in
Head shaft	: 43 rpm
Hp required at Head Shaft	: 1 Hp
Lebar Belt	: 7 in

Դերմ. Բոթ : 2 10
 Hb ավարդելու Դերմ. շիֆ : 1 Hb
 Head shaft : 42 100
 Size of Lumps Handle : 3 1/4 10
 Դրոշմի Bucket Elevation : 32 10
 Bucket spacing : 12 10
 Բարակ Bucket : (2 x 1 x 1/2) 10
 Bucket speed : 352 100000
 Կառուցվածք : 14 100000
 Բարակ կոնստրուկցի : Կարծր շիֆ 27-582 Կարծր Ը
 Դիմ : Համախմբված-Դիսկոնալիս Bucket on Belt Elevation
 բրոնզե ստոր շրջանից ապակե
 Բանի : Կառուցվածքի բանի C¹H¹⁶O⁸ աստիճան

34. Bucket Elevation (1-14)

Դրոշմ : 1 1000
 Բալետ Կոնստրուկցի : 2 Hb
 Կառուցվածք բարակ : 10 100
 Բանի կոնստրուկցի : 10 10
 Բարակ կոնստրուկցի : Կարծր շիֆ
 Դիմ : Կոնստրուկցի Կարծր Կոնստրուկցի
 Կոնստրուկցի : Կոնստրուկցի Կարծր Կոնստրուկցի

35. Կարծր Կոնստրուկցի (1-14)

Diameter Shaft :

Head : $1 \frac{15}{16} \text{ in} = 4.9213 \text{ cm}$

Tail : $1 \frac{11}{16} \text{ in} = 4.2863 \text{ cm}$

Diameter dari pully :

Head : 20 in = 50.8 cm

Tail : 14 in = 35.6 cm

Efisiensi motor : 80 %

Daya motor : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

35. Bin Produk (F-145)

Fungsi : Menampung $C_4H_6O_6$ sebelum masuk ke Mesin Pengemas

Type : Tangki silinder dengan bagian bawah berbentuk conis dengan sudut 60 °C

Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 240 Grade M type 316

Volume bin (V_{total}) : 934.141 ft³

Tebal bin (ts) : 2 /16 in

Diameter dalam bin (di) : 107.750 in

Diameter luar bin (do) : 108 in

Tinggi silinder (Ls) : 12.1538 ft

Tebal tutup bawah (thb) : 2 /16 in

Tinggi tutup bawah (hb) : 7.77619 ft

Tinggi bin : 19.9300 ft

Jumlah : 1 buah

36. Mesin Pengemas (P-146)

Fungsi : Mengemas produk ($C_4H_6O_6$) dari bin produk ke dalam plastik bag.

Bahan konstruksi : Carbon Steel

Kapasitas mesin : 12626.263 kg/jam = 27835.859 lb/jam

37. Gudang Produk (F-147)

Fungsi : Menyimpan produk $C_4H_6O_6$ selama 30 hari

Tipe : Bangunan Gudang

Bahan Konstruksi : Beton

Waktu tinggal : 30 hari

Suhu Operasi : 30 °C

Tekanan Operasi : 1 atm

Panjang : 136.6841 ft

Lebar : 68.3420 ft

Tinggi : 12 ft

Jumlah : 1 buah

BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama : Reaktor

Kode : R-120

Fungsi : Mereaksikan maleic acid dengan hidrogen peroksida menjadi asam epoksisuccinic dengan bantuan katalis sodium tungstat

Type : Tangki berbentuk silinder tegak
Tutup atas berbentuk standart dish dan tutup bawah conical dengan $\alpha = 120^\circ$

Jumlah : 6 buah

Perlengkapan : Pengaduk dan Coil pemanas

Direncanakan :

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

Allowble Stress (f) : 18750 psia

Tipe pengelasan : *Double welded butt joint,* E = 0,8

Faktor korosi : 1/16 in

Waktu tinggal 5 jam

Waktu operasi : 5 jam

Suhu operasi : 70 °C = 343,15 K

Tekanan operasi : 1 atm = 14,7 psia

Densitas campuran : 1290,6518 kg/m³ = 80,5726 lb/ft³

Massa bahan : 17152,9171 kg/jam = 37817,0363 lb/j

A. Menghitung Volume Tangki (V_T)

$$\begin{aligned}
 \text{Rate Volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Massa bahan}}{\rho \text{ bahan}} = \frac{37817,036}{80,5726} \\
 &= 469,35363 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 \text{Volume liquid} &= Q \times \text{waktu operasi} = 2346,768132 \text{ ft}^3 \\
 \text{Asumsi} &= V_{rk} = 25\% V_{total} \\
 V_{total} &= V_{liquid} + V_{rk} \\
 V_{total} &= 2346,7681 \text{ ft}^3 + 0,25 V_{total} \\
 0,75 V_{total} &= 2346,7681 \text{ ft}^3 \\
 V_{total} &= 3129,0242 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

B. Menghitung Diameter Tangki (d_i)

$$\begin{aligned}
 \text{Asumsi} &: (L_s = 1,5 d_i) \\
 V_{total} &= V_{silinder} + V_{tutup bawah} + V_{atas} \\
 3129,024 \text{ ft}^3 &= \pi/4 d_i^2 L_s + \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \tan \frac{1}{2} \alpha} + 0,0847 d_i^3 \\
 3129,024 \text{ ft}^3 &= 1,1775 d_i^3 + 0,0755 d_i^3 + 0,0847 d_i^3 \\
 d_i^3 &= 2339,0472 \text{ ft}^3 \\
 d_i &= 13,2743 \text{ ft} = 159,2921 \text{ in}
 \end{aligned}$$

C. Menghitung Tinggi Liquid dalam Tangki (L_{ls})

$$\begin{aligned}
 V_{total} &= V_{silinder} + V_{tutup bawah} \\
 3129,024 \text{ ft}^3 &= \pi/4 d_i^2 L_s + \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \tan \frac{1}{2} \alpha} \\
 3129,024 \text{ ft}^3 &= 207,485 L_{ls} + 176,6788 \\
 L_{ls} &= 14,2292 \text{ ft} = 170,7503 \text{ in}
 \end{aligned}$$

D. Menghitung Tekanan Design (P_i)

$$P_{design} = P_{operasi} + P_{hidrostatis}$$

A. Menghitung Volume Tangki (V_T)

$$\begin{aligned} \text{Rasio Volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Massa bahan}}{\rho \text{ bahan}} = \frac{37817.030}{80.2750} \\ \text{Volume liquid} &= Q \times \text{faktor operasi} \\ \text{Asumsi} &= V_{rk} = 0.55 \text{ Vtotal} \\ \text{Vtotal} &= V_{liquid} + V_{rk} \\ \text{Vtotal} &= 2340.7081 \text{ ft}^3 + 0.55 \text{ Vtotal} \\ 0.45 \text{ Vtotal} &= 2340.7081 \text{ ft}^3 \\ \text{Vtotal} &= 3120.0242 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

B. Menghitung Diameter Tangki (di)

$$\begin{aligned} \text{Asumsi} &: L_s = 1.2 \text{ di} \\ V_{total} &= V_{silinder} + V_{tutup bawah} + V_{tutup atas} \\ 3120.024 \text{ ft}^3 &= \pi \cdot di^2 \cdot L_s \cdot \frac{1}{4} + \frac{\pi \cdot di^3 \cdot \pi}{24 \cdot \frac{1}{4}} + 0.0847 \text{ ft}^3 \\ 3120.024 \text{ ft}^3 &= 1.1772 \text{ di}^3 + 0.0722 \text{ di}^3 + 0.0847 \text{ ft}^3 \\ di^3 &= 2330.0472 \text{ ft}^3 \\ di &= 13.2743 \text{ ft} = 120.2021 \text{ in} \end{aligned}$$

C. Menghitung Tinggi Liquid dalam Tangki (L_L)

$$\begin{aligned} V_{total} &= V_{silinder} + V_{tutup bawah} \\ 3120.024 \text{ ft}^3 &= \pi \cdot di^2 \cdot L_s \cdot \frac{1}{4} + \frac{\pi \cdot di^3 \cdot \pi}{24 \cdot \frac{1}{4}} \\ 3120.024 \text{ ft}^3 &= 207.482 \text{ ft}^3 + 170.0788 \text{ ft}^3 \\ L_s &= 14.5202 \text{ ft} = 170.2502 \text{ in} \end{aligned}$$

D. Menghitung Tekanan Design (P_D)

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

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hidrostatis}} &= \frac{\rho \cdot g \cdot L_{\text{ls}}}{144 \cdot gc} \\
 &= \frac{80,5726 \times 32,2 \times 14,22919}{144 \times 32,2} \\
 &= 7,961687 \text{ psi} \\
 P_i &= P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}} \\
 &= 14,7 + 7,961686567 \\
 &= 22,6617 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

E. Menghitung Tebal Tangki (t_s)

$$\begin{aligned}
 t_s &= \frac{p_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6 \cdot p_i)} + C \\
 &= \frac{22,6617 \times 159,2921}{2 \times (18750 \times 0,8 - 0,6 \times 22,662)} + \frac{1}{16} \\
 &= 0,182937 \text{ in} = \frac{2,92699}{16} \approx \frac{4}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi d_o

$$\begin{aligned}
 d_o &= d_i + 2 t_s \\
 &= 159,2921 + 2 \times 4/16 \\
 &= 159,7921 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 5.7 Brownell & Young, hal : 91 diperoleh :

$$d_o \text{ baru} = 168 \text{ in}$$

$$i_{cr} = 10 \frac{1}{8} \text{ in} ; \quad r = 144 \text{ in} ; \quad sf = 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

Menentukan harga d_i baru

$$\begin{aligned}
 d_i \text{ baru} &= d_o - 2 t_s \\
 &= 168 - 2 \times 4/16
 \end{aligned}$$

$$= 167,5000 \text{ in} = 13,9583333 \text{ ft}$$

Cek hubungan Ls dengan di

$$V_{\text{total}} = V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup bawah}}$$

$$V_{\text{total}} = \pi/4 d_i^2 L_s + \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \tan \frac{1}{2} \alpha}$$

$$3129,024 \text{ ft} = 0,7857 d_i^2 L_s + 0,0755 d_i^3$$

$$3129,024 \text{ ft} = 153,08191 L_s + 205,3277$$

$$L_s = 19,0989 \text{ ft} = 229,1868 \text{ in}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{19,0989}{13,9583} = 1,36827952 < 1.5 \text{ (memenuhi syarat)}$$

F. Menghitung Tinggi Silinder (Ls)

$$\begin{aligned} L_s &= 1,5 d_i \\ &= 1,5 \times 167,5000 \\ &= 251,2500 \text{ in} \end{aligned}$$

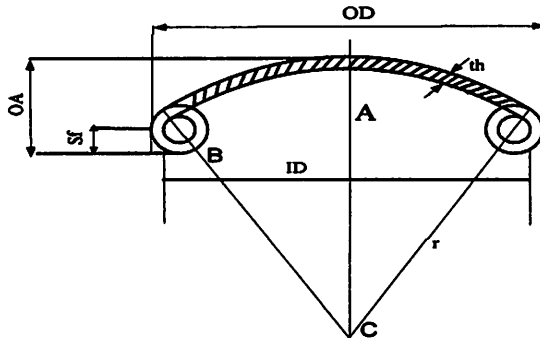
G. Menghitung Tebal Tutup Atas (t_{ha})

Tutup atas berbentuk standart dished maka : di = r

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times \pi \times r}{(f \cdot E - 0,6 \cdot \pi)} + C$$

$$t_{ha} = \frac{0,885 \times 22,6617 \times 167,5000}{(18750 \times 0,8 - 0,6 \times 22,6617)} + \frac{1}{1}$$

$$t_{ha} = 0,28666 \text{ in} = \frac{4,5865}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

H. Menghitung Tinggi Tutup Atas (h_a)

$$a = \frac{di}{2} = \frac{167,5000}{2} = 83,7500 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 83,7500 - 10 \frac{1}{8} = 73,6250 \text{ in}$$

$$BC = r - icr = 144 - 10 \frac{1}{8} = 133,8750 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} \\ &= \sqrt{(133,8750)^2 - (73,6250)^2} \\ &= 111,8118 \text{ in} \end{aligned}$$

$$b = r - AC = 144 - 111,8118 = 32,1882 \text{ in}$$

dari perhitungan diatas, maka :

$$\begin{aligned} h_a &= th_a + b + sf \\ &= \frac{6}{16} + 32,1882 + 1 \frac{1}{2} \\ &= 34,0632 \text{ in} \end{aligned}$$

I. Menghitung Tebal Tutup Bawah (t_{hb})

Tutup bawah berbentuk conical maka : $di = de$

$$t_{hb} = \frac{\pi \cdot de}{2 (f \cdot E - 0,6 \cdot \pi) \cos 60} + C$$

$$t_{hb} = \frac{22,6617 \times 167,5000}{2 \times (18750 \times 0,8 - 0,6 \times 22,6617)} + \frac{1}{16}$$

$$t_{hb} = 0,3158 \text{ in} = \frac{5,0526}{16} \approx \frac{6}{16} \text{ in}$$

J. Menghitung Tinggi Tutup Bawah (h_b)

$$b = \frac{\frac{1}{2} di}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} = \frac{1/2 \times 203.5000}{\operatorname{tg} 60^\circ} = 48,3517 \text{ in}$$

$$h_b = b + sf = 48,3517 + 1 \frac{1}{2} = 49,8517 \text{ in}$$

K. Menghitung Tinggi Tangki (H)

$$H = h_a + h_b + L_s$$

dimana, H = tinggi tangki (in)

h_a = tinggi tutup atas (in)

h_b = tinggi tutup bawah (in)

L_s = tinggi silinder (in)

Dari perhitungan di atas didapatkan tinggi tangki sebesar :

$$\begin{aligned} H &= 34,0632 + 49,8517 + 251,2500 \\ &= 335,1649 \text{ in} \end{aligned}$$

RANCANGAN PENGADUK**A. Dasar perancangan**

Jenis pengaduk : *Flate six blades turbine with disk*

Berdasarkan tabel 3.4-1 Geankoplis, hal : 144, didapatkan :

$$D_a = 1/2 \quad D_t$$

$$C/D_t = 1/3$$

$$W/D_a = 1/5$$

$$J/D_t = 1/12$$

$$L/D_a = 1/4$$

Keterangan :

J. Menghitung Tinggi Tangki Bawah (h_b)

$$h_b = \frac{\frac{1}{2} d_i}{\lg \frac{1}{2} a} = \frac{\frac{1}{2} d_i}{\lg \frac{1}{2} a} = \frac{175 \times 202,5000}{\lg 0,5} = 48,3217 \text{ m}$$
$$h_b = p + s_1 = 48,3217 + 1,15 = 49,4717 \text{ m}$$

K. Menghitung Tinggi Tangki (H)

$$H = h_a + h_b + L_s$$

dimana:

$$H = \text{tinggi tangki (m)}$$
$$h_a = \text{tinggi tutup atas (m)}$$
$$h_b = \text{tinggi tutup bawah (m)}$$
$$L_s = \text{tinggi silinder (m)}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan tinggi tangki sebesar :

$$H = 34,0632 + 49,4717 + 221,2500 = 304,7849 \text{ m}$$

RANCANGAN PENGADUK

A. Dasar perancangan

Jenis pengaduk : *Waste six blades turbine with disk*
Berasaskan tabel 3-4-1 Geankoplis hal : 144 didapatkan :

Da	=	1/3	D
C/D	=	1/3	
W/Da	=	1/5	
T/D	=	1/12	
L/Da	=	1/4	

Keterangan :

- Da = diameter pengaduk
 Dt = diameter dalam tangki
 C = jarak pengaduk ke dasar tangki
 W = lebar impeller
 J = lebar baffle
 L = panjang impeller

- Menentukan diameter pengaduk

$$Da = 1/2 \times Dt = 6,9792 \text{ ft}$$

- Menentukan jarak pengaduk ke dasar tangki

$$C = 1/3 \times Dt = 4,65278 \text{ ft}$$

- Menentukan lebar impeller

$$W = 1/5 \times Da = 1,39583 \text{ ft}$$

- Menentukan lebar baffle

$$J = 1/12 \times Dt = 1,16319 \text{ ft}$$

- Menentukan panjang impeller

$$L = 1/4 \times Da = 1,74479 \text{ ft}$$

B. Menentukan Jenis pengaduk

Dari perbandingan Da/W, Geankoplis hal : 144, didapatkan Da/W = 5 maka jenis pengaduk yang digunakan adalah jenis *Flat Six Blade Turbine with 4 Baffles*.

C. Menghitung Jumlah Pengaduk

$$\begin{aligned}
 N_p &= \frac{\text{tinggi liquid dalam silinder}}{2 \times Da^2} \\
 &= 0,0122 \approx 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

D. Menghitung Daya Pengaduk

$$N_p = \frac{P \times gc}{\rho \times N^3 \times Da^5}$$

(Mc. Cabe, hal : 244)

dimana :

P = daya pengaduk

Np = power number

ρ = densitas bahan = 80,5726 lb/ft³

N = putaran pengaduk, direncanakan = 100 rpm = 1,6667

Da = diameter pengaduk = 6,9792 ft

- Menghitung bilangan Reynold

$$N_{Re} = \frac{Da^2 \times N \times \rho}{\mu} \quad (Mc. Cabe, hal : 241)$$

μ = 3,28 Cp = 0,0022 lb/ft s

$$N_{Re} = \frac{48,7088 \times 1,667 \times 80,5726}{0,00220}$$

$$= 2967696,4274 \quad (> 4000, \text{ maka aliran liquid adalah turbulen})$$

Berdasarkan persamaan 9.23 dan 9.24 Mc. Cabe, hal : 245, maka :

$$Np = K_T = 6,3$$

maka daya pengaduk :

$$P = \frac{80,5726 \times 4,630 \times 16558,3801}{202,860}$$

$$= 30447,7349 \quad \text{lb ft/s}$$

$$P = 55,3595 \quad \text{Hp}$$

Kehilangan-kehilangan daya :

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

$$\begin{aligned}\text{sehingga daya yang dibutuhkan} &= (0.1 + 0.15) P + P \\ &= 69,199 \text{ Hp} \approx 69,199 \text{ Hp}\end{aligned}$$

E. Menghitung poros pengaduk

a. Diameter poros

$$T = \frac{\pi \cdot S \cdot D^3}{16}$$

(Hesse, Pers. 16.1, hal : 465)

dimana :

$$T = \text{momen puntar (lb.in)} = \frac{63025}{N} \times H$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 69 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 100 \text{ rpm}$$

$$S = \text{maksimum design shering stress yang diujikan}$$

$$D = \text{diameter poros pengaduk}$$

sehingga :

$$T = \frac{63025}{100} \times 69 = 43612,9202 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal : 467 untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020,

$$\text{mengandung karbon} = 20\% \text{ dengan batas} = 36000 \text{ lb/i}$$

$$S = 20\% \times 36000 \text{ lb/in}^2 = 7200 \text{ lb/in}^2$$

maka diameter poros pengaduk (D) :

$$\begin{aligned}D &= \left[\frac{16 \times T}{\pi \times S} \right]^{\frac{1}{3}} \\ &= \frac{16}{3,14} \times \frac{43612,9202}{7200} = 3,1368 \text{ in}\end{aligned}$$

b. Panjang poros

$$L = h + l - Z_i$$

dimana :

$$\begin{aligned}
 L &= \text{panjang poros (ft)} \\
 h &= \text{tinggi silinder + tinggi tutup atas} = 285,3132 \quad \text{in} \\
 l &= \text{panjang poros diatas bejana tangki} = 20,9375 \quad \text{in} \\
 Zi &= \text{jarak impeller dari dasar tangki} = 55,8333 \quad \text{in} \\
 &\text{maka panjang poros pengaduk :} \\
 L &= 285,3132 + 20,9375 - 55,8333 \\
 &= 250,4174 \quad \text{in} \\
 &= 20,8681 \quad \text{ft}
 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN NOZZLE

A. Perancangan Nozzle

Nozzle pada tutup standart dished

- Nozzle untuk pemasukan bahan dari Reaktor Hidrolisis
- Nozzle untuk pemasukan katalis Na_2WO_4
- Nozzle untuk pemasukan H_2SO_4
- Nozzle untuk pemasukan NaOH
- Nozzle untuk pemasukan H_2O_2

Nozzle untuk silinder reaktor

- Nozzle untuk pemasukan coil pemanas
- Nozzle untuk pengeluaran coil pemanas
- Nozzle untuk *man hole*

Nozzle untuk tutup bawah

- Nozzle untuk pengeluaran produk

B. Dasar Perhitungan

- **Nozzle untuk pemasukan bahan dari Reaktor Hidrolisis**

Bahan masuk : 37817,0363 lb/jam

Densitas bahan : 76,0158 lb/ft³

Viskositas bahan : 0,0008 lb/ft.s

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{37817,0363}{76,0158} = 497,4892 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,13819 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3 \times 0,49043 \times 0,27705$$

$$= 0,4076 \text{ ft}$$

$$= 4,891386 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 6 in IPS

Sch 80 dengan ukuran :

$$\text{OD} = 6,6250 \text{ in} = 0,55208 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 6,0650 \text{ in} = 0,50542 \text{ ft}$$

$$A = 11,000 \text{ in}^2 = 0,07639 \text{ ft}^2$$

- **Nozzle untuk pemasukan katalis Na_2WO_4**

$$\text{Bahan masuk} : 1341,2265 \text{ kg/jam} = 2957,0021 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas bahan} : 260,8852 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas bahan} : 0,0028 \text{ lb/ft.s}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{2957,0021}{260,8852} = 11,3345 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,00315 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3 \times 0,12569 \times 0,34713$$

$$= 0,1309 \text{ ft}$$

$$= 1,570749 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 1 1/4 in IPS

Sch 80 dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 1,6600 \text{ in} = 0,13833 \text{ ft} \\ \text{ID} &= 1,3800 \text{ in} = 0,11500 \text{ ft} \\ A &= 2,5000 \text{ in}^2 = 0,01736 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- **Nozzle untuk pemasukan H_2SO_4**

$$\text{Bahan masuk} : 0,0144 \text{ kg/jam} = 0,0317 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas bahan} : 113,9617 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas bahan} : 0,0012 \text{ lb/ft.s}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{0,0317}{113,9617} = 0,0003 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,00000 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$\begin{aligned} D_{i \text{ opt}} &= 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18} \\ &= 3 \times 0,00275 \times 0,29921 \\ &= 0,0025 \text{ ft} \\ &= 0,029661 \text{ in} \end{aligned}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 1/2 in IPS

Sch 80 dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 0,8400 \text{ in} = 0,07000 \text{ ft} \\ \text{ID} &= 0,5460 \text{ in} = 0,04550 \text{ ft} \\ A &= 0,2350 \text{ in}^2 = 0,00163 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- **Nozzle untuk pemasukan NaOH**

$$\text{Bahan masuk} : 21,0737 \text{ kg/jam} = 46,4611 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas bahan} : 132,9709 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas bahan} : 0,0014 \text{ lb/ft.s}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{46,4611}{132,9709} = 0,3494 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,00010 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3 \times 0,03592 \times 0,30763$$

$$= 0,0332 \text{ ft}$$

$$= 0,3978 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 1/8 in IPS

Sch 80 dengan ukuran :

$$\text{OD} = 0,4050 \text{ in} = 0,03375 \text{ ft}$$

$$\text{ID} = 0,2690 \text{ in} = 0,02242 \text{ ft}$$

$$A = 0,2350 \text{ in}^2 = 0,00163 \text{ ft}^2$$

- **Nozzle untuk pemasukan H₂O₂**

$$\begin{aligned} \text{Bahan masuk} &: 1552,6358 \text{ kg/jam} = 3423,0962 \text{ lb/jam} \\ \text{Densitas bahan} &: 0,0913 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Viskositas bahan} &: 0,0010 \text{ lb/ft.s} \end{aligned}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{3423,0962}{0,0913} = 37479,7388 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 10,41104 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3 \times 2,32433 \times 0,28752$$

$$= 2,0049 \text{ ft}$$

$$= 24,05843 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 24 in IPS

Sch 80 dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 24,0000 \text{ in} = 2,00000 \text{ ft} \\ \text{ID} &= 23,2500 \text{ in} = 1,93750 \text{ ft} \\ A &= 32,0000 \text{ in}^2 = 0,22222 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- **Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas**

$$\begin{aligned} \text{Bahan masuk} &: 935,8100 \text{ kg/jam} = 2063,1803 \text{ lb/jam} \\ \text{Densitas bahan} &: 61,6831 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Viskositas bahan} &: 0,0003 \text{ lb/ft.s} \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{2063,1803}{61,6831} = 33,4481 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0,00929 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$\begin{aligned} D_i \text{ opt} &= 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18} \\ &= 3 \times 0,18557 \times 0,23823 \\ &= 0,1326 \text{ ft} \\ &= 1,591457 \text{ in} \end{aligned}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 1 1/2 in

IPS Sch 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 1,9000 \text{ in} = 0,15833 \text{ ft} \\ \text{ID} &= 1,6100 \text{ in} = 0,13417 \text{ ft} \\ A &= 2,0400 \text{ in}^2 = 0,01417 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

- **Nozzle untuk *man hole***

Lubang *man hole* dibuat berdasarkan standart yang ada yaitu 20 in

(Brownell & Young fig. 3.15 hal : 51 dengan data item 3,4,5 hal 351)

Berdasarkan fig. 12.2 Brownell & Young hal: 221, didapatkan dimensi pipa :

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

- **Nozzle untuk pengeluaran produk**

Bahan masuk	:	27221,2176	lb/jam
Densitas bahan	:	76,0158	lb/ft ³
Viskositas bahan	:	0,0008	lb/ft.s

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{27221,2176}{76,0158} = 358,099 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,09947 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$D_i \text{ opt} = 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18}$$

$$= 3 \times 0,43568 \times 0,27817$$

$$= 0,3636 \text{ ft}$$

$$= 4,363075 \text{ in}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 4 in IPS

Sch 80 dengan ukuran :

$$OD = 4,5000 \text{ in} = 0,37500 \text{ ft}$$

Berdasarkan fig. 12.3 Brownell & Young hal: 221, didapatkan dimensi pipa :

Diameter luar (A)	= 32	in
Ukuran pipa nominal (NP)	= 20	in
Ketebalan (T)	= 1.78	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	= 27.14	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	= 34	in
Diameter hubungan pada alas (E)	= 36.18	in
Panjang ke dalam shell (L)	= 0	in
Diameter dalam (B)	= 32.22	in
Jumlah lubang baut	= 20	buah
Diameter baut	= 1.18	in

- **Nexte untuk pengelasan produk**

Bahan masuk	:	32521.2176	lb/jam
Densitas bahan	:	76.0128	lb/ft ³
Viskositas bahan	:	0.0068	lb/ft.s

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{32521.2176}{76.0128} = 427.8399 \text{ ft}^3/\text{jam}$$
$$= 0.00947 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 362, didapatkan :

$$D_{opt} = 2 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.12}$$
$$= 3 \times 0.43268 \times 0.52817$$
$$= 0.7636 \text{ ft}$$
$$= 4.362072 \text{ in}$$

Standarisasi D_{opt} dari Kern Tabel 11 hal. 844, maka dipilih pipa 4 in IPS

Seh 80 dengan ukuran :

$$OD = 4.2000 \text{ in} = 0.37200 \text{ ft}$$

ID = 4,0260 in = 0,33550 ft

A = 9,000 in² = 0,06250 ft²

PENENTUAN FLANGE PADA NOZZLE

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

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	6	11	1	8 1/2	7 9/16	6,630	4	6,07
B	11/4	4 5/8	5/8	2 1/2	2 5/16	1,660	2 1/4	1,38
C	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 13/6	0,340	1 7/8	0,62
D	1/8	3 1/2	7/16	1 3/8	1 13/6	0,340	1 7/8	0,62
E	24	32	1 7/8	27 1/4	26 1/8	24,00	6	23,3
F	11/2	5	1 1/16	2 7/8	2 4/7	1,900	2 7/16	1,61
G	20	27 1/2	1 1/8	10 5/8	9 11/16	8,630	4	7,98
H	4	9	1 7/8	27 1/4	26 1/8	24,00	6	23,3

$$ID = 4.0260 \text{ in} = 0.23220 \text{ ft}$$

$$A = 0.000 \text{ in} = 0.00220 \text{ ft}$$

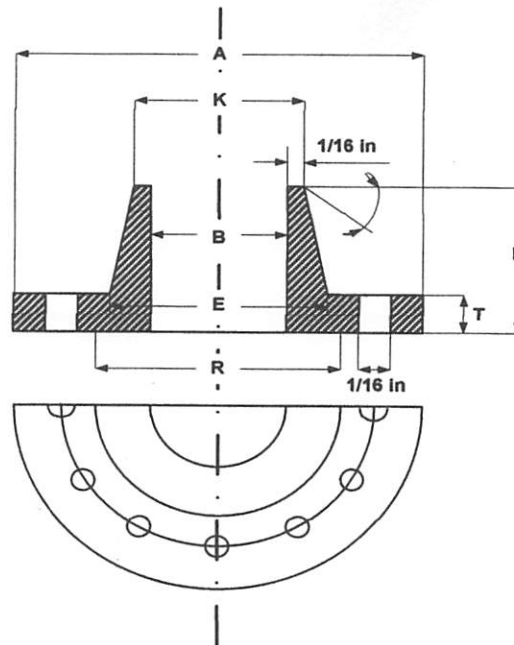
PENENTUAN FLANGE PADA NOZZLE

Dari Brownell & Young tabel 13.2 hal : 321 diperoleh dimensi flange untuk semua

nozzle dipilih flange standard type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai

berikut :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	R	E
A	6	11	1	8 1/2	7 3/16	0.030	4
B	1 1/4	4 3/8	3/8	5 1/2	5 3/16	1.000	5 1/4
C	1/2	3 1/2	3/16	1 3/8	1 13/16	0.340	1 3/8
D	1/8	3 1/2	3/16	1 3/8	1 13/16	0.340	1 3/8
E	3/4	3/2	1 3/8	5 1/4	5 1/8	24.00	6
F	1 1/2	2	1 1/16	5 3/8	5 4/7	1.000	5 3/16
G	20	24 1/2	1 1/8	10 3/8	9 11/16	8.030	4
H	4	6	1 3/8	5 1/4	5 1/8	24.00	6



Gambar 6.2.2. Dimensi Flange pada Nozzle

Keterangan :

- A = Nozzle untuk pemasukan bahan dari reaktor hidrolisis
- B = Nozzle untuk pemasukan katais Na_2WO_4
- C = Nozzle untuk pemasukan H_2SO_4
- D = Nozzle untuk pemasukan NaOH
- E = Nozzle untuk pemasukan H_2O_2
- F = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas
- G = Nozzle untuk man hole
- H = Nozzle untuk pengeluaran produk

dimana,

- NPS = ukuran pipa nozzle (in)
- A = diameter luar flange (in)
- T = ketebalan flange (in)
- R = diameter luar bagian yang menonjol (in)

- E = diameter pusat dari dasar (in)
 K = diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
 L = panjang (in)
 B = diameter dalam flange (in)

PERHITUNGAN DIMENSI COIL PEMANAS

A. Dasar perancangan

- Kebutuhan panas dalam reaktor = 494714,3526 kJ/jam
 = 468896,8899 Btu/jam
- Rate massa pemanas = 1082,9400 kg/jam
 = 2387,5578 lb/jam
- Bentuk coil = spiral
- Rd minimal = 0,0010
- Kecepatan putaran = 100 rpm
- Suhu pemanas masuk = 200 °C = 392 °F
- Suhu pemanas keluar = 180 °C = 356 °F
- Panas laten steam pada suhu 135 °C = 2159,6100 kJ/kg
- Tekanan operasi = 14,7 psia
- Diameter pengaduk (D_a) = 6,9792 ft
- Diameter tangki (D_t) = 167,5000 in
- Tinggi silinder (L_s) = 251,2500 in
- Bahan konstruksi = *High Alloy Steel, SA 240 Grade M, type 316*

B. Perhitungan

- Menentukan ΔT_{LMTD}
 - T_1 = suhu bahan masuk = 65 °C = 149 °F
 - T_2 = suhu bahan keluar = 70 °C = 158 °F
 - t_1 = pemanas masuk = 200 °C = 392 °F

$$t_2 = \text{pemanas keluar} = 180 \text{ } ^\circ\text{C} = 356 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_1 = T_1 - t_2 = 207 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_2 = T_2 - t_1 = 234 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}} = \frac{207 - 234}{\ln \frac{207}{234}} = 220,2242 \text{ } ^\circ\text{F}$$

- Menentukan suhu kaloric

$$T_c = 1/2 (T_1 + T_2) = 153,5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_c = 1/2 (t_1 + t_2) = 374 \text{ } ^\circ\text{F}$$

- Ukuran pipa yang digunakan 1 1/4 in IPS Sch 40, dengan ukuran :

(Kern, tabel 11, hal : 844)

$$D_o = 1,6600 \text{ in} = 0,1383 \text{ ft}$$

$$D_i = 1,3800 \text{ in} = 0,1150 \text{ ft}$$

$$a'' = 0,4350 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$a' = 1,5000 \text{ in}^2 = 0,0104 \text{ ft}^2$$

- Koefisien perpindahan panas bagian tangki (larutan)

$$\begin{aligned} N_{\text{Re}} &= \frac{Da^2 \times N \times \rho}{\mu \times 2,42} \\ &= \frac{48,7088 \times 100 \times 76,0158}{3,2800 \times 2,42} \\ &= 46646,7940 \end{aligned}$$

Dari gambar 20.2 hal. 718 (Kern) diperoleh $J_c = 925$

$$h_o = J_c \left(\frac{k}{di} \right) \left(\frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

$$\begin{aligned}
 h_o &= 925 \frac{0,1057}{13,9583} \times \frac{0,4801 \times 3,28}{0,1057} \times 1 \\
 &= 925 \times 0,0076 \times 2,4603 \\
 &= 17,2393 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}
 \end{aligned}$$

- *Koefisien perpindahan panas bagian coil (pemanas)*

$$\begin{aligned}
 G_t &= \frac{\text{Massa steam}}{a'} = \frac{2387,558}{0,0104} = 229205,5505 \text{ lb/h.ft}^2 \\
 N_{Re} &= \frac{D_i \times G_t}{\mu \times 2,42} = \frac{0,1150 \times 229205,5505}{0,8007 \times 2,42} \\
 &= 13603,096 > 4000
 \end{aligned}$$

Aliran liquid adalah aliran turbulen

Berdasarkan fig. 20.2, Kern hal : 718 diperoleh :

$$\begin{aligned}
 J_c &= 450 \\
 h_i &= J_c \cdot \left(\frac{k}{d_i} \right) \cdot \left(\frac{C_p \cdot \mu}{k} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}
 \end{aligned}$$

dimana,

$$- \left(\frac{\mu}{\mu \cdot W} \right)^{0,14} = 1$$

- C_p = kapaitas panas pemanas = 0,980 Btu/lb.°F
- μ = viskositas pemanas = 0,8007 Cp
- k = konduktivitas thermal pemanas = 0,356 btu/h.ft.°F

sehingga :

$$\begin{aligned}
 h_i &= 450 \times \frac{0,356}{13,9583} \times \frac{0,980 \times 0,8007}{0,356} \\
 &= 450 \times 0,026 \times 1,30141 \\
 &= 14,9363 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_{io} &= h_i \times \frac{d_i}{d_o} = 14,9363 \times \frac{13,9583}{0,1383} \\
 &= 1507,130892 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}
 \end{aligned}$$

Koreksi h_{io}

$$h_{io} = h_{io} \times (1 + 3,5 \times (d_{i, \text{pipa}} / \Phi_{\text{lilitan}}))$$

$$\begin{aligned}
 \Phi_{\text{lilitan}} &= d_i - 2(d_{o, \text{pipa}}) \\
 &= 167,500 - 2 \times 1,6600 \\
 &= 164,180 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_{io} &= 1507,1309 \times (1 + 3.5 \times 0,0084) \\
 &= 1551,4691 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}
 \end{aligned}$$

- *Tahanan pada pipa dalam keadaan bersih*

$$\begin{aligned}
 U_c &= \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{1551,4691 \times 17,239}{1551,4691 + 17,239} \\
 &= 17,0498 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}
 \end{aligned}$$

- *Tahanan pada pipa dalam keadaan kotor*

$$h_d = \frac{1}{R_d} = \frac{1}{0,0010} = 1000$$

$$\begin{aligned}
 U_d &= \frac{U_c \times h_d}{U_c + h_d} \\
 &= \frac{17,0498 \times 1000}{17,0498 + 1000}
 \end{aligned}$$

$$U_d = 16,7640 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

- *Luas perpindahan panas*

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{Q}{U_d \times \Delta T_{LMTD}} \text{ ft}^2 \\
 &= \frac{468896,8899}{16,7640 \times 220,2242} \\
 &= 127,0092 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

- *Panjang coil pemanas*

$$\begin{aligned}
 L &= A/a'' \\
 L &= \frac{127,0092}{0,4350} \\
 &= 291,9751 \text{ in}
 \end{aligned}$$

- *Jumlah lilitan coil pemanas*

$$\begin{aligned}
 n_c &= \frac{L}{(\pi \times \Phi_{\text{lilitan}})} \\
 n_c &= \frac{291,9751}{3,14 \times 13,6817} \\
 &= 6,7964 \approx 6 \text{ lilitan}
 \end{aligned}$$

- *Tinggi coil pemanas*

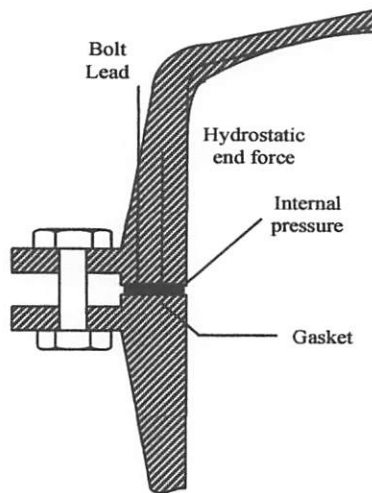
$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antara 2 coil (} h_c \text{)} &= 10 \text{ in} = 0,8333 \text{ ft} \\
 L_c &= [(n_c - 1)(h_c + D_o) + D_o] \\
 &= [(6 - 1)(0,8333 + 0,1383) + 0,1383] \\
 &= 4,9967 \text{ ft} = 59,9600 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Karena $L_c = 4.9967 \text{ ft} < L_{is} 16.9725 \text{ ft}$, jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai.

Perancangan Dimensi Gasket, Bolting dan Flange tangki Reaktor

Dari perancangan silinder reaktor dapat diketahui data sebagai berikut :

- Tebal silinder (t_s) = 6/16 in
- Diameter dalam silinder (d_i) = 167,5000 in
- Diameter luar silinder (d_o) = 168 in
- Tekanan internal tangki (P_i) = 22,6617 psi
- Stress yang diijinkan (f) = 18750
- Faktor korosi yang dipakai (C) = 1/16



Gambar 6.2.3. Dimensi Gasket dan Bolting

A. Dimensi Gasket

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

Bahan konstruksi = Flat metal, jacketed, asbestos filled
(stainless steel)

Gasket factor (m) = 3,75

Min design seating stress (y) = 9000

Perhitungan Lebar Gasket

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

(Brownell & Young, Pers. 12.2, hal. 22)

dimana,

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

y = Min design seating stress

p = internal pressure

m = gasket factor

Diketahui : d_i gasket = d_o shell = 204 in

sehingga :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - 23.1598 \times 3,75}{9000 - 23.1598 (3,75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{168} = 1,0012734$$

$$d_o = 168,2139 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{168,2139 - 168}{2} \\ &= 0,1070 \\ &= \frac{1,7115}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Diambil lebar gasket (n)} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Diameter rata-rata gasket (G) :

$$G = d_i + n$$

$$= 168 + 3/16$$

$$= 168,1875 \text{ in}$$

Perhitungan Beban Gasket (W_{m2})

Beban gasket agar tidak bocor (H_y)

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

dimana,

b = beban efektif gasket

G = diameter rata-rata gasket

y = 9000

Dari fig. 12.12 Brownell & Young, hal. 229 :

$b = b_o$ jika $b_o \leq \frac{1}{4}$ in

$b = \sqrt{\frac{b_o}{2}}$ jika $b_o > \frac{1}{4}$ in

$$\text{Lebar setting gasket bawah} = b_o = \frac{n}{2} = \frac{3/16}{2} = 0,09375 \text{ in}$$

karena $\leq \frac{1}{4}$ in, maka $b = b_o = 0,09375$ in

$$\begin{aligned} W_{m2} &= H_y = \pi \times b \times G \times y \\ &= 3,14 \times 0,09375 \times 168,1875 \times 9000 \\ &= 445591,758 \text{ lb} \end{aligned}$$

Perhitungan Beban Operasi pada Kondisi Kerja (W_{m1})

$$W_{m1} = H + H_p \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.91, hal. 240})$$

- Beban untuk menjaga sambungan (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2\pi \times b \times G \times m \times p \\ &= 2 \times 0,09375 \times 168,1875 \times 3,75 \times 22,6617 \\ &= 8414,88396 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned} H &= \frac{\pi}{4} \times G^2 \times p \\ &= \frac{3,14}{4} \times 28287,0352 \times 22,6617 \\ &= 503210,0608 \text{ lb} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 503210,061 + 8414,8840 \\ &= 511624,945 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa $W_{m1} > W_{m2}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah W_{m1} .

B. Dimensi Bolting

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

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
Tensile strength min. : 75000 psi
Allowable stress (f) : 15000

Perhitungan luas minimum bolting area

$$\begin{aligned} A_{m1} &= \frac{W_{m1}}{f} \\ &= \frac{511624,945}{15000} \\ &= 34,10833 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

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

- Ukuran baut : 3 in
Root area : 5,621 in²
Bolt spacing minimum (Bs) : 6 1/4 in
Minimum radial distance (R) : 3 5/8 in
Edge distance (E) : 2 7/8 in
Nut dimension : 4 5/8 in
Maximum fillet radius : 1 5/16 in
Jumlah bolting optimum = $\frac{A_{m1}}{\text{root area}}$

$$= \frac{34,1083297}{5,621}$$

$$= 6,0680 \approx 10 \text{ buah}$$

Evaluasi lebar gasket

$$Ab_{\text{actual}} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area}$$

$$= 10 \times 5,621$$

$$= 56,2100 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum (W)

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

$$= \frac{56,2100 \times 15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 168,188}$$

$$= 0,088697 \text{ in}$$

Nilai $W <$ lebar gasket yang telah ditentukan (0.0938 in), sehingga lebar gasket telah memadai.

C. Dimensi Flange

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

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310

Tensile strength min. : 75000 psi

Allowable stress (f) : 18750

Type flange : Loose ring flange

Perhitungan diameter luar flange (A)

$$\text{Do flange} = \text{bolt circle diameter} + 2E$$

$$= C + 2E$$

Dari dimensi baut didapatkan :

$$R = 3 \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$E = 2 \frac{7}{8} \text{ in}$$

$$g_o = t_s = 6/16 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} C &= \text{di gasket} + 2 (1.415 \times g_o \times R) \\ &= 168 + 2 \times 1,415 \times 6/16 \times 3 \frac{5}{8} \\ &= 171,8470 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, Do flange} &= 171,8470 + 2 \times 2 \frac{7}{8} \\ &= 177,5970 \text{ in} \end{aligned}$$

Perhitungan Moment

Total moment pada kondisi operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

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

$$\begin{aligned} W &= \left(\frac{A_{ml} + A_b}{2} \right) \times f \\ &= \frac{34,10833 + 56,2100}{2} \times 18750 \\ &= 846734,3405 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{C - G}{2} \\ &= \frac{171,8470 - 168,1875}{2} \\ &= 1,8297656 \text{ in} \end{aligned} \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.101, hal. 242})$$

Menentukan moment flange (M_a) :

$$\begin{aligned} M_a &= W \times h_G \\ &= 846734,3405 \times 1,8298 \\ &= 1549325,3897 \text{ in} \end{aligned}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{m1} = 511624,945 \text{ lb} \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.95, hal. 242})$$

Menghitung moment komponen hingga H_D (M_D)

$$M_D = H_D \times h_D \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.96, hal. 242})$$

$$\begin{aligned} H_D &= 0.785 \times B^2 \times P \\ &= 0,785 \times 28224 \times 22,6617 \\ &= 502088,7017 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_D &= \frac{C - B}{2} \\ &= \frac{171,8470 - 168}{2} \\ &= 1,9235156 \text{ in} \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned} M_D &= H_D \times h_D \\ &= 502088,7017 \times 1,92352 \\ &= 965775,4629 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Menghitung moment komponen hingga H_G (M_G)

$$\begin{aligned} M_G &= H_G \times h_G \\ H_G &= W - H = W_{m1} - H \\ &= 511624,945 - 503210,0608 \\ &= 8414,8840 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{C - G}{2} \\ &= \frac{171,8470 - 168,1875}{2} \\ &= 1,8297656 \text{ in} \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 M_G &= H_G \times h_G \\
 &= 8414,8840 \times 1,82977 \\
 &= 15397,26541 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Menghitung moment komponen hingga H_T (M_T)

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.97, hal. 242})$$

$$\begin{aligned}
 H_T &= H_D - H \\
 &= 503210,0608 - 502088,7017 \\
 &= 1121,3591 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_T &= \frac{h_D + h_o}{2} \\
 &= \frac{1,9235156 + 1,82977}{2} \\
 &= 1,87664 \text{ in}
 \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 M_T &= H_T \times h_T \\
 &= 1121,3591 \times 1,87664 \\
 &= 2104,3881 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Maka moment total pada keadaan operasi :

$$\begin{aligned}
 M_o &= M_D + M_G + M_T \\
 &= 965775,4629 + 15397,26541 + 2104,3881 \\
 &= 983277,1164 \text{ lb.in}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tebal flange

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

sehingga diperoleh rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_o}{f \times B}} \quad \text{dan } k = A/B$$

dimana, A = diameter luar flange

B = diameter luar silinder

f = stress yang diijinkan

$$\text{maka, } k = \frac{177,5970}{168} = 1,0571$$

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

$$Y = 40$$

$$M_{\max} = M_o = 983277,1164 \quad \text{lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_o}{f \times B}}$$

$$= \sqrt{\frac{40 \times 1477039.02 \text{ 02}}{18750 \times 204}} = 3,5336 \quad \text{in}$$

Kesimpulan Perancangan :

Flange pada tangki :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310

Tensile strength minimum : 75000 psi

Type flange : Loose ring flange

Tebal flange : 3,5336 in

Allowable stress (f) : 18750

Bolting pada tangki :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304

Bahan konstruksi : High Alloy Steel 2A-103 Grade B8 Type 304

Boiling pada tangki :

Allowable stress (f) : 18750

Tebal flange : 3.2736 in

Type flange : Loose ring flange

Tensile strength minimum : 72000 psi

Bahan konstruksi : High Alloy Steel 2A-103 Grade 10 Type 310

Flange pada tangki :

Kesimpulan Perancangan :

$$= \sqrt{\frac{18750 \times 204}{40 \times 147039.05 \times 0.5}} = 3.2736 \text{ in}$$

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_o}{L \times B}}$$

Selinggi tebal flange :

$$M_{max} = M_o = 983237.1164 \text{ lb.in}$$

$$Y = 40$$

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

$$L = \frac{108}{177.2970} = 1.0271$$

t = stress yang diijinkan

B = diameter luar silinder

diameter = diameter luar flange

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_o}{L \times B}} \text{ dan } K = A/B$$

selinggi diperoleh rumus :

Tensile strength minimum	:	75000	psi
Allowable stress (f)	:	15000	
Ukuran baut	:	3	in
Jumlah baut	:	10	buah
Bolt spasing (B _s)	:	6 1/4	in
Min. radial distance (R)	:	3 5/8	in
Edge distance (E)	:	2 7/8	in

Gasket pada tangki :

Bahan konstruksi	:	Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
Gasket factor (m)	:	3,75
Min design seating stress (y)	:	9000
Lebar gasket	:	3/16 in

PERANCANGAN SISTEM PENYANGGA REAKTOR

A. Menentukan Berat Reaktor

Dari perancangan silinder reactor dapat diketahui data sebagai berikut :

Bahan konstruksi	:	Stainless Steel SA-240 Grade M type 316
Tebal silinder (t _s)	:	6/16 in
Tinggi badan silinder (L _s)	:	251,2500 in = 20,9375 ft
Diameter luar silinder (D _o)	:	168 in = 14,0000 ft
Diameter dalam (D _i)	:	167,5000 in = 13,9583333 ft
Tekanan internal tangki (P _i)	:	22,6617 psi

Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang digunakan adalah steel

$\rho_{steel} = 481 \text{ lb/ft}^3$ (Tabel 2-118, Perry's)

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

Tensile strength minimum	:	75000	psi
Allowable stress (I)	:	15000	
Tekanan badan	:	3	in
Tinggi badan	:	10	inch
Bolt spacing (B ₂)	:	6.14	in
7 lin. radial distance (R)	:	3.58	in
Edge distance (E)	:	2.78	in
Gasket pada tangki :			
Bahan konstruksi	:	Flat metal, jacketed, asbestos filled	
		(stainless steel)	
Gasket factor (m)	:	3.75	
Min design seating stress (z)	:	9000	
Lebar gasket	:	3.16	in

PERANCANGAN SISTEM PENYANGGA REAKTOR

A. Menentukan Berat Reaktor

Dari perancangan silinder reactor dapat diketahui data sebagai berikut :

Bahan konstruksi	:	Stainless Steel SA-240 Grade M type 316	
Tebal silinder (t _s)	:	0.16	in
Tinggi badan silinder (t _s)	:	251.2500	in = 20.9375 ft
Diameter luar silinder (D _o)	:	168 in	in = 14.0000 ft
Diameter dalam (D _i)	:	167.5000	in = 13.9583333 ft
Tekanan internal tangki (P _i)	:	25.0617	psi

Menentukan berat tangki kosong

Bahan konstruksi yang digunakan adalah steel

$$P_{res} = 481 \text{ lb/ft}^2$$

(Tabel 3-118, Perry's)

$$W_s = \pi \times (D_o^2 - D_i^2) \times L \times \rho$$

$$\begin{aligned} & \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times H \times \rho \\ &= 0,785 \times 196 - 194,8350694 \times 20,9375 \times 481 \\ &= 9209,575111 \text{ lb} \\ &= 4177,371175 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan Berat Tutup Atas Reaktor

Tutup atas berbentuk standard dished

$$tha = 9/16 \text{ in} = 0,0521 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas dalam}} &= 0,0847 \times D_i^3 \\ &= 0,0847 \times 2719,5728 \\ &= 230,3478 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup atas luar}} &= 0,0847 \times (D_i + tha)^3 \\ &= 0,0847 \times 2750,129558 \\ &= 232,936 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dinding tutup atas}} &= V_{\text{tutup atas luar}} - V_{\text{tutup atas dalam}} \\ &= 232,93597 - 230,3478 \\ &= 2,5882 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_{\text{tutup atas}} &= V_{\text{dinding tutup atas}} \times \rho_{\text{steel}} \\ &= 2,5882 \times 481 \\ &= 1244,901922 \text{ lb} \\ &= 564,6751 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan Berat Tutup Bawah Reaktor

Tutup bawah berbentuk conical

$$thb = 10/16 \text{ in} = 0,0521 \text{ ft}$$

$$\alpha = 120^\circ$$

$$\begin{aligned} V_{\text{tutup bawah dalam}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{D_i^3}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \\ &= \frac{3,14}{24} \times \frac{2719,5728}{\tan(60^\circ)} = 205,1275 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{tutup bawah luar}} &= \frac{\pi}{24} \times \frac{(D_i + \text{thb})^3}{\tan(\frac{1}{2}\alpha)} \\
 &= \frac{3,14}{24} \times \frac{2750,12956}{1,73205} = 207,7357 \text{ ft}^3 \\
 V_{\text{dinding tutup bawah}} &= V_{\text{tutup bawah luar}} - V_{\text{tutup bawah dalam}} \\
 &= 207,7357 - 205,4275 \\
 &= 2,3082 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Berat tutup bawah :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{tutup bawah}} &= V_{\text{dinding tutup bawah}} \times \rho_{\text{steel}} \\
 &= 2,3082 \times 481 \\
 &= 1110,221692 \text{ lb} \\
 &= 503,5855 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menentukan Berat Larutan Dalam Reaktor

Rumus :

$$W_l = m \times t$$

dimana,

$$m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 37817,0363 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal larutan dalam reaktor} = 16 \text{ jam}$$

maka :

$$\begin{aligned}
 W_l &= 37817,0363 \times 16 \\
 &= 605072,5813 \text{ lb} \\
 &= 274454,8721 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menentukan Berat Poros Pengaduk

Dari perhitungan dimensi poros pengaduk diperoleh data :

Panjang poros pengaduk (Lps) : 20,8681 ft

Diameter poros pengaduk (Dps) : 0,26140 ft

$$\begin{aligned} W_{\text{poros pengaduk}} &= \frac{\pi}{4} \times Dps^2 \times Lps \times \rho \\ &= \frac{3,14}{4} \times 0,068331 \times 20,8681 \times 481 \\ &= 538,415 \text{ lb} \\ &= 244,2198 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan Berat Pengaduk

Dari perhitungan dimensi pengaduk diperoleh data :

Diameter pengaduk (Da) : 3,4896 ft

Panjang pengaduk (L) : 1,74479 ft

Lebar pengaduk (W) : 1,39583 ft

Jumlah blade (n) : 6 buah

$$\begin{aligned} W_{\text{pengaduk}} &= n \times Da \times L \times W \times \rho \\ &= 6 \times 3,4896 \times 1,3958 \times 481 \\ &= 14057,35026 \text{ lb} \\ &= 6376,2735 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menentukan Berat Coil Pemanas

Dari perhitungan dimensi coil diperoleh data :

Panjang coil (L) : 291,9751 ft

Diameter luar coil (Do_c) : 0,1383 ft

Diameter dalam coil (Di_c) : 0,1150 ft

$$\begin{aligned} W_{\text{coil}} &= \frac{\pi}{4} \times (Do_c^2 - Di_c^2) \times L \times \rho \\ &= \frac{3,14}{4} \times 0,01914 - 0,01323 \times 291,975 \times 481 \\ &= 651,6728 \text{ lb} = 295,5923 \text{ kg} \end{aligned}$$

Menghitung Berat Pemanas

Diameter poros beugak (Dps) : 20,8881 in

panjang poros beugak (Lps) : 0,59140 in

$$W_{\text{poros beugak}} = \frac{\pi}{4} \times (D_{ps})^2 \times L_{ps} \times \rho$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 0,088331 \times 20,8881 \times 481$$

$$= 238,412 \text{ lb}$$

$$= 244,5198 \text{ kg}$$

Mencantumkan Berat Penguat

Dari perhitungan dimensi beugak diperoleh data :

Diameter beugak (Da) : 3,4806 in

panjang beugak (L) : 1,74479 in

tebal beugak (W) : 1,3928 in

Jumlah blade (n) : 6 buah

$$W_{\text{beugak}} = n \times D_a \times L \times W \times \rho$$

$$= 6 \times 3,4806 \times 1,3928 \times 481$$

$$= 14027,32026 \text{ lb}$$

$$= 6326,532 \text{ kg}$$

Mencantumkan Berat Coil Pemasang

Dari perhitungan dimensi coil diperoleh data :

panjang coil (L) : 201,9721 in

Diameter luar coil (Do) : 0,1383 in

Diameter dalam coil (Di) : 0,1120 in

$$W_{\text{coil}} = \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times L \times \rho$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 0,01914 \times 0,01372 \times 201,972 \times 481$$

$$= 621,9728 \text{ lb} = 282,2022 \text{ kg}$$

Menghitung Berat Pemasang

$$\begin{aligned}
 W_{\text{pendingin}} &= 2387,5578 \text{ lb} \\
 &= 1082,9724 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung Berat Perlengkapan Lain (Attachment)

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

$$\begin{aligned}
 W_a &= 18 \% \times W_s \\
 &= 18\% \times 4177,3712 \\
 &= 751,9268 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung Berat Total Reaktor

$$\begin{aligned}
 W_T &= W_s + W_{\text{tutup atas}} + W_{\text{tutup bawah}} + W_L + W_{\text{poros pengaduk}} + W_{\text{pengaduk}} + \\
 &\quad W_{\text{coil}} + W_{\text{pendingin}} + W_a \\
 &= 4177,371 + 564,6751 + 503,5855 + 274454,872 + \\
 &\quad 244,2198 + 6376,274 + 295,5923 + 1082,9724 + \\
 &\quad 751,9268 \\
 &= 288451,4886 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 W_{\text{TOTAL}} &= 1,1 \times 288451,4886 \\
 &= 317296,6375 \text{ kg} = 699512,167 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

B. Perancangan Leg Support (Penyangga)

Perencanaan :

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

Dasar Perhitungan :

Beban tiap kolom :

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

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

$$p = \frac{n \cdot D \cdot (4 \times p \times (H - 1))}{2W}$$

Beban tiap kolom :

Gasar perhitungan :

- jenis kolom yang digunakan : 1 beam

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kali beban)

perhitungan :

B. Perancangan Leg Subbot (Penyangga)

$$= 317500.0372 \text{ kg} = 600215.107 \text{ lb}$$

$$W_{\text{total}} = 1.1 \times 388451.1480$$

reaktor adalah :

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 10% maka berat total beban

$$= 388451.1480 \text{ kg}$$

$$721.0208$$

$$2442108 + 0370274 + 2022023 + 10820254$$

$$= 4177371 + 2040721 + 2032822 + 274424872$$

$$W_{\text{col}} + W_{\text{reaction}} + W_{\text{a}}$$

$$W_{\text{t}} = W_{\text{a}} + W_{\text{reaction}} + W_{\text{col}} + W_{\text{a}} + W_{\text{a}} + W_{\text{a}} + W_{\text{a}} + W_{\text{a}} + W_{\text{a}} + W_{\text{a}}$$

Menghitung Berat Total Reaktor

$$= 721.0208 \text{ kg}$$

$$= 18\% \times 4177371$$

$$W_{\text{a}} = 18\% \times W_{\text{a}}$$

beban dan sebagainya.

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, flange,

Menghitung Berat Perlengkapan Lain (Attachment)

$$= 10820254 \text{ kg}$$

$$W_{\text{attachment}} = 33872278 \text{ lb}$$

dimana,

P = beban tiap kolom, lb

P_w = total beban permukaan karena angin, lb

V_w = kecepatan angin = 15 knot = 27,78 km/jam = 17,2617 mp

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

n = jumlah support = 4 buah

W = berat total = 699512,1670 lb

D_{bc} = diameter anchor bolt circle = 167,5000 in

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

maka berlaku rumus :

$$\begin{aligned} P_w &= 0.004 \cdot V_w^2 \cdot F_s \\ &= 0,004 \times 297,9663 \times 1 \\ &= 1,1919 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= (L_s + h_a + h_b) + L \\ &= 335,1649 + 60 \\ &= 395,1649 \text{ in} = 32,9304 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{1}{2} H + 2 \frac{1}{2} \text{ ft} \\ &= 0,5 \times 32,9304 + 2 \frac{1}{2} \\ &= 18,9652 \text{ ft} = 227,582464 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{4 \times 0.5297 \times (467.1199 - 1)}{4 \times 167,500} \times \frac{699512,1670}{4} \\ &= 2,8047 \times 174878,0418 \\ &= 490484,8183 \text{ lb} \end{aligned}$$

Trial Ukuran I Beam

Untuk mendapatkan ukuran I-Beam didasarkan pada ukuran standard dari

App.G Brownell & Young, hal. 355 yaitu :

Trial I-Beam 4 in ukuran $4 \times 2 \frac{5}{8}$ dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu), didapatkan :

Nominal size	:	4 in
Berat	:	7,7 lb
Area of section (Ay)	:	2,21 in ²
Depth of beam (h)	:	4 in
Width of flange (b)	:	2,6600 in
I ₁₋₁	:	6,0000 in ⁴
Axis (r)	:	1,6400 in

Menghitung bearing capacity (fc)

$$\frac{l}{r} = \frac{227,5825}{1,640} = 138,7698$$

Karena l/r antara 60 – 200 , maka :

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{\left(\frac{L}{r} \right)^2}{18000} \right)} \\ &= \frac{18000}{1 + \left(\frac{(160.7073)^2}{18000} \right)} \\ &= 8696,339284 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{399384153 (1.5+0,5(2.660))}{36.20 / 0,5(2.660)} \\
 &= 307689,3013 \text{ lb/in}^2 \\
 f_c \text{ aman} &= f_c - f_{\text{aksentrik}} \\
 &= 8696,339284 - 307689,3013 \\
 &= 316385,641 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Luas yang dibutuhkan (A)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{P}{f_{c \text{ aman}}} \\
 &= \frac{490484,8183}{316385,641} \\
 &= 1,5502752 \text{ in}^2 < A_y
 \end{aligned}$$

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

C. Perancangan Base Plate

Perencanaan :

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

Bahan konstruksi : Beton

Dasar perhitungan :

Luas Base Plate

Rumus :

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

dimana,

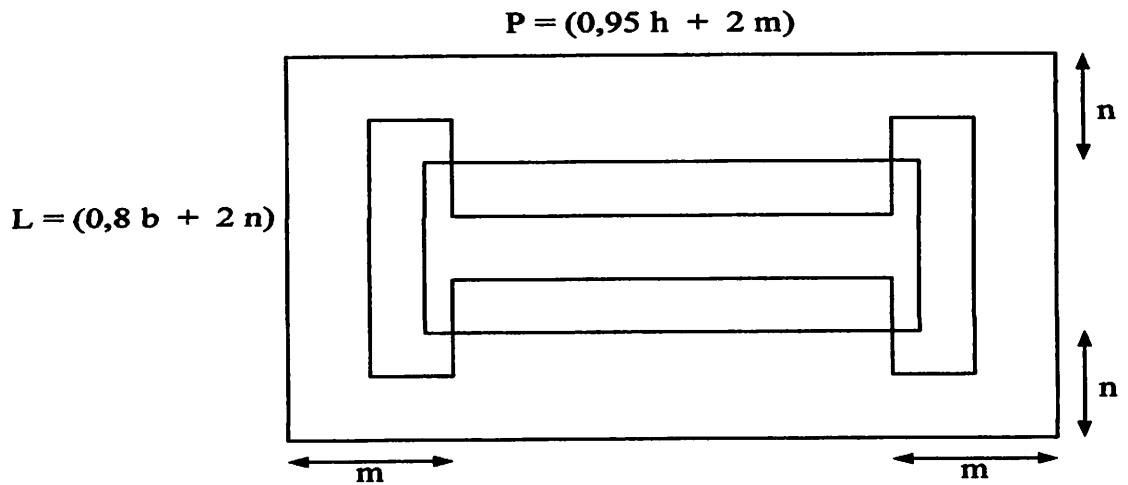
$$A_{bp} = \text{luas base plate, in}^2$$

$$P = \text{beban dari tiap-tiap base plate} = 490484,8183 \text{ lb}$$

f_{bp} = stress yang diterima oleh pondasi (bearing capacity yang terbuat dari beton = 600 lb/in²) (Hesse, tabel 7-7 hal. 162)

sehingga,

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}} = \frac{490484,818}{600} = 817,474697 \text{ in}^2$$



Panjang dan Lebar Base Plate

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

Dimana :

$$A_{bp} = \text{luas base plate}$$

$$= 817,4747 \text{ in}^2$$

$$l = \text{lebar base plate, in}$$

$$= 2n + 0.8b$$

$$p = \text{panjang base plate, in}$$

$$= 2m + 0.95h$$

Diasumsikan $m = n$

(Hesse, hal. 163)

$$b = 3 \text{ in}$$

$$h = 5 \text{ in}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= (2m + 0,95h) \times (2n + 0,8b) \\
 817,4747 \text{ in}^2 &= [2m \times (2n + 0,8b)] + [0,95h \times (2n + 0,8b)] \\
 817,4747 \text{ in}^2 &= (2m + 4,75) \times (2m + 2,4) \\
 817,4747 \text{ in}^2 &= 4m^2 + 14,3m + 11,4 \\
 0 &= 4m^2 + 14,3m + -806,0747
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \\
 &= -14,3 \pm \sqrt{\frac{14,3^2 - (4 \times 4 \times (-1475,64))}{2 \times 4}}
 \end{aligned}$$

$$x_1 = 26,1686$$

$$x_2 = -52,7734$$

Dari perhitungan diatas, maka : $m = n = 26,1686$

sehingga :

$$\begin{aligned}
 - \text{ Panjang base plate (p)} &= 2 \times 26,1686 + 0,95 \times 5 \\
 &= 57,087 \text{ in} \approx 86 \text{ in} \\
 - \text{ Lebar base plate (l)} &= 2 \times 26,1686 + 0,8 \times 3 \\
 &= 54,737 \text{ in} \approx 83 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{bp \text{ baru}} &= p \times l \\
 &= 86 \times 83 \\
 &= 7138 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 86 in dan lebar base plate 83 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 86 x 83 in dengan luas (A) = 7138 in².

Peninjauan terhadap bearing capacity

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

dengan,

f = bearing capacity, lb/in²

P = beban tiap kolom = 490484,8183 lb

A = luas base plate = 7138 in²

maka :

$$f = \frac{490484,8183}{7138} = 68,71460049 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

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

Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

$$p = 2m + 0.95h$$

$$86 = 2m + 0,95 \times 5$$

$$m = 40,6250 \text{ in}$$

- Lebar base plate (l)

$$l = 2n + 0.8b$$

$$83 = 2n + 0,8 \times 3$$

$$n = 40,3000 \text{ in}$$

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

Menghitung tebal base plate

Rumus :

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

dimana :

t_{bp} = tebal base plate, in

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

$$= 68,7146 \text{ lb/in}^2$$

$$m = 40,6250 \text{ in}$$

maka :

$$\begin{aligned} t_{bp} &= \sqrt{0,00015 \times 169.9495 \times 40,6250^2} \\ &= 4,1244 \text{ in} \end{aligned}$$

Menghitung dimensi baut dari base plate

Diketahui :

$$\text{Gaya yang bekerja pada 1 Leg} = 490484,8183 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada setiap Leg} = 4 \text{ buah}$$

Maka beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{490484,8183}{4} \\ &= 122621,2046 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

Max. Allowable stress (f) : 15000 psi

$$\begin{aligned} A_{\text{baut}} &= \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} \\ &= \frac{122621,2046}{15000} \\ &= 8,1747 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

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

$$8,1747 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times d_{\text{baut}}^2$$

$$d_{\text{baut}}^2 = 10,4137 \text{ in}^2$$

$$d_{\text{baut}} = 3,2270 \text{ in}$$

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

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

D. Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan :

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

Type	:	Double gusset plate
Bahan	:	High Alloy Steel SA-193 Grade B8 type 321
Max allowable stress (f)	:	15000 psi
μ	:	possession ratio : 0,33

Menghitung tebal horizontal plate (thp)

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

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

Menentukan gusset spacing (b')

Diketahui :

Lebar flange (b)	:	2,660 in
d _{baut}	:	3 in

$$\begin{aligned}
 b' &= b + (2 \times d_{\text{baut}}) \\
 &= 2,660 + 2 \times 3 \\
 &= 8,660 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta γ_1

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 l &= b_{\text{I-Beam}} = \text{lebar flange} = 2,660 \text{ in} \\
 \frac{b'}{l} &= \frac{8,660}{2,660} = 3,2556
 \end{aligned}$$

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

$$\gamma_1 = 0,042$$

Menentukan radius (e)

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{1}{2} t_s + 1\frac{1}{2} + \frac{1}{2} b_{\text{I-Beam}} \\
 &= \frac{1}{2} \times \frac{6}{16} + 1\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times 2,660 \\
 &= 3,0175
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung :

$$\begin{aligned}
 M_y &= \frac{P}{\pi} \times \left((1 + \mu) \times \ln \frac{2 \times l}{\pi} + (1 - \gamma_1) \right) \\
 &= \frac{399381.413}{3.14} \times \left((1 + 0.3) \times \ln \frac{2 \times 1}{3.14} + (1 - 0) \right) \\
 &= 616155,8567
 \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned}
 \text{thp} &= \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}} \\
 &= \sqrt{\frac{6 \times 501710.1221}{15000}}
 \end{aligned}$$

$$= 15,699119 \text{ in}$$

Menghitung tebal gusset (t_g)

$$t_g = \frac{3}{8} \times t_{hp}$$

(Pers.10.47 Brownell & Young, hal : 194)

$$= \frac{3}{8} \times 15,69912$$

$$= 5,8872 \text{ in}$$

Menghitung tinggi gusset (h_g)

$$h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$\begin{aligned} \text{dimana } A &= \text{lebar lug} = \text{Ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 3 + 9 \\ &= 12 \text{ in} \end{aligned}$$

maka :

$$\begin{aligned} h_g &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 12 + 3 \\ &= 15 \text{ in} \end{aligned}$$

Menghitung tinggi lug (h)

$$\begin{aligned} h &= h_g + 2t_{hp} \\ &= 15 + 2 \times 15,69912 \\ &= 46,398238 \text{ in} \end{aligned}$$

E. Perancangan Pondasi

Perencanaan :

1. Beban total yang harus ditahan pondasi :

- Berat reaktor total
- Berat penyangga
- Berat base plate

2. Ditentukan :

- Masing-masing penyangga diberi pondasi
- Spesifik untuk semua penyangga sama

Dasar perhitungan :

Beban tiap kolom (W)

$$W = P = 490484,818$$

Beban base plate (W_{bp})

Rumus :

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

dimana :

p = panjang base plate	= 86 in	= 7,1667	ft
l = lebar base plate	= 83 in	= 6,9167	ft
t = tebal base plate	= 4,124 in	= 0,3437	ft
ρ = densitas dari bahan konstruksi	= 481 lb/ft ³		

maka :

$$\begin{aligned}
 W_{bp} &= 7,1667 \times 6,9167 \times 0,3437 \times 481 \\
 &= 8194,8574 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Beban tiap penyangga (W_p)

Rumus :

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

dimana :

L = tinggi kolom	= 4 in	= 0,3333	ft
A = luas kolom I-beam	= 2,210 in ²	= 0,0153	ft ²
F = faktor koreksi	= 1		
ρ = densitas dari bahan konstruksi	= 481 lb/ft ³		

maka :

$$\begin{aligned}
 W_p &= 0,3333 \times 0,0153 \times 1 \times 481 \\
 &= 2,4607 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Beban total

$$\begin{aligned}
 W_T &= W + W_{bp} + W_p \\
 &= 490484,818 + 8194,857 + 2,4607 \\
 &= 498682,136 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom.

Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

- Luas pondasi atas = $96 \times 96 \text{ in}$
- Luas pondasi bawah = $110 \times 110 \text{ in}$
- Tinggi = 96 in

$$\begin{aligned}
 \text{Luas pondasi rata-rata (A)} &= \left(\frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \right) \\
 &= \frac{96 \times 96}{2} + \frac{110 \times 110}{2} \\
 &= 10658 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pondasi (V)} &= A \times t \\
 &= 10658 \times 96 \\
 &= 1023168 \text{ in}^3 \\
 &= 592,1111 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pondasi (W)} &= V \times \rho \\
 &= 592,1111 \times 144 \\
 &= 85264,0000 \text{ lb} \\
 &= 38674,8978 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen, sand dan gravel, dengan:

$$\text{Save bearing power minimum} = 5 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{Save bearing power maximum} = 10 \text{ ton/ft}^2 \quad (\text{Tabel 12.2 Hesse, hal. 327})$$

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 20000 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Takanan pada tanah :

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

dimana :

W = berat beban total + berat pondasi

A = Luas pondasi bawah

$$\begin{aligned} \text{maka : } P &= \frac{498682,136 + 38674,8978}{12100} \\ &= 44,40967 \text{ lb/in}^2 = 6395,168548 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (96×96) in dan ukuran luas bawah sebesar (110×110) in dengan tinggi pondasi sebesar 96 in dapat digunakan.

Kesimpulan Dimensi Reaktor**1. Bagian Silinder**

Bahan Konstruksi	: <i>High Alloy Steel , SA-240 Grade M Type 316</i>		
Allowble Stress (f)	: 18750	psia	
Tipe pengelasan	: <i>Double welded butt joint,</i>	E =	0,8
Volume tangki(V_T)	: 3129,0242	ft ³	

Diameter dalam (d_i)	:	167,5000	in
Diameter luar (d_o)	:	168	in
Tebal silinder (t_s)	:	4/16	in
Tinggi silinder (L_s)	:	251,2500	in
Tebal tutup atas (t_{ha})	:	6/16	in
Tinggi tutup atas (h_a)	:	34,0632	in
Tebal tutup bawah (t_{hb})	:	6/16	in
Tinggi tutup bawah (h_b)	:	49,8517	in
Tinggi tangki	:	335,1649	in
Jumlah	:	6	buah

2. Pengaduk

Bahan konstruksi	:	<i>High Alloy Steel , SA-240 Grade M Type 316</i>	
Jenis pengaduk	:	<i>Flat Six Blade Turbine with 4 baffle</i>	
Diameter impeller	:	83,7500	in
Tinggi pengaduk	:	55,8333	in
Lebar impeller	:	16,7500	in
Panjang impeller	:	20,9375	in
Lebar baffle	:	13,9583	in
Daya pengaduk	:	69,199	Hp
Diameter poros	:	3,1368	in
Panjang poros	:	250,4174	in
Jumlah pengaduk	:	1	buah

3. Nozzle

a. Nozzle untuk pemasukan bahan dari reaktor hidrolisis

Type	:	<i>Welding Neck</i>	
Ukuran NPS	:	6	in
Diameter luar flange (A)	:	11	in

Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	: 1	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	: 8 1/2	in
Diameter hubungan pada alas (E)	: 7 9/16	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	: 6,6300	in
Panjang ke dalam shell (L)	: 4	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	: 6,0700	in

b. Nozzle untuk pemasukan katalis Na₂WO₄

Type	: <i>Welding Neck</i>	
Ukuran NPS	: 1 1/4	in
Diameter luar flange (A)	: 4 5/8	in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	: 5/8	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	: 2 1/2	in
Diameter hubungan pada alas (E)	: 2 5/16	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	: 1,6600	in
Panjang ke dalam shell (L)	: 2 1/4	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	: 1,3800	in

c. Nozzle untuk pemasukan katalis NaOH

Type	: <i>Welding Neck</i>	
Ukuran NPS	: 1/2	in
Diameter luar flange (A)	: 3 1/2	in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	: 7/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	: 1 3/8	in
Diameter hubungan pada alas (E)	: 1 1/2	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	: 0,8400	in
Panjang ke dalam shell (L)	: 1 7/8	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	: 0,6200	in

d. Nozzle untuk pemasukan H₂O₂

Type	:	<i>Welding Neck</i>
Ukuran NPS	:	1/8 in
Diameter luar flange (A)	:	3 1/2 in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	7/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	1 3/8 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	1 13/6 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	0,3400 in
Panjang ke dalam shell (L)	:	1 7/8 in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	0,6200 in

e. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

Type	:	<i>Welding Neck</i>
Ukuran NPS	:	24-Jan in
Diameter luar flange (A)	:	32 in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	1 7/8 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	27 1/4 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	26 1/8 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	24,0000 in
Panjang ke dalam shell (L)	:	6 in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	23,2500 in

f. Nozzle untuk pemasukan H₂SO₄

Type	:	<i>Welding Neck</i>
Ukuran NPS	:	11/2 in
Diameter luar flange (A)	:	5 in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	1 1/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	2 7/8 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	2 9/16 in

Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	1,9000	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	2 7/16	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	1,6100	in

g. Nozzle untuk *man hole*

Type	:	<i>Welding Neck</i>	
Ukuran NPS	:	20	in
Diameter luar flange (A)	:	32	in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	1 7/8	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	27 1/4	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	26 1/8	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	24,0000	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	6	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	23,2500	in

h. Nozzle untuk pengeluaran produk

Type	:	<i>Welding Neck</i>	
Ukuran NPS	:	8	in
Diameter luar flange (A)	:	13 1/2	in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	1 1/8	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	10 5/8	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	9 11/16	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	8,6300	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	4	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	7,9800	in

4. Coil Pemanas

Bahan konstruksi	:	<i>High Alloy Steel, SA 240 Grade M, type 316</i>
Ukuran pipa	:	1 1/4 in
Diameter dalam	:	1,3800 in

Diameter luar	:	1,6600	in
Panjang coil	:	291,9751	in
Jumlah lilitan	:	6	lilitan
Tinggi lilitan	:	59,9600	in

5. Flange

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310
Type Flange	:	Loose ring flange
Tensile strength min	:	75000 psi
Allowable stress	:	18750
Tebal flange	:	3,5336 in

6. Bolting

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
Tensile strength min	:	75000 psi
Allowable stress (f)	:	15000
Ukuran baut	:	3 in
Jumlah baut	:	10 buah
Bolt spacing	:	6 1/4 in

7. Gasket

Bahan konstruksi	:	Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
Min design seating stress (y)	:	9000
Gasket faktor	:	3,75
Lebar gasket	:	3/16 in

8. Bagian penyangga

a. Sistem penyangga

Jenis	:	Kolom I beam
-------	---	--------------

Jumlah	: 4 buah
Panjang (L)	: 227,5825 in
Ukuran I beam	: 4 in
Berat	: 7,7 lb
Area of section (Ay)	: 2 in ²
Depth of beam (h)	: 4 in
Width of flange	: 2,6600 in

b. Base Plate

Bahan	: Cast iron
Panjang	: 86 in
Lebar	: 83 in
Tebal	: 4,1244 in
Ukuran baut	: 3 in
Jumlah baut	: 4 buah

c. Lug dan Gusset

Tebal plate horizontal	: 15,69911917 in
Tebal plate vertikal	: 5,8872 in
Lebar lug dan gusset	: 12 in
Tebal lug	: 15,69911917 in
Tebal gusset	: 5,8872 in
Tinggi lug dan gusset	: 46,39823834 in

9. Bagian Pondasi

Bahan	: Cemen, Sand dan Gravel
Luas pondasi atas	: 96 × 96 in
Luas pondasi bawah	: 110 × 110 in
Tinggi	: 96 in

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor
 Kode : R-130
 Fungsi : Mereaksikan Asam epoxysucinic acid dan air menjadi Tartaric acid dengan bantuan katalis karbon aktif
 Jenis : Fixed - Bed Multi Tubular Reaktor

Direncanakan :

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

Allowble Stress (f) : 17.900

Tipe pengelasan : *Double welded butt joint*, E = 0,8

Faktor korosi : 1/16 in

Tutup reaktor berbentuk Standart Dished Head

Kondisi operasi :

Tekanan : 1 atm = 14,7 psi

Temperatur : 150 °C = 302 °F

Rate umpan masuk reaktor : 17.833,1683 kg/jam = 4,9537 kg/det

Densitas campuran : 1179,711 kg/m³ = 73,65 lb/ft³

Waktu Penjenuhan : 60 menit = 1 jam

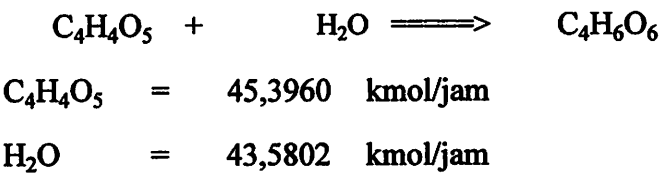
massa pendingin masuk : 69263,90 kg/jam

6.1. PERANCANGAN DIMENSI REAKTOR

1. Menentukan Waktu Reaksi

Diketahui:

Mekanisme Reaksi adalah sebagai berikut :



$$\text{Laju Aliran (Vo)} = \frac{\text{massa bahan}}{\rho \text{ campuran}} = \frac{17.833,168 \text{ kg/jam}}{1179,7112 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 15,12 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Volume saturation} = \text{Laju Aliran (Vo)} \times t \text{ penjenuhan}$$

$$= 15,12 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,5461 \text{ jam}$$

$$= 8,2550 \text{ m}^3$$

$$\text{L saturation} = \frac{\text{Volume saturation}}{\text{luas permukaan}}$$

$$= \frac{8,2550 \text{ m}^3}{\pi \text{ Di}^2 \text{ m}}$$

$$= 1,375 \text{ m} = 4,51 \text{ ft} = 5,4\text{E}+01 \text{ in}$$

$$\text{Xa} = 0,9600$$

$$\text{T} = 150,0 \text{ }^\circ\text{C} = 423,15 \text{ K}$$



mula-mula	45,3960	43,5802	
Berubah	43,580179	43,5802	43,5802
Sisa	1,8158	0,000	43,5802

Komposisi	Xa = 0	Xa = 1
C ₄ H ₄ O ₅	45,40	0,00
H ₂ O	43,58	0,00
C ₄ H ₆ O ₆	0,00	43,58
Inert	10,35	10,35
Total	153,26	53,9306

$$\Sigma A = \frac{\Sigma X_a = 1 - \Sigma X_a = 0}{\Sigma X_a = 1}$$

$$= \frac{53,93 - 153,2571}{53,93}$$

$$= -0,6481$$

$$\Sigma B = \frac{\Sigma \frac{A}{b} \times \frac{Cb}{Ca0} \times 0}{1 \times 45,3960}$$

$$= \frac{-0,6481 \times 43,5802}{1 \times 45,3960}$$

$$= -0,6222$$

Menentukan harga konstanta kecepatan reaksi berdasarkan suhu operasi reaktor

$$K = \exp \left(A - \frac{B}{T} \right)$$

$$= \exp \left(-0,6481 - \frac{-0,622}{387,15} \right)$$

$$= 0,524 \text{ m}^3/\text{kmol jam}$$

(Perry, pers 7- 9)

Menentukan Waktu tinggal

$$X_B = \frac{b \times Ca0 \times (1 - X_A)}{Cb0}$$

$$= \frac{1 \times 45,40 \times (1 - 0,96)}{43,58}$$

$$X_B = 0,125$$

$$C_A = \frac{Ca_0(1 - Xa)}{(1 + \epsilon_A \times Xa)}$$

$$= \frac{45,40 \times (1 - 0,960)}{(1 + -0,6481 \times 0,960)}$$

$$= 4,8061$$

$$C_B = \frac{Cb_0(1 - Xb)}{(1 + \epsilon_A \times Xa)}$$

$$= \frac{43,58 \times (1 - 0,125)}{(1 + -0,6481 \times 0,960)}$$

$$= 100,9281$$

$$r_A = k \times C_A \times C_B$$

$$= 0,524 \times 4,8061 \times 100,9$$

$$= 254,1176$$

$$\tau = \frac{Ca_0 \times Xa}{-ra}$$

$$= \frac{45,40 \times 0,96}{254,1175685}$$

$$= 0,171$$

$$t' = \frac{\tau}{(1 + \epsilon_A \times Xa)}$$

$$= \frac{0,171}{(1 + -0,6481 \times 0,96)}$$

$$= 0,454 \text{ jam} = 1634 \text{ detik}$$

$$\tau = \frac{V}{V_o}$$

$$V = V_o \times t'$$

$$= 15,12 \times 0,171$$

$$V = 2,592 \text{ m}^3 = 91,5509 \text{ ft}^3 = 2592,4304 \text{ Liter}$$

2. Volume Actual Reaktor

Dari tabel 4.22, Ulrich ditetapkan fravoid volume (porositas) (ε) = 0,7
maka untuk packing of sphere volume fluid friction

$$= 91,55 \text{ ft}^3 \times 0,7 = 64,0856$$

Maka volume actual reaktor adalah:

$$\begin{aligned} V &= 91,5509 + 64,0856 \\ &= 155,6365 \text{ ft}^3 = 4407,144149 \text{ Liter} \end{aligned}$$

$$L_{\text{reaktor}} = \frac{V_{\text{actual}}}{\pi / 4 (D_i)^2}$$

Dimana digunakan pipa dengan ketentuan ukuran nominal 5 sch. 40

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

$$ID = 5,047 \text{ in} = 0,4206 \text{ ft}$$

$$OD = 5,563 \text{ in} = 0,4636 \text{ ft}$$

$$A = 20,01 \text{ in}^2 = 0,1390 \text{ ft}^2$$

$$= \frac{V_{\text{actual}}}{\pi / 4 (D_i)^2}$$

$$L_{\text{pipa}} = 1120,8249 \text{ ft} = 341,63159 \text{ meter}$$

3. Panjang Potongan Pipa Berisi Katalisator (l)

Katalis untuk hidrolisis berisi karbon aktif dengan densitas :

$$\text{Densitas } \rho = 1,1797 \text{ kg/L} = 73,64661 \text{ lb/ft}^3$$

berat katalis = 30% dari massa total larutan dalam reaktor

$$= 5349,95 \text{ kg}$$

$$= 11794,50 \text{ lb}$$

$$l_{\text{pipa katalis (ID Basic)}} = \text{berat katalis} / (\rho \times A)$$

$$= \frac{11794,5009 \text{ lb}}{(73,65 \text{ lb/ft}^3 \times 0,1390 \text{ ft}^2)}$$

$$= 1152,5034 \text{ ft} = 351,2873 \text{ m}$$

4. Trial asumsi jumlah pipa

$$\text{asumsi } N_t = 100$$

$$N_t = \frac{L \text{ pipa}}{L \text{ pipa asumsi}}$$

$$\begin{aligned} L \text{ pipa asumsi} &= \frac{L \text{ pipa}}{N_t} \\ &= \frac{1120,8249}{100} \end{aligned}$$

$$= 11,2082 \text{ ft} \approx 11 \text{ ft} = 3,900 \text{ m}$$

5. Cheking l Pipa

$$\begin{aligned} \text{Rate} &= \frac{V_{\text{actual}}}{\text{waktu reaksi}} \\ &= \frac{155,6365}{1634,074} \\ &= 0,095 \text{ ft}^3/\text{detik} = 0,002697 \text{ m}^3/\text{detik} = 2,697 \text{ L/dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate 1 pipa} &= \frac{\text{Rate}}{N_t} \\ &= \frac{0,095}{100} \\ &= 0,000952 \text{ ft}^3/\text{detik} = 2,697\text{E-}05 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,03 \text{ L/dtk} \end{aligned}$$

6. Menentukan Diameter Reaktor

Susunan pipa dalam reaktor berbentuk segitiga (triangular) dengan:

$$\begin{aligned} P_T &= OD + \frac{1}{4} OD \\ &= 5,563 + \frac{1}{4} \times 5,563 \\ &= 6,954 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{luas satu pipa: } t &= P_T \cdot \sin 60^\circ \\ &= 6,02195 \text{ in}\end{aligned}$$

Luasan triangular pitch

$$\begin{aligned}A &= \frac{1}{2} \times P_T \times t \\ &= \frac{1}{2} \times 6,9538 \times 6,021948 \\ &= 20,94 \text{ in}^2 = 0,1454 \text{ ft}^2\end{aligned}$$

Dengan $N_t = 100$, maka:

$$\begin{aligned}\text{Luas pipa} &= N_t \times \text{luas segitiga} \\ &= 14,54 \text{ ft}^2.\end{aligned}$$

Asumsi luas pipa = 90% luas total.

$$\begin{aligned}\text{Luas total} &= \frac{\text{Luas pipa}}{0,9} \\ &= \frac{14,54}{0,9} \\ &= 16,16 \text{ ft}^2\end{aligned}$$

Menghitung diameter reaktor:

$$\begin{aligned}\text{Luas total} &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ d_i^2 &= \frac{\text{Luas total}}{\pi/4} \\ &= \frac{16,1555}{\pi/4} \\ d_i^2 &= 20,5803 \text{ ft}^2 \\ d_i &= 4,5365 \text{ ft} = 54,439 \text{ in} = 1,383 \text{ m}\end{aligned}$$

7. Menentukan Tebal Reaktor

$$ts = \frac{Pi \cdot di}{2 (f \cdot E - 0,6 \cdot Pi)} + c$$

Dimana :

Tipe pengelasan : Double Welded Butt Joint

Stress diijinkan (f) : 17.900

Faktor pengelasan (E) : 0,8

Faktor korosi (C) : 1/16 in

$$= \frac{14,7 \times 54,44}{2 (17900 \times 0,8 - 0,6 \times 14,7)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,09 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} \quad (\text{standarisasi ke brownell})$$

Menentukan OD standart

$$OD = ID + 2ts$$

$$= 54,44 + 3/8$$

$$= 55,19 \text{ in} \approx 60 \text{ in} = 1 2/4 \text{ m}$$

$$ID \text{ baru} = OD - 2ts$$

$$= 60 - 3/8$$

$$= 59,63 \text{ in} = 1,514475 \text{ m}$$

8. Menentukan Tebal Tutup Reaktor.

Direncanakan tutup atas dan tutup bawah berbentuk standard dished head.

$$tha = \frac{0,885 \cdot Pi \cdot d}{(f \cdot E - 0,1 \cdot Pi)} + c$$

$$= \frac{0,885 \times 14,696 \times 60,00}{(17900 \times 0,8 - 0,1 \times 14,696)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0,117 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in} \quad (\text{standarisasi ke brownell})$$

9. Menentukan Tinggi Tutup Reaktor.

Dari Brownell & Young, tabel 5.7, hal. 91 untuk OD = 60,00

$$S_f = 2 \text{ in}$$

$$r = 60,00$$

$$i_{cr} = 3 \frac{5}{8}$$

$$a = \frac{1}{2} \text{ IDs} = 29,81 \text{ in}$$

$$AB = \frac{1}{2} \text{ IDs} - i_{cr} = 26 \text{ in}$$

$$BC = r - i_{cr} = 56,38 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$= 49,9235$$

$$b = r - \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2}$$

$$= 10,0765 \text{ in}$$

$$OA = t_h + b + s_f$$

$$= 12 \frac{2}{8} \text{ in}$$

$$\text{Tinggi tutup} = h_a = h_b = OA = 12 \frac{2}{8} \text{ in} = 0,311506 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi pipa} = 11,21 \text{ ft} = 134,4990 \text{ in} = 3,416281 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi silinder} = 15,7 \text{ ft} = 188,6324 \text{ in} = 4,791274 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi reaktor (L)} = \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup}$$

$$= 15,7 + 2 \times 1,02200$$

$$= 17 \frac{6}{8} \text{ ft} = 213,16 \text{ in} = 5,414286 \text{ m}$$

Kesimpulan dimensi reaktor :

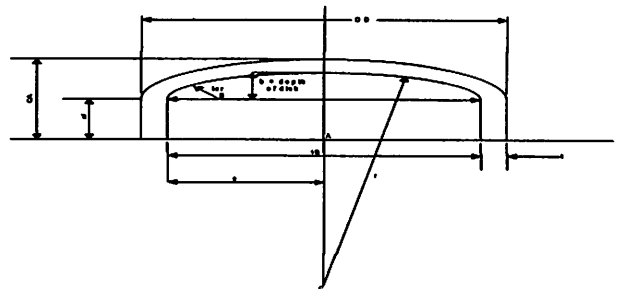
Silinder:

$$d_o = 60,00 \text{ in}$$

$$d_i = 59,63 \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

$$t_h = 3/16 \text{ in}$$



$$L_s = 188,632 \text{ in} = 15,7194 \text{ ft}$$

$$L = 213,2 \text{ in} = 17,763 \text{ ft}$$

Tube:

$$d_i = 5,047 \text{ in} = 0,421 \text{ ft} = 0,0198701 \text{ m}$$

$$d_o = 5,563 \text{ in} = 0,464 \text{ ft} = 0,0219016 \text{ m}$$

$$a'' = 0,139 \text{ in}^2$$

$$P_t = 6,022 \text{ in}$$

$$N_t = 100 \text{ buah}$$

6.2. PERHITUNGAN NOZZLE

A. Perancangan Nozzle

Nozzle pada tutup standart dished

- Nozzle untuk pemasukan bahan dari Mixer

Nozzle untuk silinder reaktor

- Nozzle untuk pemasukan air pendingin
- Nozzle untuk pengeluaran air pendingin

Nozzle untuk tutup bawah standard dishead

- Nozzle untuk pengeluaran produk

B. Dasar Perhitungan

- Nozzle untuk pemasukan bahan dari Mixer

$$\text{Bahan masuk} : 17833,1683 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas bahan} : 73,6466 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas bahan} : 0,0004 \text{ lb/ft.s}$$

Perhitungan

$$Q = \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{17833,1683}{73,6466} = 242,1451 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0,06726 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 D_i \text{ opt} &= 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18} \\
 &= 3 \times 0,37844 \times 0,24276 \\
 &= 0,2756 \text{ ft} \\
 &= 3,3073631 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 4 in IPS

Sch 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 4,5000 \text{ in} = 0,37500 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 4,0260 \text{ in} = 0,33550 \text{ ft} \\
 A &= 12,700 \text{ in}^2 = 0,08819 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

- **Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pendingin**

$$\begin{aligned}
 \text{Bahan masuk} &: 6841,744 \text{ kg/jam} = 15083,9940 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas bahan} &: 61,6831 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Viskositas bahan} &: 0,0003 \text{ lb/ft.s}
 \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{15083,9940}{61,6831} = 244,540 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,06793 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 D_i \text{ opt} &= 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18} \\
 &= 3 \times 0,37978 \times 0,23823 \\
 &= 0,2714 \text{ ft} \\
 &= 3,25707148 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 4 in

IPS Sch 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 4,5000 \text{ in} = 0,37500 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 4,0260 \text{ in} = 0,33550 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 12,7000 \text{ in}^2 = 0,08819 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

- Nozzle untuk pengeluaran produk

$$\begin{aligned}
 \text{Bahan masuk} &: 17833,1683 \text{ lb/jam} \\
 \text{Densitas bahan} &: 73,6466 \text{ lb/ft}^3 \\
 \text{Viskositas bahan} &: 0,0004 \text{ lb/ft.s}
 \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{bahan masuk}}{\text{densitas bahan}} = \frac{17833,1683}{73,6466} = 242,145 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0,06726 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

Dari Peters & Timmerhaus, pers. 47 hal : 365, didapatkan :

$$\begin{aligned}
 D_i \text{ opt} &= 3 \times Q^{0.36} \times \mu^{0.18} \\
 &= 3 \times 0,37844 \times 0,24276 \\
 &= 0,2756 \text{ ft} \\
 &= 3,3073631 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standardisasi D_i dari Kern Tabel 11, hal. 844, maka dipilih pipa 4 in IPS

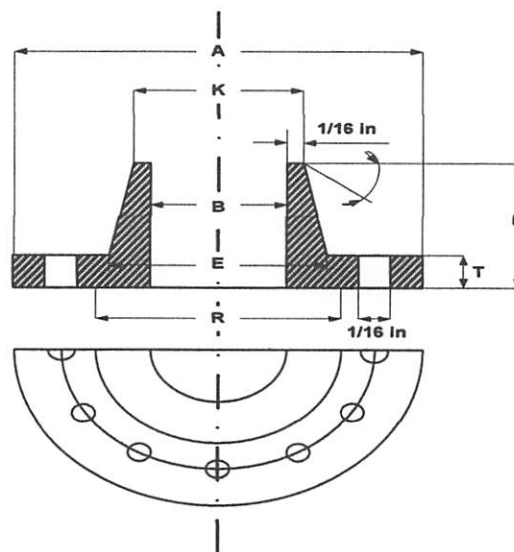
Sch 40 dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{OD} &= 4,5000 \text{ in} = 0,37500 \text{ ft} \\
 \text{ID} &= 4,0260 \text{ in} = 0,33550 \text{ ft} \\
 \text{A} &= 12,700 \text{ in}^2 = 0,08819 \text{ ft}^2
 \end{aligned}$$

PENENTUAN FLANGE PADA NOZZLE

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

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	4	9	15/16	6 1/5	5 5/16	4,500	3	4,03
B	4	9	15/16	6 1/5	5 5/16	4,500	3	4,03
C	4	9	15/16	6 1/5	5 5/16	4,500	3	4,03



Gambar 6.2.2. Dimensi Flange pada Nozzle

Keterangan :

- A = Nozzle untuk pemasukan bahan dari Mixer tank
- B = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin
- C = Nozzle untuk pengeluaran produk

dimana,

- NPS = ukuran pipa nozzle (in)
- A = diameter luar flange (in)
- T = ketebalan flange (in)
- R = diameter luar bagian yang menonjol (in)
- E = diameter pusat dari dasar (in)

K = diameter hubungan pada titik pengelasan (in)

L = panjang (in)

B = diameter dalam flange (in)

Perhitungan penguat

a. Menentukan lubang maksimum tanpa penguat

Dari Hesse dan Rouston, pers. 10.29

$$K = \frac{P \cdot D_o}{2 \cdot t \cdot f}$$

Dimana:

P = tekanan operasi = 14,70 psi

D_o = diameter luar dinding shell = 60 in

t = tebal shell = 1/5 in

f = stress yang diijinkan = 17.900

K = 1/8

D_o x t = 11,25 in².

Dari Hesse, fig. 10.27, diperoleh bahwa lubang (diameter maksimum)

in sehingga setiap lubang yang lebih besar dari 5 in memerlukan penguat

Jadi nozzle yang perlu penguat:

Menghitung dimensi penguat

a. Nozzle untuk aliran pemasukkan umpan

Diameter nozzle = 4,5000 in

Tekanan operasi = 14,7 psi

Diameter dalam Nozzle = 4,0260 in

Dari pers. 10.30, Hesse dan Rouston, didapatkan:

$$t = \frac{P \cdot D_i}{1,8 \cdot f}$$

Ditetapkan tebal penguat = 0,0018 in

Luas penguat yang diperlukan:

$$A = (2 \cdot Dh - 2) t$$

(pers. 10.31, Hesse and Rouston, hal. 281)

Dimana:

Dh = diameter lubang

A = luas penguat.

t = tebal penguat

$$A = 0,013 \text{ in}^2$$

Digunakan penguat berbentuk cincin.

Diameter luar penguat (Do).

$$A = \frac{(Do^2 - Dh^2)}{4}$$

$$Do = 20,3 \text{ in}$$

$$Do = 4,506 \text{ in}$$

Jadi digunakan Diameter luar penguat nozzle = 5 in

b. Nozzle untuk aliran pemasukkan dan pengeluaran air pendingin

$$\text{Diameter nozzle} = 4,5000 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan operasi} = 14,7 \text{ psi}$$

$$\text{Diameter dalam Nozzle} = 4,0260 \text{ in}$$

Dari pers. 10.30, Hesse dan Rouston, didapatkan:

$$t = \frac{P \cdot Di}{1,8 \cdot f}$$

$$\text{Ditetapkan tebal penguat} = 0,0018 \text{ in}$$

Luas penguat yang diperlukan:

$$A = (2 \cdot Dh - 2) t$$

(pers. 10.31, Hesse and Rouston, hal. 281)

Dimana:

Dh = diameter lubang

A = luas penguat.

t = tebal penguat

$$A = 0,013 \text{ in}^2$$

Digunakan penguat berbentuk cincin.

Diameter luar penguat (D_o).

$$A = \frac{(D_o^2 - D_h^2)}{4}$$

$$D_o' = 20,3 \text{ in}^2$$

$$D_o = 4,506 \text{ in}$$

Jadi digunakan Diameter luar penguat nozzle = 5 in

c. Nozzle untuk aliran pengeluaran umpan produk.

$$\text{Diameter nozzle} = 4,5000 \text{ in}$$

$$\text{Tekanan operasi} = 14,696 \text{ psi}$$

$$\text{Diameter dalam Nozzle} = 4,0260 \text{ in}$$

Dari pers. 10.30, Hesse dan Rouston, didapatkan:

$$t = \frac{P \cdot D_i}{1,8 \cdot f}$$

$$\text{Ditetapkan tebal penguat} = 0,0018 \text{ in}$$

Luas penguat yang diperlukan:

$$A = (2 \cdot D_h - 2) t \quad (\text{pers. 10.31, Hesse and Rouston, hal. 281})$$

Dimana:

D_h = diameter lubang

A = luas penguat.

t = tebal penguat

$$A = 0,013 \text{ in}^2$$

Digunakan penguat berbentuk cincin.

Diameter luar penguat (D_o).

$$A = \frac{(D_o^2 - D_h^2)}{4}$$

$$D_o' = 20,3$$

$$D_o = 4,506 \text{ in}$$

Jadi digunakan Diameter luar penguat nozzle = 5 in

6.3. PERANCANGAN GASKET, BOLTING DAN FLANGE PADA TANGKI

Dari perancangan silinder reaktor dapat diketahui data sebagai berikut :

- Tebal silinder (t_s) = 1/5 in
- Diameter dalam silinder (d_i) = 59,6250 in
- Diameter luar silinder (d_o) = 60,00 in
- Tekanan internal tangki (P_i) = 14,6960 psi
- Stress yang diijinkan (f) = 17.900
- Faktor korosi yang dipakai (C) = 1/16 in

A. Dimensi Gasket

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

Bahan konstruksi = Flat metal, jacketed, asbestos filled
(stainless steel)

Gasket factor (m) = 3,75

Min design seating stress (y) = 9000

Perhitungan Lebar Gasket

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

(Brownell & Young, Pers. 12.2, hal. 226)

dimana,

d_o = diameter luar gasket

d_i = diameter dalam gasket

y = Min design seating stress

p = internal pressure

m = gasket factor

Diketahui : d_i gasket = d_o shell = 204 in

sehingga :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - 14,6960 \times 3,75}{9000 - 14,696 \times (3,75 + 1)}}$$

$$\frac{d_o}{60} = 1,0008225$$

$$d_o = 60,049 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{60,049 - 60}{2} \\ &= 0,025 \\ &= \frac{0,395}{16} \approx \frac{1}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Diambil lebar gasket (n)} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

Diameter rata-rata gasket (G) :

$$\begin{aligned} G &= d_i + n \\ &= 60 + 3/16 \\ &= 60,188 \text{ in} \end{aligned}$$

Perhitungan Beban Gasket (W_{m2})

Beban gasket agar tidak bocor (H_y)

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

dimana,

b = beban efektif gasket

G = diameter rata-rata gasket

y = 9000

Dari fig. 12.12 Brownell & Young, hal. 229 :

$b = b_o$ jika $b_o \leq \frac{1}{4} \text{ in}$

$$b = \sqrt{\frac{b_o}{2}} \text{ jika } b_o > 1/4 \text{ in}$$

$$\text{Lebar setting gasket bawah} = b_o = \frac{n}{2} = \frac{1/5}{2} = 0,09375 \text{ in}$$

$$\text{karena } \leq 1/4 \text{ in, maka } b = b_o = 0,094 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} W_{m2} &= H_y = \pi \times b \times G \times y \\ &= 3,14 \times 0,0938 \times 60,1875 \times 9000 \\ &= 159459,258 \text{ lb} \end{aligned}$$

Perhitungan Beban Operasi pada Kondisi Kerja (W_{m1})

$$W_{m1} = H + H_p \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.91, hal. 240})$$

- Beban untuk menjaga sambungan (H_p)

$$\begin{aligned} H_p &= 2\pi \times b \times G \times m \times p \\ &= 2 \times 0,09375 \times 60,188 \times 3,75 \times 14,6960 \\ &= 1952,844377 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned} H &= \frac{\pi}{4} \times G^2 \times p \\ &= \frac{3,14}{4} \times (60,1875)^2 \times 14,6960 \\ &= 41790,9 \text{ lb} \end{aligned}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} W_{m1} &= H + H_p \\ &= 41790,870 + 1952,8444 \\ &= 43743,714 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa $W_{m2} > W_{m1}$, sehingga dapat disimpulkan bahwa beban kerja yang digunakan dalam proses adalah W_{m2} .

B. Dimensi Bolting

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

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
 Tensile strength min. : 75000 psi
 Allowable stress (f) : 15000

Perhitungan luas minimum bolting area

$$\begin{aligned}
 A_{m2} &= \frac{W_{m2}}{f} \\
 &= \frac{159459,258}{15000} \\
 &= 10,630617 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

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

Ukuran baut : 2 in
 Root area : 2,3 in²
 Bolt spacing minimum (Bs) : 4 1/4 in
 Minimum radial distance (R) : 2 1/2 in
 Edge distance (E) : 2 in
 Nut dimension : 3 1/8 in
 Maximum fillet radius : 11/16 in

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah bolting optimum} &= \frac{A_{m2}}{\text{root area}} \\
 &= \frac{10,630617}{2,3} \\
 &= 4,6220 \approx 5 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Evaluasi lebar gasket

$$\begin{aligned}
 A_{b_{\text{actual}}} &= \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\
 &= 5 \times 2,3
 \end{aligned}$$

$$= 11,5000 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum (W)

$$\begin{aligned} W &= A_{b_{\text{actual}}} \times \frac{f}{2 \times \pi \times y \times G} \\ &= \frac{11,5000 \times 15000}{2 \times 3,14 \times 9000 \times 60,1875} \\ &= 0,0507085 \text{ in} \end{aligned}$$

Nilai $W <$ lebar gasket yang telah ditentukan (0.0938 in), sehingga lebar gasket telah memadai.

C. Dimensi Flange

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

Bahan konstruksi	: High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310
Tensile strength min.	: 75000 psi
Allowable stress (f)	: 18750
Type flange	: Loose ring flange

Perhitungan diameter luar flange (A)

$$\begin{aligned} \text{Do flange} &= \text{bolt circle diameter} + 2E \\ &= C + 2E \end{aligned}$$

Dari dimensi baut didapatkan :

$$\begin{aligned} R &= 2 \frac{1}{2} \text{ in} \\ E &= 2 \text{ in} \\ g_o &= t_s = \frac{1}{5} \text{ in} \\ C &= \text{di gasket} + 2 (1,415 \times g_o \times R) \\ &= 60 + 2 \times 1,415 \times \frac{1}{5} \times 2 \frac{1}{2} \\ &= 61,3266 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Maka, Do flange} = 61,3266 + 2 \times 2$$

$$= 65,3266 \text{ in}$$

Perhitungan Moment

Total moment pada kondisi operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

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

$$\begin{aligned} W &= \left[\frac{A_{m2} + A_b}{2} \right] \times f \\ &= \frac{10,630617 + 11,5000}{2} \times 18750 \\ &= 207474,5361 \text{ lb} \end{aligned}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle :

$$\begin{aligned} h_G &= \frac{C - G}{2} && (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.101, hal. 242}) \\ &= \frac{61,3266 - 60,1875}{2} \\ &= 0,5695313 \text{ in} \end{aligned}$$

Menentukan moment flange (M_a) :

$$\begin{aligned} M_a &= W \times h_G \\ &= 207474,5361 \times 0,5695 \\ &= 118163,2319 \text{ in} \end{aligned}$$

Dalam kondisi operasi :

$$W = W_{m2} = 159459,258 \text{ lb} \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.95, hal. 242})$$

Menghitung moment komponen hingga H_D (M_D)

$$M_D = H_D \times h_D \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.96, hal. 242})$$

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

$$= 0,785 \times 3600 \times 14,6960$$

$$= 41530,896 \text{ lb}$$

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

$$= \frac{61,3266 - 60}{2}$$

$$= 0,6632813 \text{ in}$$

maka :

$$M_D = H_D \times h_D$$

$$= 41530,896 \times 0,66328$$

$$= 27546,6646 \text{ lb.in}$$

Menghitung moment komponen hingga H_G (M_G)

$$M_G = H_G \times h_G$$

$$H_G = W - H = W_{m2} - H$$

$$= 159459,258 - 41790,870$$

$$= 117668,3881 \text{ lb}$$

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

$$= \frac{61,3266 - 60,1875}{2}$$

$$= 0,5695313 \text{ in}$$

maka,

$$M_G = H_G \times h_G$$

$$= 117668,3881 \times 0,56953$$

$$= 67015,82418 \text{ lb.in}$$

Menghitung moment komponen hingga H_T (M_T)

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Brownell \& Young, Pers. 12.97, hal. 242})$$

$$\begin{aligned} H_T &= H - H_D \\ &= 41790,8697 - 41530,896 \\ &= 259,9737 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_T &= \frac{h_D + h_G}{2} \\ &= \frac{0,6632813 + 0,56953}{2} \\ &= 0,61641 \text{ in} \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T \\ &= 259,9737 \times 0,61641 \\ &= 160,2494 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Maka moment total pada keadaan operasi :

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= 27546,6646 + 67015,82418 + 160,2494 \\ &= 94722,7382 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

$$\text{Karena } M_o < M_a, \text{ maka } M_{\max} = M_a = 118163,23 \text{ lb.in}$$

Perhitungan tebal flange

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

sehingga diperoleh rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \quad \text{dan } k = A/B$$

dimana, A = diameter luar flange

B = diameter luar silinder

f = stress yang diijinkan

$$\text{maka, } k = \frac{65,3266}{60}$$

$$= 1,089$$

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

$$Y = 23$$

$$M_{\max} = M_a = 118163,2319 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

$$= \sqrt{\frac{23 \times 118163,23}{18750 \times 60}} = 1,5543 \text{ in}$$

Kesimpulan Perancangan

1. Flange

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310

Tensile strength minimum = 75000 psia

Allowable stress (f) = 18750

Tebal = 1,55 in

OD = 65,327 in

Type flange = Ring Flange Loose Type

2. Bolting

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304

Tensile strength minimum = 75000 psia

Allowable stress (f)	=	15000	
Ukuran	=	2	in
Jumlah	=	5	buah
Edge distance	=	2	in
Minimum radial distance	=	2 1/2	in
Bolt spacing	=	4 1/4	in

3. Gasket

Bahan konstruksi	=	Flat metal, jacketed, asbestos filled (stainless steel)
Gasket factor (m)	=	3,75
Min design seating stress	=	9000 psia
Lebar	=	3/16 in

6.4. PERANCANGAN SISTEM PENYANGGA

A. Menghitung berat total tangki

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban Reaktor Multitube dan perlengkapannya.

Beban - beban yang ditahan oleh penyangga Reaktor Multitube meliputi :

- a. Berat shell
- b. Berat tutup atas dan bawah
- c. Berat liquid dalam reaktor
- d. Berat tube
- e. Berat attachment
- f. Berat Baffle
- g. Berat katalis
- h. Berat air pendingin
- i. Berat tube sheet

Dasar Perhitungan :**a. Berat shell**

Rumus :

$$W_s = \pi/4 (D_o^2 - D_i^2) H. \rho$$

Dimana :

 W_s = berat shell, lb D_o = diameter luar shell = 60,00 in = 5 ft D_i = diameter dalam shell = 59,63 in = 4,969 ft H = tinggi shell (Ls) = 188,632 in = 15,72 ft ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft³*(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal.3-95)***Berat shell**

$$W_s = (\pi/4) \times [(5)^2 - (4,969)^2] \times 15,72 \times 489$$

$$= 1879,768536 \text{ lb}$$

$$= 852,6442102 \text{ kg}$$

b. Berat tutup atas dan bawah

Rumus :

$$W_d = A . t . \rho$$

$$A = 6,28 . L . h \quad \text{(Hesse, persamaan 4-16 hal.92)}$$

Dimana :

 W_d = berat tutup , lb A = luas tutup standar dishead, ft² t = tebal tutup (th) = 3/16 in = 0,016 ft ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft³*(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal.3-95)*

$$L = \text{crown radius (r)} = 60,00 \text{ in} = 5 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi tutup (h)} = 12 \frac{2}{8} \text{ in} = 1,022 \text{ ft}$$

Luas tutup :

$$\begin{aligned} A &= 6,28 \times 60 \times 12,26 \\ &= 4621,076647 \text{ in}^2 \\ &= 32,09081 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup

$$\begin{aligned} W_d &= 32,09081 \times 0,01563 \times 489 \\ &= 245,19385 \text{ lb} \\ &= 111,21748 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tutup bawah dan atas} &= 2 \times W_d \\ &= 2 \times 111,21748 \\ &= 222,43495 \text{ kg} \end{aligned}$$

c. Berat liquid dalam reaktor

Rumus :

$$W_l = m \times t$$

Dimana :

$$m = \text{berat larutan dalam tangki} = 39315,00288 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal liquid} = 1 \text{ jam}$$

Maka :

$$\begin{aligned} W_l &= 39315,00288 \times 1 \\ &= 39315,00288 \text{ lb} \\ &= 17832,89215 \text{ kg} \end{aligned}$$

d. Berat tube

Rumus :

$$W_t = (\pi/4 (D_o^2 - D_i^2) H. \rho) \times \text{jumlah tube}$$

Dimana :

W_t = berat tube, lb

D_o = diameter luar tube = 5,563 in = 0,464 ft

D_i = diameter dalam tube = 5,047 in = 0,421 ft

H = panjang tube = 134,49899 in = 11,21 ft

ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ft³

(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal.3-95)

Berat tube

$$\begin{aligned} W_t &= (\pi/4) \times [(0,464)^2 - (0,421)^2] \times 11,21 \times 489 \times 100 \\ &= 16357,57363 \text{ lb} \\ &= 7419,631821 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. Berat attachment

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

Dari Brownell & Young, halaman 157 :

$$W_a = 18 \% W_s$$

Dimana :

W_a = berat attachment, lb

W_s = berat shell = 1879,768536 lb = 852,6442 kg

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= 0,18 \times 852,64421 \text{ kg} \\ &= 153,47596 \text{ kg} \end{aligned}$$

f. Berat Baffle

$$W_b = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 75 \% \pi/4 \text{ di}$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal.92)

Dimana :

W_b = berat baffle , lb

A = luas baffle, ft^2

t = tebal baffle = 0,1875 in = 0,016 ft

ρ = densitas bahan konstruksi = 489 lb/ ft^3

(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal.3-95)

d_i = diameter dalam shell = 59,63 in

h = tinggi tube = 134,499 in = 11,208 ft

B = baffle spacing = 15 in

$$\text{Jumlah baffle} = \frac{h}{B} = \frac{134,499}{14,90625} = 9 \text{ buah}$$

Luas tutup :

$$\begin{aligned} A &= 0,75 \times 0,785 \times 59,63 \\ &= 35,10421875 \text{ in}^2 \\ &= 0,2437793 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat baffle

$$\begin{aligned} W_b &= 0,2437793 \times 0,01563 \times 489 \\ &= 1,8626262 \text{ lb} \\ &= 0,8448686 \text{ kg} \end{aligned}$$

g. Berat katalis

$$\begin{aligned} \text{Berat katalis} &= \text{berat katalis dalam reaktor} \\ &= 11794,50086 \text{ lb} \\ &= 5349,867646 \text{ kg} \end{aligned}$$

h. Berat air pendingin

$$\begin{aligned} \text{Berat air pendingin} &= \text{jumlah laju alir air pendingin} \\ &= 6841,744461 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$= 3103,34687 \text{ kg}$$

i. Berat tube sheet

$$\text{Luas baffle} = 0,244 \text{ ft}^2$$

$$\text{Tebal baffle} = 0,016 \text{ ft} = 0,188 \text{ in}$$

$$\text{Luas baffle} = 80 \% \text{ Luas tube sheet}$$

$$\text{Luas tube sheet} = 0,30472 \text{ ft}^2$$

Berat tube sheet (W_{ts})

$$W_{ts} = 2 \times \text{luas tube sheet} \times \text{tebal baffle} \times \text{densitas bahan}$$

$$= 2 \times 0,30472412 \times 0,015625 \times 489$$

$$= 4,6565655 \text{ lb} = 2,1121715 \text{ kg}$$

Berat total penyangga

$$W_{\text{total}} = W_s + W_d + W_l + W_t + W_a + W_b + W_k + W_{cw} + W_{ts}$$

$$= 852,64421 + 222,4349528 + 17832,892 + 7419,632 +$$

$$153,47596 + 0,844868614 + 5349,8676 + 3103,347 +$$

$$2,1121715$$

$$= 34937,2507 \text{ kg}$$

$$= 77022,66279 \text{ lb}$$

Dengan memperhatikan faktor keamanan sebesar 20% maka berat total beban reaktor adalah :

$$W_{\text{TOTAL}} = 1,2 \times 34937,2507$$

$$= 41924,70078 \text{ kg}$$

$$= 92427,19535 \text{ lb}$$

B. Perancangan Leg Support (Penyangga)

Reaktor yang dirancang nantinya akan diletakkan didalam bangunan sehingga tidak dipengaruhi dengan adanya tekanan angin.

Dasar Perhitungan :*Beban tiap kolom :*

$$P = \frac{4 \times P_w \times (H-L)}{n \times D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n} \quad (\text{Pers. 10.76 Brownell \& Young, hal.197})$$

dimana,

P = beban tiap kolom, lb

 P_w = total beban permukaan karena angin, lb V_w = kecepatan angin = 10 knot = 18,52 km/jam = 11,5078 mph

H = tinggi vessel dari pondasi, ft

L = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft

P = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

n = jumlah support = 4 buah

W = berat total = 92427,1953 lb

 D_{bc} = diameter anchor bolt circleKarena $P_w = 0$

Maka:

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

Untuk penahan dipilih kolom jenis I-Beam yang berjumlah 6 buah sehingga gaya yang bekerja pada 1 leg adalah :

$$\begin{aligned} P &= \frac{\Sigma W}{n} \\ &= \frac{41924,70}{6} \\ &= 6987,4501 \text{ kg} \\ &= 15404,533 \text{ lb} \end{aligned}$$

Trial Ukuran I Beam

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

Trial I-Beam 7 in ukuran $7 \times 3 \frac{5}{8}$ dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu), didapatkan :

Nominal size	:	7 in
Berat	:	15,3 lb
Area of section (Ay)	:	4,43 in ²
Depth of beam (h)	:	7 in
Width of flange (b)	:	3,660 in
I ₁₋₁	:	36,20 in ⁴
Axis (r)	:	2,860 in

- Menghitung tinggi total reaktor (H)

Jarak antara base plate dengan bagian bawah silinder (L) diambil untuk nilai optimumnya, yaitu 5 ft

Tinggi reaktor = 17,7633705 ft

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total reaktor (H)} &= 5 + 17,763371 \\ &= 22,76337054 \text{ ft} \end{aligned}$$

- Menghitung panjang Leg (l)

$$\begin{aligned} l &= 0,5 H + 2,5 \text{ ft} \\ &= 0,5 \times 22,7633705 + 2,5 \text{ ft} \\ &= 13,881685 \text{ ft} \\ &= 166,58022 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menghitung bearing capacity (fc)

Dengan :

$$\frac{l}{r} = \frac{166,58022}{2,860} = 58,2448 > 60$$

Maka :

$$f_c = \frac{18000}{1 + \frac{58,2448}{18000} i^2} = 15145,523$$

sehingga :

$$\begin{aligned} f_{\text{eksentrik}} &= \frac{P(a + 0,5b)}{\frac{I_{1-1}}{0,5b}} \\ &= \frac{15404,533 \left(\frac{1,5}{36,20} + \frac{0,5 \times 3,660}{0,5 \times 3,660} \right)}{0,5 \times 3,660} \\ &= 2593,195606 \text{ lb/in}^2 \\ f_{c \text{ aman}} &= f_c - f_{\text{eksentrik}} \\ &= 15145,52281 - 2593,1956 \\ &= 12552,327 \text{ psi} \end{aligned}$$

Luas yang dibutuhkan (A)

$$\begin{aligned} A &= \frac{P}{f_{c \text{ aman}}} \\ &= \frac{15404,5326}{12552,327} \\ &= 1,2272252 \text{ in}^2 < A_y \end{aligned}$$

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

C. Perancangan Base Plate

Perencanaan :

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

Bahan konstruksi	:	Beton
Ketahanan bearing terhadap stress (f_c)	:	600 lb/in ²
Kedalaman beam(h)	:	7 in
Lebar flange (b)	:	3,660 in

- Menghitung luas penampang base plate (A_{bp})

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= \frac{P}{f_c} \\
 &= \frac{15404,5}{600} \\
 &= 25,674221 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

- Menghitung panjang dan lebar base plate

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 A_{bp} &= \text{luas base plate} \\
 &= 25,674221 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 l &= \text{lebar base plate, in} \\
 &= 2n + 0,95h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p &= \text{panjang base plate, in} \\
 &= 2m + 0,8b
 \end{aligned}$$

Diasumsikan $m = n$

(Hesse, hal. 163)

$$b = 4,994 \text{ in}$$

$$h = 10 \text{ in}$$

maka,

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

$$25,67422 \text{ in}^2 = [2m \times (2n + 0,8b)] + [0,95h \times (2n + 0,8b)]$$

$$25,67422 \text{ in}^2 = (2m + 4,75) \times (2m + 2,4)$$

$$25,67422 \text{ in}^2 = 4m^2 + 19,156m + 19,4712$$

$$0 = m^2 + 4,789m - 1,55076$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

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

$$m = 0,3044601 \text{ in}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Panjang base plate (p)} &= 2m + 0,8b \\ &= (2 \times 0,3044601) + (0,8 \times 3,66) \\ &= 3,536920148 \text{ in} \approx 4 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar base plate (l)} &= 2n + 0,95h \\ &= (2 \times 0,3044601) + (0,95 \times 7) \\ &= 7,258920148 \text{ in} \approx 8 \text{ in} \end{aligned}$$

Karena nilai $l > p$, maka nilai l dijadikan sebagai acuan menghitung $A_{bp \text{ baru}}$,

agar $A_{bp \text{ baru}} > A_{bp}$

- Menghitung luas penampang base plate baru ($A_{bp \text{ baru}}$)

$$\begin{aligned} A_{bp \text{ baru}} &= p \times l \\ &= 4 \times 8 \\ &= 32 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

- Menghitung harga m dan n baru

Harga m atau n yang dipakai adalah yang memiliki harga terbesar.

$$\begin{aligned} p &= 2m + 0,8b \\ 7,25892 &= 2m + (0,8 \times 3,66) \\ m &= 2,1654601 \text{ in} \end{aligned}$$

$$l = 2n + 0,95h$$

$$7,25892 = 2n + (0,95 \times 7)$$

$$n = 0,3044601 \text{ in}$$

Karena harga $m > n$ maka m dijadikan sebagai acuan

- Menghitung stress yang harus ditahan oleh bearing (fc')

$$\begin{aligned} fc' &= \frac{P}{A_{bp \text{ baru}}} \\ &= \frac{15404,5}{32} \\ &= 481,39164 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Karena $fc' < fc$, maka dimensi base plate sudah memenuhi

- Menghitung tebal base plate

Diketahui :

$$m = 2,1654601 \text{ in}$$

$$P = fc' = 481,39164 \text{ lb/in}^2$$

maka,

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{0,00015 \times P \times m^2}{0,00015 \times 481,3916424 \times 2,1654601^2}} \\ &= 0,5818956 \text{ in} \end{aligned}$$

- Menghitung dimensi baut dari base plate

Diketahui :

$$\text{Gaya yang bekerja pada I Leg (P)} = 15404,53 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada setiap Leg} = 4 \text{ buah}$$

Beban tiap baut :

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

$$= \frac{15404,5}{4}$$

$$= 3851,1331 \text{ lb}$$

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

Max Allowable stress (f) : 15000 psi

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

$$= \frac{3851,13}{15000}$$

$$= 0,2567422 \text{ in}^2$$

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

$$0,257 = \frac{3,14 \times d_{\text{baut}}^2}{4}$$

$$d_{\text{baut}} = 0,5718917 \text{ in}$$

Standarisasi diameter baut dari Tabel 10.4 Brownell & Young hal. 188

sehingga diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut = 1 in

Root area = 0,551

Bolt spacing min = 2,25 in

Min. Radial distance = 1 3/8 in

Edge distance = 1,0625 in

Nut dimension = 1 5/8 in

Max filled radius = 4/9 in

D. Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan:

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

Type : Double gusset plate
 Bahan : High Alloy Steel SA-193 Grade B8t type 321
 Max Allowable stress (f) : 15000 psia
 μ steel : 0,3

- Menghitung tebal horizontal plate (thp)

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

$$M_y = \frac{P}{\pi} \times \left[(1+\mu) \times \ln \frac{2 \times 1}{\pi} + (1-\nu_1) \right]$$

- Menentukan gusset spacing (b')

Diketahui :

$$\text{Lebar flange (b)} = 3,66 \text{ in}$$

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

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

$$= 3,66 + (2 \times 1)$$

$$= 5,66 \text{ in}$$

- Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta ν_1

Diketahui :

$$l = b_{\text{l-Beam}} = \text{lebar flange} = 3,66 \text{ in}$$

$$\frac{b'}{l} = \frac{5,66}{3,66} = 1,546$$

Dari Tabel 10.6 Brownell & Young hal. 192 diperoleh :

$$\nu_1 = 0,125$$

- Menentukan radius (e)

Diketahui :

Tebal silinder reaktor = 3/16 in

$$e = 0,5t_s + 1,5 + 0,5 b_{I-Beam}$$

$$= 3,42375$$

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

$$M_y = 1415,851657 \text{ in-lb}$$

Maka :

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

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times 1415,851657}{15000}} = 0,7525561 \text{ in}$$

- Menghitung tebal gusset (t_g)

$$t_g = \frac{3}{8} \times thp$$

$$= \frac{3}{8} \times 0,7526$$

$$= 0,2822085 \text{ in}$$

- Menghitung tinggi gusset (h_g)

$$h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$\text{Dimana } A = \text{lebar lug} = \text{ukuran baut} + 9 \text{ in}$$

$$= 1 \text{ in} + 9 \text{ in}$$

$$= 10 \text{ in}$$

Maka :

$$h_g = A + \text{ukuran baut}$$

$$= 10 + 1$$

$$= 11 \text{ in}$$

- Menghitung tinggi lug (h)

$$h = h_g + 2t_{hp}$$

$$= 11 \text{ in} + 2(0,752556086)$$

$$= 12,505112 \text{ in}$$

6.5. PERANCANGAN PONDASI

Dasar perhitungan :

- Beban tiap kolom (W)

$$W = P = 15404,53 \text{ lb}$$

- Menghitung beban base plate (W_{bp})

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

Dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 4 \text{ in} = 0,3333 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 8 \text{ in} = 0,667 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 0,5818956 \text{ in} = 0,048491 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas bahan konstruksi} = 481 \text{ lb/ft}^3$$

Beban yang ditanggung tiap kolom :

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

$$= 0,3333 \times 0,6667 \times 0,0484913 \times 481$$

$$= 5,1831813$$

- Menghitung beban kolom penyangga

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

Dimana :

$$\begin{aligned}
 L &= \text{Tinggi kolom} &= 7 \text{ in} &= 0,583 \text{ ft} \\
 A &= \text{luas kolom I-Beam} &= 1,227 \text{ in}^2 &= 0,009 \text{ ft} \\
 F &= \text{faktor koreksi} &= 3,4 \\
 \rho &= \text{densitas dari bahan konstruksi} &= 481 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

Maka beban tiap penyangga :

$$\begin{aligned}
 W_p &= L \times A \times F \times \rho \\
 &= 0,5833 \times 0,00852 \times 3,4 \times 481 \\
 &= 8,1302251 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

- Menghitung berat total dari reaktor dan support

$$\begin{aligned}
 W_T &= W + W_{bp} + W_p \\
 &= 15404,53 + 5,183181298 + 8,1302251 \\
 &= 15417,8460 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom

Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

- Luas pondasi atas = 20 x 20 in
- Luas pondasi bawah = 32 x 32 in
- Tinggi = 25 in

$$\begin{aligned}
 \text{Luas pondasi rata-rata (A)} &= \left[\frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \right] \\
 &= \left[\frac{(20 \times 20) \text{ in}^2 + (32 \times 32) \text{ in}^2}{2} \right] \\
 &= 712 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pondasi (V)} &= A \times H \\
 &= 712 \times 25 \\
 &= 17800 \text{ in}^3 \\
 &= 10,30092593 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Bahan konstruksi pondasi : semen batu pasir

Densitas : 137 lb/ft³

(Tabel 2-118 Perry's)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pondasi (W)} &= V \times \rho \\
 &= 10,30092593 \times 137 \\
 &= 1411,226852 \text{ lb} \\
 &= 640,1183877 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Menghitung tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan

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

(Tabel 12.2 Hesse, hal 327)

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned}
 P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\
 &= 22046,00 \text{ lb/ft}^2
 \end{aligned}$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

W = berat beban total + berat pondasi

A = Luas bawah pondasi

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W}{A} \\
 &= \frac{15417,8 + 1411,22685}{1024} \\
 &= 16,43464 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

$$= 2366,588365 \text{ lb/ft}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (20 x 20) in dan ukuran luas bawah sebesar (32 x 32) in dengan tinggi pondasi sebesar 25 in digunakan.

6.2. Reaktor Multi tubular (R-130) (Yasinta T.M.N.Niron 05.14.001)

KESIMPULAN :

Jenis	: Fixed-Bed Multi Tubular Reaktor
Kode Alat	: R-130
Fungsi	: Mereaksikan Asam Epoksisuccinic ($C_4H_4O_5$) dan H_2O menjadi Tartaric Acid ($C_4H_6O_6$) dengan bantuan katalis Karbon Aktif
Bentuk	: Kolom silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standart dished
Prinsip kerja	: Tube yang berisi katalis karbon aktif dialiri $C_4H_5O_5$ melalui nozzle bagian atas reaktor yang direaksikan untuk menghasilkan $C_4H_6O_6$ yang akan keluar melalui nozzle bawah reaktor, dimana mekanisme reaksi yang bersifat Eksotermis menyebabkan dibutuhkannya air pendingin yang disirkulasikan pada bagian Shell.

Spesifikasi Peralatan :

Kesimpulan Dimensi Reaktor

1. Bagian Silinder

Bahan Konstruksi	: High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Allowble Stress (f)	: 17.900 psia
Tipe pengelasan	: Double welded butt joint, E = 0,8
Volume tangki(V_T)	: 155,6365 ft ³
Diameter dalam (d_i)	: 59,6250 in

= 2366,588365 lb ft³

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas alas sebesar (20 x 20) in dan ukuran luas bawah sebesar (32 x 32) in dengan tinggi pondasi sebesar 22 in digunakan.

6.2. Reaktor Multi tubular (R-130) (Yasinta T.M.Niron 02.14.001)

KESIMPULAN :

- Jenis : Fixed-Bed Multi Tubular Reaktor
- Kode Alat : R-130
- Fungsi : Merekamkan Asam hipoklorit (C₂H₃O₂) dan H₂O menjadi Tartaric Acid (C₄H₆O₆) dengan bantuan katalis Karbon Aktif
- Bentuk : Kolom silinder tegak dengan tutup atas dan bawah berbentuk standar dished
- Prinsip kerja : Tube yang berisi katalis karbon aktif dialiri C₂H₃O₂ melalui nozzle bagian atas reaktor yang direaksikan untuk menghasilkan C₄H₆O₆ yang akan keluar melalui nozzle bagian bawah reaktor dimana mekanisme reaksi yang terjadi dikontrolis menggunakan dipotensialnya air pendingin yang disirkulasikan pada bagian shell.

Spesifikasi Peralatan :

Kesimpulan Dinarsi Reaktor

1. Bagian Silinder

- Bahan konstruksi : High Alloy Steel 2.1 340 Grade W type 316
- Allowble Stress (t) : 17.900 psi
- Type pengelasan : Double welded butt joint E = 0.3
- Volume tangki(V_t) : 122.6365 ft³
- Diameter dalam (d) : 20.6250 in

Diameter luar (d_o)	:	60,00	in
Tebal silinder (t_s)	:	1/5	in
Tinggi silinder (L_s)	:	188,6324	in
Tebal tutup atas (t_{ha})	:	1/5	in
Tinggi tutup atas (h_a)	:	12 1/4	in
Tinggi tangki	:	213,1604	in
Jumlah	:	1	buah

2. Ukuran Tube

Diameter luar (D_o)	=	5,563	in
Diameter dalam (D_i)	=	5,047	in
Pt	=	6,021948	in
Nt	=	100	buah

3. Nozzle

a. Nozzle untuk pemasukan bahan dari Mixer Tank

Type	:	<i>Welding Neck</i>
Ukuran NPS	:	4 in
Diameter luar flange (A)	:	9 in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	15/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	6 1/5 in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	5 5/16 in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	4,5000 in
Panjang ke dalam shell (L)	:	3 in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	4,0300 in

b. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

Type	:	<i>Welding Neck</i>
Ukuran NPS	:	4 in

Diameter luar flange (A)	:	9	in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	15/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	6 1/5	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	5 5/16	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	4,5000	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	3	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	4,0300	in

c. Nozzle untuk pengeluaran produk

Type	:	<i>Welding Neck</i>	
Ukuran NPS	:	4	in
Diameter luar flange (A)	:	9	in
Ketebalan <i>flange</i> minimum (T)	:	15/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	:	6 1/5	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	5 5/16	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K)	:	4,5000	in
Panjang ke dalam shell (L)	:	3	in
Diameter dalam <i>flange</i> (B)	:	4,0300	in

4. Baffle

Bahan	=	Carbon Steel SA 240 Grade S
Jumlah baffle	=	9
Baffle spacing	=	15 in
Tebal	=	0,188 in
Luas baffle	=	35,1 in ²

5. Flange

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA-167 Grade 10 Type 310
Type Flange	:	Loose ring flange

Tensile strength min : 75000 psi
 Allowable stress : 18750
 Tebal flange : 1,5543 in

6. Bolting

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-193 Grade B8 Type 304
 Tensile strength min : 75000 psi
 Allowable stress (f) : 15000
 Ukuran baut : 2 in
 Jumlah baut : 5 buah
 Bolt spacing : 4 1/4 in

7. Gasket

Bahan konstruksi : Flat metal, jacketed, asbestos filled
 (stainless steel)
 Min design seating stress (y) : 9000
 Gasket faktor : 3,75
 Lebar gasket : 3/16 in

8. Bagian penyangga

a. Sistem penyangga

Jenis : Kolom I beam
 Jumlah : 4 buah
 Panjang (L) : 166,5802 in
 Ukuran I beam : 7 in
 Berat : 15,3 lb
 Area of section (Ay) : 4,43 in²
 Depth of beam (h) : 7 in
 Width of flange : 3,6600 in

b. Base Plate

Bahan	: Beton
Panjang	: 4 in
Lebar	: 8 in
Tebal	: 0,5819 in
Ukuran baut	: 1 in
Jumlah baut	: 4 buah

c. Lug dan Gusset

Tebal plate horizontal	: 0,7525561 in
Tebal plate vertikal	: 0,2822 in
Lebar lug dan gusset	: 10 in
Tebal lug	: 0,7525561 in
Tebal gusset	: 0,2822 in
Tinggi lug	: 12,505112 in
Tinggi gusset	: 11 in

9. Bagian Pondasi

Bahan	: Cemen, Sand dan Gravel
Luas pondasi atas	: 20 × 20 in
Luas pondasi bawah	: 32 × 32 in
Tinggi	: 25 in

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Dalam pengendalian proses produksi suatu industri, instrumentasi merupakan suatu bagian yang sangat penting. Pengetahuan tentang penempatan alat-alat pengendalian proses sangat penting, karena menyangkut harga dan peralatan itu sendiri yang sangat mahal.

7.1. Instrumentasi

Instrumentasi dalam suatu pabrik kimia adalah untuk mengukur variabel proses dengan menunjukkan (*indikator*), mencatat (*recorder*), dan mengendalikan (*controller*) jalannya proses mulai dari bahan baku sampai dengan produk, agar proses dapat berlangsung sesuai dengan yang diharapkan.

Instrumentasi yang digunakan dapat bekerja secara manual atau otomatis. Instrumentasi secara manual digunakan apabila proses sepenuhnya dilakukan oleh tenaga manusia, dan secara otomatis apabila instrumentasinya dilakukan dengan alat kontrol yang bekerja secara otomatis. Instrumentasi secara otomatis dilakukan apabila secara manual tidak memungkinkan atau biaya operasi alat kontrol lebih murah dibanding tenaga manusia. Dengan adanya instrumentasi dapat diharapkan:

1. Proses lebih stabil
2. Kualitas produk homogen
3. Mutu produk lebih baik
4. Pengoperasian alat lebih mudah
5. Peningkatan keselamatan kerja
6. Mengurangi penggunaan tenaga kerja manusia yang berlebihan

Untuk pengaturan secara manual biasanya alat hanya diberi instrumen atau pencatat saja, sedangkan untuk kontrol secara otomatis diperlukan beberapa bagian instrumen seperti:

INSTRUMENTASI DAN KESULAMATAN KENDARAAN

berjalan ini sendiri sangat mahal. Oleh-itu pengembangan proses sangat penting karena menghasilkan harga dan memberikan suatu bagian yang sangat penting. Pengembangan teknologi pengembangan proses produksi suatu industri, instrumentasi dalam pengembangan proses produksi suatu industri, instrumentasi

SECRET 1.7

proses dapat berlangsung sesuai dengan yang diharapkan. (Crowther) jalmnya proses mulai dari bahan baku sampai dengan produk akhir. proses dengan menggunakan (workflow) merencanakan (workflow) dan mengontrolkan instrumentasi dalam suatu pabrik kimia adalah sangat penting untuk variabel

menjadi dibanding dengan manusia. Dengan adanya instrumentasi dapat diharapkan apabila secara manual tidak memungkinkan atau biaya operasi alat kontrol lebih mahal kontrol yang bekerja secara otomatis. Instrumentasi secara otomatis dilakukan oleh tenaga manusia, dan secara otomatis apabila instrumentasinya dilakukan dengan instrumentasi secara manual digunakan apabila proses supehanya dilakukan oleh instrumentasi yang digunakan dapat bekerja secara manual atau otomatis.

1. Proses lebih stabil
2. Kualitas produk homogen
3. Arah produk lebih baik
4. Pengoperasian alat lebih mudah
5. Peningkatan keselamatan kerja
6. Mengurangi penggunaan tenaga kerja manusia yang berlebihan

- *Sensing element/ primary*

Elemen yang merasakan adanya perubahan dari variabel yang diukur.

- Elemen pengukur

Elemen yang menerima *output* dari elemen primer dan melakukan pengukuran. Contohnya: alat – alat penunjuk / indikator dan alat – alat pencatat/ *recorder*.

- Elemen pengontrol

Elemen yang menunjukkan harga – harga perubahan dari variabel yang dirasakan oleh elemen perasa dan diukur oleh elemen pengukur untuk mengukur sumber tenaga sesuai perubahan yang terjadi. Tenaga ini dapat secara mekanis, pneumatis, maupun elektrik.

- Elemen akhir

Elemen yang mengubah input ke dalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada di dalam *range* yang diijinkan.

Faktor – faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi:

1. *Range* yang diperlukan untuk pengukuran
2. Ketelitian yang dibutuhkan
3. Bahan konstruksi serta pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses
4. Faktor ekonomi

Instrumentasi yang digunakan pada pra rencana pabrik *Tartaric acid* ini antara lain:

1. Level Indicator (LI)

Alat ini berfungsi untuk mengetahui maksimal dan minimal ketinggian fluida yang ada dalam tangki agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan, dan mengetahui ada tidaknya ketersediaan bahan dalam tangki.

2. Temperature Indicator (TI)

Alat ini berfungsi untuk menunjukkan kondisi temperature dari suatu peralatan agar tidak melebihi batas temperatur yang telah ditetapkan.

3. Temperature Controller (TC)

Temperature Controller (TC) berfungsi untuk menjaga temperatur agar beroperasi pada temperatur konstan.

4. Pressure Indicator (PI)

Alat ini berfungsi untuk menunjukkan kondisi tekanan dari suatu peralatan agar tidak melebihi batas tekanan yang telah ditetapkan.

5. Pressure Controller (PC)

Pressure Controller (PC) berfungsi untuk menjaga tekanan agar tetap sesuai dengan yang telah ditetapkan.

6. PH Controller (PHC)

PH Controller (PHC) berfungsi untuk menjaga pH agar tetap sesuai dengan yang telah ditetapkan.

7. Weight Indicator (WI)

Alat ini berfungsi untuk menunjukkan jumlah massa bahan dari suatu peralatan agar tidak melebihi batas massa yang telah ditetapkan.

8. Level Controller (LC)

Alat ini berfungsi untuk menjaga laju alir fluida melalui perpipaan tetap sesuai yang ditetapkan agar tidak terjadi over load bahan masuk.

Pemasangan alat – alat instrumentasi pada masing – masing alat dapat dilihat pada tabel 7.1.

Tabel 7.1. Alat – alat instrumentasi yang dipasang pada masing – masing alat :

No.	Nama Alat	Kode Alat	Instrumentasi
1	Storage H ₂ O ₂	F-117	LI
2	Reaktor Hidrolisis	R-110	TC, FC, WC
3	Heater I	E-115	TC
4	Reaktor Epoksidasi	R-120	PHC, TC, FC
5	Kolom Adsorpsi	E-124	FC
6	Tangki Mixer	M-126	PHC, FC
7	Heater II	E-128	TC
8	Reaktor Multitube	R-130	TC
9	Evaporator	V-131	TC

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan faktor yang sangat penting dalam suatu pabrik, karena sangat mempengaruhi kelancaran operasi dan menyangkut keselamatan jiwa para pekerja dan lingkungannya. Keselamatan kerja yang terjamin secara psikologis dapat membuat para pekerja merasa aman dan tenang serta dapat lebih berkonsentrasi dalam pekerjaan yang ditangani sehingga produktivitas juga akan meningkat.

Untuk menjamin keselamatan kerja perlu adanya:

- Dukungan seluruh karyawan.
- Koordinasi yang baik antara para pekerja dengan pekerja dan atasan.
- Penerapan peraturan – peraturan tentang keselamatan kerja yang ketat serta memberikan penerangan tentang keselamatan kerja.
- Pengetahuan dan keahlian tentang keselamatan kerja dari para karyawan.

Macam – macam bahaya yang biasa terjadi dalam suatu pabrik yang harus diperhatikan dalam perencanaan yaitu:

Tabel 7.1. Alat – alat instrumentasi yang dipasang pada masing – masing alat :

No.	Nama Alat	Kode Alat	Instrumentasi
1	Storage H ₂ O ₂	E-117	LI
2	Reaktor Hidrolisis	R-110	TC, PC, WC
3	Heater I	E-112	TC
4	Reaktor Epoksidasi	R-120	PHC, TC, PC
5	Kolom Adsorpsi	E-124	PC
6	Tangki Mixer	M-126	PHC, PC
7	Heater II	E-128	TC
8	Reaktor Nitridasi	R-130	TC
9	Evaporator	V-131	TC

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan faktor yang sangat penting dalam suatu pabrik, karena sangat mempengaruhi kelancaran operasi dan meningkatkan keselamatan jiwa para pekerja dan lingkungannya. Keselamatan kerja yang terjamin secara psikologis dapat membuat para pekerja merasa aman dan tenang serta dapat lebih berkonsentrasi dalam pekerjaan yang ditugaskan sehingga produktivitas juga akan meningkat.

Untuk menjamin keselamatan kerja perlu adanya:

- Dukungan seluruh karyawan.
- Koordinasi yang baik antara para pekerja dengan pekerja dan atasan.
- Penerapan peraturan – peraturan tentang keselamatan kerja yang ketat serta memberikan hukuman tentang keselamatan kerja.
- Pendidikan dan keahlian tentang keselamatan kerja dari para karyawan.

Macam – macam bahaya yang biasa terjadi dalam suatu pabrik yang harus

dipertimbangkan dalam perencanaan yaitu:

- A. Bahaya kebakaran
- B. Bahaya mekanik
- C. Bahaya terhadap kesehatan
- D. Bahaya listrik

A. Bahaya kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membutuhkan perhatian, oleh sebab itu diperlukan pengaman yang sebaik – baiknya terutama dalam produksi.

Cara menanggulangi kebakaran antara lain dengan cara:

- a. Penyediaan alat – alat pencegah kebakaran, baik akibat listrik maupun api.
- b. Pemasangan isolasi pada seluruh kabel – kabel transmisi yang ada.
- c. Penempatan alat – alat utilitas cukup jauh tetapi praktis dari unit operasi.
- d. Penempatan bahan – bahan yang mudah terbakar di tempat tertutup dan jauh dari sumber api.
- e. Pemasangan pipa air melingkar di seluruh lokasi pabrik.
- f. Penyediaan alat – alat pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik dan pemasangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.
- g. Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran.
- h. Apabila terjadi kebakaran api harus diisolir dan diusahakan dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Jika tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik maka segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

B. Bahaya Mekanik

Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pengerjaan konstruksi yang tidak memenuhi syarat yang berlaku. Hal – hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:

- a. Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi.

- A. Bahaya kebakaran
- B. Bahaya mekanik
- C. Bahaya terhadap kesehatan
- D. Bahaya listrik

A. Bahaya kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan hal yang sangat membahayakan pekerjaan. Oleh sebab itu diperlukan penanganan yang sesuai - baik itu penanganan dalam produksi.

Cara penanganan kebakaran antara lain dengan cara:

- a. Penyediaan alat - alat pemadam kebakaran baik akidat listrik maupun api.
- b. Pemastangan isolasi pada saluran kabel - kabel transmisi yang ada.
- c. Pemupukan alat - alat utilitas cukup jauh tetapi praktis dan mini operasi.
- d. Penempatan bahan - bahan yang mudah terbakar di tempat tertutup dan jauh dari sumber api.
- e. Pemastangan pipa air sehingga di seluruh lokasi pabrik.
- f. Penyediaan alat - alat pemadam kebakaran di setiap bagian pabrik dan pemastangannya harus pada tempat yang mudah dijangkau.
- g. Pengamanan dan pengontrolan terhadap kebakaran.
- h. Apabila terjadi kebakaran api harus diisiri dan diusahakan dapat dikontrol. Kemungkinan api saja yang dapat terjadi dan bagaimana mengatasinya. Jika tidak dapat ditangani sendiri oleh pabrik maka segera menghubungi unit pemadam kebakaran setempat.

B. Bahaya Mekanik

- Bahaya mekanik biasanya disebabkan oleh pergerakan konstruksi yang tidak memiliki standar yang berlaku. Hal - hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah kecelakaan adalah:
- a. Konstruksi harus mendapat perhatian yang cukup tinggi.

- b. Perencanaan peralatan harus sesuai dengan aturan yang berlaku, baik pemilihan bahan konstruksi maupun faktor yang lain.
- c. Pemasangan alat – alat kontrol yang baik dan sesuai beserta alat pengamanannya.

C. Bahaya Terhadap Kesehatan

Untuk menjaga kesehatan dan keselamatan karyawan diperlukan adanya kesadaran dari seluruh karyawan untuk menggunakan alat – alat pelindung diri seperti topi pengaman, sepatu karet, sarung tangan, dan masker.

Bahaya terhadap kesehatan karyawan juga perlu diwaspadai yang umumnya berasal dari bahan baku, bahan yang diproses, dan produk. Karena itu diusahakan supaya ruangan proses maupun ruangan lainnya memiliki ventilasi atau pertukaran udara yang cukup sehingga dapat memberikan kesegaran pada karyawan dan dapat menghindari gangguan terhadap pernapasan.

Alat – alat pengaman keselamatan kerja karyawan dapat dilihat pada tabel 7.2.

Tabel 7.2. Alat – alat keselamatan kerja pada pabrik *Tartaric acid* :

No.	Alat – alat pelindung	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Bagian proses, laboratorium.
2.	Helm pengaman	Storage, bagian proses, dan produk.
3.	Sepatu karet	Storage, bagian proses, utilitas, dan produk.
4.	Sarung tangan	Storage, bagian proses, produk, dan laboratorium.
5.	Isolasi panas dan pagar	Perpipaan, reaktor, heater, evaporator, reboiler, kolom adsorpsi, mixer, crystallizer, rotary dryer.
6.	Pemadam kebakaran	Kantor, gudang, bagian proses, storage dan laboratorium
7.	P ₃ K	Kantor, gudang, bagian proses, storage dan laboratorium
8.	Jas laboratorium	Laboratorium.

D. Bahaya Listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi hendaknya selalu menggunakan alat – alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya. Hal – hal yang harus diperhatikan:

- Semua bagian pabrik harus diberi cukup penerangan yang cukup.
- Peralatan yang penting seperti switcher dan transformator diletakkan di tempat yang aman dan tersendiri.
- Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda yang jelas.

BAB VIII

UTILITAS

Utilitas pada suatu pabrik adalah bagian suatu unit yang dapat menunjang suatu proses produksi utama, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Adapun unit utilitas di dalam Pra Rencana Pabrik *Tartaric Acid* ini meliputi :

1. Unit penyediaan steam
2. Unit penyediaan air
3. Unit penyediaan refrigerant
4. Unit penyediaan listrik
5. Unit penyediaan bahan bakar

Uraian Proses :

Air dari sungai dialirkan dengan pompa (L-211) ke dalam bak sedimentasi (F-212). Kemudian dari bak sedimentasi dialirkan dengan menggunakan pompa (L-213) menuju bak skimmer (F-214). Dari bak ini air dialirkan dengan menggunakan pompa (L-215) menuju tangki *clarifier* (F-216) dan ditambahkan larutan alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$). Kemudian dari tangki *clarifier* dialirkan ke sand filter (F-218 A) dengan menggunakan pompa (L-217) yang setelah itu ditampung dalam bak penampung air bersih (F-218 B).

Air yang keluar dari bak penampung air bersih dibagi menjadi 3 aliran : untuk air sanitasi, air umpan boiler (penyediaan steam), dan air pendingin.

Pertama untuk air umpan boiler dimana dari bak penampung air bersih (F-218 B) dialirkan menuju kation exchanger (D-210 A) dengan menggunakan pompa (L-219) dimana resin yang digunakan Hidrogen exchanger (H_2Z). Kemudian menuju anion exchanger (D-210 B) secara gravitasi. Setelah itu ditampung dalam bak air lunak (L-221) sebelum diproses lebih lanjut. Dialirkan menuju deaerator (L-223) menggunakan pompa (L-222). Selanjutnya dialirkan ke boiler untuk diproses menjadi steam menggunakan pompa (L-225).

Sebagian air yang lain dari bak penampung air bersih ini dialirkan dengan menggunakan pompa (L-231) ke bak klorinasi (F-230) dan diberi desinfektan (Cl_2). Selanjutnya dialirkan menuju bak air sanitasi (F-233) dengan menggunakan pompa (L-232) yang selanjutnya dapat digunakan sebagai air sanitasi.

Sebagian yang lain dialirkan dengan menggunakan pompa (L-241) ke bak air pendingin (F-242) Kemudian sebagian air ini dialirkan dengan menggunakan pompa (L-243) menuju *cooling tower* (F-240) yang kemudian akan diolah menjadi air pendingin untuk proses produksi. Dimana keluaran dari *cooling tower* ini akan ditampung juga dalam bak air pendingin (F-242).

1. Unit Penyediaan Steam

Unit penyediaan steam berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam, yang digunakan sebagai media pemanas pada proses ini. Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses ini mempunyai kondisi sebagai berikut :

Tekanan = 8592,7 kPa
 Temperatur = 200 °C = 392°F

Adapun kebutuhan steam tersebut digunakan sebagai media pada peralatan sebagai berikut :

Tabel 8.1. Kebutuhan steam

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Heater I	E-115	518,8496
2	Reaktor Epoksidasi	R-120	1323,0726
3	Evaporator	V-131	179,5192
4	Heater II	E-128	1208,9127
5	Heater Udara	E-142	99642,2478
Total			102872,6020

Sebagian air yang telah dipanaskan air bersih ini didistribusikan dengan menggunakan pompa (I-231) ke bak klorinasi (I-230) dan filter desinfektan (C1). Selanjutnya didistribusikan menuju bak air sanitasi (I-233) dengan menggunakan pompa (I-232) yang selanjutnya dapat digunakan sebagai air sanitasi.

Sebagian yang lain didistribusikan dengan menggunakan pompa (I-241) ke bak air pendingin (I-242). Kemudian sebagian air ini didistribusikan dengan menggunakan pompa (I-243) menuju cooling tower (I-240) yang kemudian akan didistribusikan menjadi air pendingin untuk proses produksi. Dimana keluarnya dari cooling tower ini akan dipanaskan juga dalam bak air pendingin (I-242).

1. Unit Penyediaan Steam

Unit penyediaan steam berfungsi untuk menyediakan kebutuhan steam yang digunakan sebagai media pemanas pada proses ini. Bahan baku pembuatan steam adalah air umpan boiler steam yang dibutuhkan dalam proses ini mempunyai kondisi berikut :

Tekanan = 8502,7 KPa
Temperatur = 300 °C = 302,1

Atas kebutuhan steam tersebut digunakan sebagai media pada peralatan sebagai berikut :

Tabel 8.1. Kebutuhan steam

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Heater I	H-115	218,8499
2	Kolktor Fekstansi	K-120	1333,0736
3	Evaporator	V-131	170,2195
4	Heater II	H-138	1708,9127
5	Heater Udana	H-142	66643,2778
Total			103875,6050

2. Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan kualitas air merupakan syarat air yang harus dipenuhi. Di dalam Pra Rencana Pabrik *Tartaric Acid* ini keperluan air digunakan untuk :

a. Air Umpan Boiler

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai pemanas pada heater dan reboiler. Kebutuhan steam dipenuhi dengan jalan menguapkan air dalam sebuah ketel (boiler). Untuk itu maka kesadahan air umpan ketel (*boiler feed water*) harus benar-benar diperhatikan dan diperiksa dengan teliti serta harus bebas dari kotoran yang mungkin akan mengganggu jalannya operasi pabrik.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler (bahan baku pembuatan steam) yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler :

- 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

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air yang digunakan tidak merusak ketel (boiler). Persyaratan yang harus dipenuhi adalah air tidak mengandung kation-kation seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan anion-anion seperti SO_4^{2-} , Cl^- dan SO_3^{2-} . Untuk itu diperlukan treatment secara lebih sempurna. Air umpan boiler mempunyai syarat sebagai berikut :

- Total padatan (*total dissolved solid*) = 3500 ppm
- Padatan terlarut (*suspended solid*) = 300 ppm
- Alkalinitas = 700 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi = 0,1 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm

- Oksigen = 0,007 ppm
- Kesadahan (hardness) = 0
- Kekeruhan (turbidity) = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Residual fosfat = 140 ppm

Syarat-syarat lain yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

- Kesulitan pembacaan tinggi permukaan dalam boiler
- Dapat menyebabkan percikan yang kuat yang menyebabkan adanya solid-solid yang menempel dan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

b. Tidak boleh membentuk kerak dalam reboiler / heater

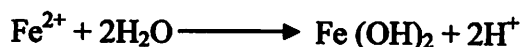
Kerak ini disebabkan garam-garam Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , SiO_2 dan Al_2O_3 .

Kerak yang terbentuk akan menyebabkan :

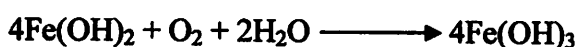
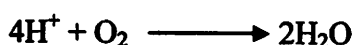
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran akibat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan – bahan organik serta gas CO_2 , O_2 yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :



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

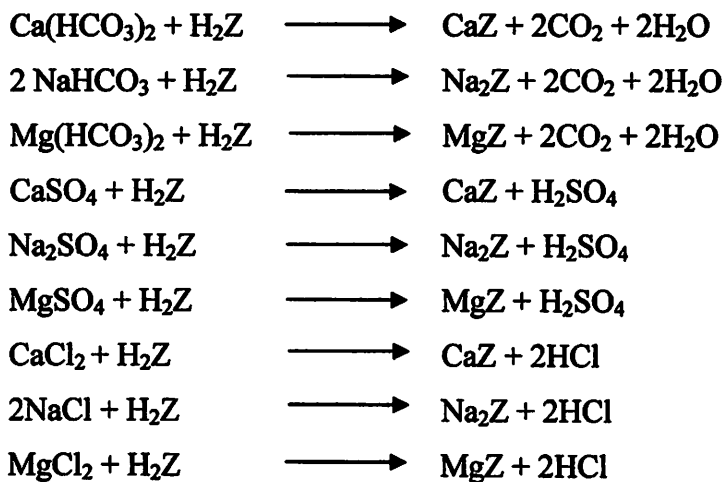


- Residual testis = 140 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Kekotoran (turbidity) = 172 ppm
- Kesadahan (hardness) = 0
- Oksigen = 0.007 ppm

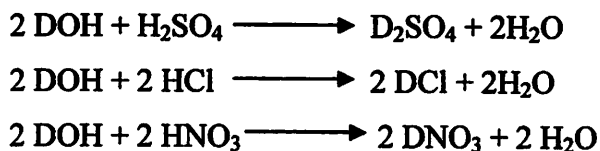
Syarat-syarat lain yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- Tidak boleh berbau (berbau)
Basa disebabkan oleh adanya solid matter suspended matter dan kebasan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya basa adalah :
 - Kesulitan pemecahan tinggi permukaan dalam boiler
 - Dapat menyebabkan peltikan yang kuat yang menyebabkan adanya solid-solid yang menempel dan terjadinya korosi dengan adanya permukaan lebih lanjut
- Tidak boleh mengandung kerak dalam reboiler / boiler
Kerak ini disebabkan garam-garam Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , SiO_2 dan Al_2O_3 .
Kerak yang terbentuk akan menyebabkan :
 - Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
 - Kerak yang terbentuk dapat berubah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran akibat tekanan yang kuat
- Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa
Korosi pada pipa boiler disebabkan keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan -- bahan organik serta gas CO_2 , O_2 yang tertahan dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk belulang anti korosi pada permukaan pipa, yaitu :
$$Fe^{2+} + 2H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + 2H^+$$
Tetapi bila terdapat oksigen dalam air maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibatnya dengan hilangnya lapisan belulang tersebut maka terjadilah korosi menurut reaksi :
$$4H^+ + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$$
$$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_3$$

Proses pelunakan air umpan boiler dilakukan dengan pertukaran ion-ion dalam demineralizer (*kation dan anion exchanger*). Mula-mula air bersih dilewatkan pada kation exchanger dengan menggunakan resin zeolit (*hydrogen exchanger*) sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :

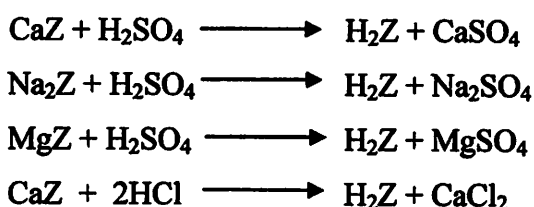


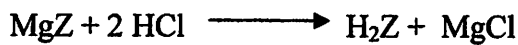
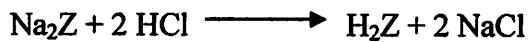
Air yang bersifat asam kemudian dialirkan ke tangki anion exchanger untuk menghilangkan anion yang tidak dikehendaki. Tangki anion exchanger menggunakan den-acidite (DOH) sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :



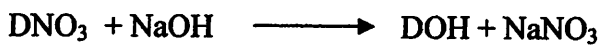
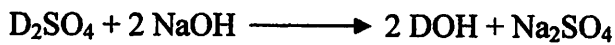
Keluar dari tangki anion exchanger, air yang telah bebas dari ion-ion pengganggu dialirkan kedalam bak air lunak dan siap digunakan. Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari sifat kesadahan air umpan boiler yang dilakukan terus menerus. Jika terdapat kesadahan air umpan boiler , maka hal ini menunjukkan bahwa resin sudah jenuh dan perlu diregenerasi.

Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam klorida atau asam sulfat, dengan reaksi sebagai berikut :





Regenerasi De-acidite (DOH) dilakukan dengan menggunakan larutan sodiumkarbonat atau caustiksoda dengan reaksi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralizer, air umpan boiler ditampung dalam tangki penampung umpan boiler. Kemudian dipompakan ke dalam deaerator untuk menghilangkan gas-gas impurities dari air umpan boiler dengan pemanasan steam. Keluar dari deaerator, air umpan boiler telah memenuhi syarat-syarat yang harus dipenuhi dan siap digunakan.

Kuantitas steam yang diperlukan dalam proses perhitungan menurut pemakaian setiap harinya dari masing-masing alat. Menurut perhitungan dari bab-bab sebelumnya, kebutuhan steam adalah sebagai berikut :

Dari tabel 8.1 keperluan steam sebesar 102.872,6020 kg/jam. Dan direncanakan banyaknya steam disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang sehingga kebutuhan steam sebesar 123.447,122 kg/jam dan dengan menghitung faktor evaporasi didapatkan kebutuhan air umpan boiler sebesar 31.787,058 kg/jam.

b. Air Proses

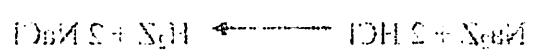
Air proses pada Pra Rencana Pabrik *Tartaric Acid* ini digunakan pada

Tabel 8.2. Total Kebutuhan Air Proses

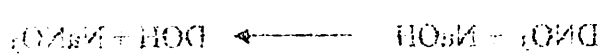
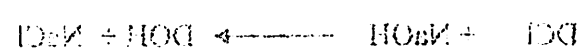
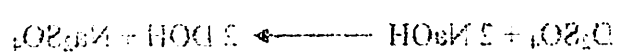
No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Reaktor Hidrolisis	R-110	6792,2859
2	Tangki Mixer	M-126	1659,4929
Total			8451,7787

c. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena :



Reagenasi De-sidite (DOH) dilakukan dengan menggunakan larutan sedimen karbonat atau anhidrida dengan reaksi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralisasi air umpan boiler ditampung dalam tangki penampung umpan boiler. Kemudian dipompakan ke dalam destorator untuk menghilangkan gas-gas impurities dari air umpan boiler dengan pemanasan steam. Keluar dari destorator air umpan boiler telah memenuhi syarat-syarat yang harus dipenuhi dan siap digunakan.

Kuantitas steam yang diperlukan dalam proses perhitungan menurut pemakaian setiap harinya dari masing-masing alat. Menurut perhitungan dari bab-bab sebelumnya kebutuhan steam adalah sebagai berikut :

Dari tabel 8.1 kebutuhan steam sebesar 102,873.0030 kg/jam. Dan dikarenakan banyaknya steam disediakan dengan excess 20% sebagai pengaman steam yang hilang sehingga kebutuhan steam sebesar 123,447,122 kg/jam dan dengan menghitung faktor evaporasi didapatkan kebutuhan air umpan boiler sebesar 31,787,658 kg/jam.

d. Air Proses

Air proses pada Pabrik Ransons Pabrik Yawar-Jek ini digunakan pada

Tabel 8.2. Total Kebutuhan Air Proses

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Reaktor Hidrolisis	R-110	6792,2850
2	Tangki Mixer	M-120	1050,4050
Total			8451,7787

e. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada alat pendinginan panas. Hal ini disebabkan karena :

- Air merupakan materi yang mudah didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Air yang digunakan sebagai media pendingin pada peralatan dapat dilihat pada :

Tabel 8.3. Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Reaktor Hidrolisis	R-110	1459,9104
2	Reaktor Multitube	R-130	6841,7445
3	Kondensor	E-132	40117,77305
Total			82.814,3175

Dari tabel 8.2 air untuk keperluan pendingin sebesar 82.814,3175 kg/jam direncanakan banyaknya air pendingin yang disuplay adalah 20% berlebih, maka kebutuhan air pendingin adalah 99.377,1810 kg/jam.

Sebagai media pendingin, air harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu tidak mengandung :

- Kesadahan (hardness), dapat memberikan efek pembentukan kerak
- Besi, penyebab korosi
- Silika, penyebab kerak
- Minyak, penyebab terganggunya film corrosion inhibitor yang dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas dan merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

c. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan oleh para karyawan dilingkungan pabrik untuk konsumsi, cuci, mandi, masak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Syarat-syarat yang harus dipenuhi :

1. Syarat fisik

- Suhu : Di bawah suhu kamar

- Tidak mudah terkontaminasi
 - Tidak mudah menyusut karena pendinginan
 - Dapat menyerap panas
 - Mudah dikendalikan dan diproses
 - Air merupakan materi yang mudah didapat
- Air yang digunakan sebagai media pendingin pada peralatan dapat dipilih pada :

Tabel 8.3. Kebutuhan Air Pendingin pada Peralatan

No.	Nama Alat	Kode Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Reaktor Hidrolisis	R-110	1426,9104
2	Reaktor Multitube	R-130	6841,7442
3	Kondensor	R-132	40117,72302
Total			82.814,3172

Dari tabel 8.3 air untuk kebutuhan pendingin sebesar 82.814,3172 kg/jam dibutuhkan banyak air pendingin yang disuplai adalah 30% berlebih, maka kebutuhan air pendingin adalah 99.277,1810 kg/jam.

Sebagai media pendingin air panas memiliki persyaratan tertentu yaitu

- tidak mengandung :
- Kerasabuan (hardness) dapat memberikan efek pembentukan kerak
 - Besi, penyebab korosi
 - Silika, penyebab kerak
 - Minyak, penyebab terganggunya film corrosion inhibitor yang dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas dan merupakan masalah mikrobiologi yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan

c. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan oleh para karyawan di lingkungan pabrik untuk konsumsi, cuci mandi, toilet, masak, laboratorium, pekerjaan dan lain-lain. Sistem yang harus diperhatikan :

1. Sistem Pasok

- Sumber : Di bawah suhu kamar

- Warna : Tidak berwarna / jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau
- pH : Netral

2. Syarat kimia

- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak terlarut dalam air, seperti PO_4^{3-} , Hg, Cu dan sebagainya.
- Tidak beracun

3. Syarat bakteriologis

Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut; setelah proses penjernihan, air harus diberi desinfektan seperti khlor cair atau kaporit.

Tabel 8.3. Kebutuhan Air Sanitasi

No.	Keperluan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Karyawan	1.070,356
2.	Laboratorium dan taman	535,178
3.	Pemadam kebakaran dan cadangan	642,2136
Total		2.247,7476

Sehingga total kebutuhan air untuk Pabrik *Tartaric Acid* ini adalah :

Tabel 8.4. Kebutuhan Total Air

No.	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Air sanitasi	2.247,7476
2	Air Umpan Boiler	31.787,0583
3	Air Pendingin	99.377,1810
4	Air Proses	8.451,7787
Total		141.863,7656

- pH : Normal
- Bau : Tidak berbau
- Rasa : Tidak berasa
- Warna : Tidak berwarna / jernih

2. Sistem kimia

- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak terlarut dalam air seperti PO_4^{3-} , Hg^{2+} dan sebagainya.
- Tidak beracun

3. Sistem bakteriologis

- Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merusak sifat-sifat fisik air.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut setelah proses pengendapan, air harus diberi desinfeksi seperti klorinasi atau kapur.

Tabel 8.3. Kebutuhan Air Sanitasi

No.	Kebutuhan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Karyawan	1.070,350
2.	Laboratorium dan tamu	232,178
3.	Pemadam kebakaran dan cadangan	642,210
Total		2.247,470

Sehingga total kebutuhan air untuk Pabrik Yowate level ini adalah :

Tabel 8.4. Kebutuhan Total Air

No.	Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1	Air sanitasi	2.247,470
2	Air Limpas Boiler	31.787,0283
3	Air Pendingin	90.377,1810
4	Air Proses	8.421,7787
Total		141.863,7650

3. Unit Penyediaan Refrigerant

Refrigerant digunakan untuk keperluan pendingin pada kristalizer yang digunakan adalah ammonia (NH_3). Kebutuhan ammonia adalah 23.604,1721 kg/jam. Untuk menghemat pemakaian ammonia, maka ammonia yang digunakan disirkulasi kembali, sehingga tidak perlu ada penggantian ammonia kecuali ada kebocoran atau kehilangan karena penguapan, maka disediakan penambahan ammonia sebesar 10 % dari kebutuhan ammonia.

$$\text{Kebutuhan ammonia} = 8 \text{ jam} \times 23.604,1721 \text{ kg/jam} = 188.833,38 \text{ kg}$$

$$\text{Total kebutuhan ammonia} = 1,2 \times 188.833,38 = 207.716,7145 \text{ kg}$$

4. Unit Penyediaan Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik, direncanakan diperoleh dari PLN dan Generator. Tenaga listrik yang disediakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain – lain. Perincian kebutuhan listrik :

❖ Kebutuhan listrik untuk proses

Total kebutuhan listrik untuk proses yaitu sebesar 649,8908 Hp

❖ Kebutuhan listrik untuk daerah pengolahan air

Total kebutuhan listrik untuk daerah pengolah air adalah 18,8351 Hp

❖ Kebutuhan untuk unit refrigerant

Total kebutuhan listrik untuk unit refrigerant adalah 11,6511 Hp

Sehingga total kebutuhan proses adalah 680,38 Hp = 508,5818 kW

❖ Kebutuhan untuk instrumentasi

Tenaga listrik yang dibutuhkan untuk instrumentasi 10% dari tenaga yang dibutuhkan untuk proses, maka kebutuhan listrik untuk instrumentasi adalah 50,8582 kW.

❖ Kebutuhan listrik untuk penerangan

a. Penggunaan lampu merkuri 250 watt dengan lumen output 10.000

Listrik yang dibutuhkan = $259 \times 250 \text{ watt} = 64,750 \text{ kW}$

b. Penggunaan lampu fluorescent 40 watt dengan lumen output 1960

Listrik yang dibutuhkan = $595 \times 40 \text{ watt} = 23,800 \text{ kW}$

Total kebutuhan listrik = 88,4402 kW

3. Unit Pendinginan Refrigerasi

Refrigerasi digunakan untuk kebutuhan pendinginan pada kristalisasi yang digunakan adalah ammonia (NH_3). Kebutuhan ammonia adalah $23.004,1721 \text{ kg/jam}$. Untuk menghitung pemakaian ammonia, maka ammonia yang digunakan dikurangkan kembali, sehingga tidak perlu ada pengurangan ammonia kecuali ada kebocoran atau kehilangan karena pengapukan, maka disediakan penambahan ammonia sebesar 10% dari kebutuhan ammonia.

$$\text{Kebutuhan ammonia} = 8 \text{ jam} \times 23.004,1721 \text{ kg/jam} = 188.833,38 \text{ kg}$$

$$\text{Total kebutuhan ammonia} = 1,2 \times 188.833,38 = 207.710,14 \text{ kg}$$

4. Unit Pendinginan Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik, dilaksanakan diperoleh dari PLN dan Generator. Tenaga listrik yang disediakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain – lain. Perincian kebutuhan listrik :

- ❖ Kebutuhan listrik untuk proses
 - Total kebutuhan listrik untuk proses yaitu sebesar $649,8008 \text{ Hp}$
- ❖ Kebutuhan listrik untuk daerah pengolahan air
 - Total kebutuhan listrik untuk daerah pengolahan air adalah $18,8321 \text{ Hp}$
- ❖ Kebutuhan untuk unit refrigerasi
 - Total kebutuhan listrik untuk unit refrigerasi adalah $11,0211 \text{ Hp}$
 - Sehingga total kebutuhan proses adalah $680,78 \text{ Hp} = 208,2818 \text{ kW}$
- ❖ Kebutuhan untuk instrumentasi
 - Tenaga listrik yang dibutuhkan untuk instrumentasi 10% dari tenaga yang dibutuhkan untuk proses, maka kebutuhan listrik untuk instrumentasi adalah $20,8282 \text{ kW}$
- ❖ Kebutuhan listrik untuk pencahayaan
 - a. Penggunaan lampu merkur 250 watt dengan jumlah lampu 10.000
 - listrik yang dibutuhkan $= 250 \times 10.000 \text{ watt} = 2,5 \text{ MW} = 2,500 \text{ kW}$
 - b. Penggunaan lampu fluoresen 40 watt dengan jumlah lampu 1000
 - listrik yang dibutuhkan $= 40 \times 1000 \text{ watt} = 40 \text{ kW} = 0,04 \text{ MW}$

$$\text{Total kebutuhan listrik} = 88,4402 \text{ kW}$$

❖ **Kebutuhan listrik untuk lain – lain**

Kebutuhan listrik untuk lain–lain seperti pemakaian computer, mesin fotokopi, mesin fax, AC, lemari es, dan lain–lain sebesar 16,6667kW.

Total kebutuhan listrik = 664,537 kW

Safety factor = 10% dari total kebutuhan listrik untuk lain-lain.

Jadi total kebutuhan listrik = 730,99 kW

Jadi total kebutuhan listrik adalah 730,99 kW, dimana listrik yang disuplai dari PLN sebesar 730,99 kW. Sedangkan listrik yang disuplai generator hanya difungsikan apabila terjadi pemadaman oleh PLN sebesar 913,7378 kW

4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik, yaitu pada boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah fuel oil, pemilihan bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :

- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat

Sifat – sifat fuel oil antara lain sebagai berikut:

- Flash point = min. 38 °C (100 °F)
- Komposisi karbon = 86,47 %
- Komposisi nitrogen = 0,006 %
- Komposisi hydrogen = 12,6 %
- Komposisi sulfur = 0,22
- Pour point = -7 °C (20°F)
- Densitas = 2,4 kg/L
- Heating value = 16.313,2137 Btu/lb
- Viscositas = min. 0,0011 cp

(Perry's 5th ed., *Chemical Eng. 's Handbook*, hal. 9-8 s.d. 9-10)

Spesifikasi Generator :

Type : AC generator 3 phase
 Kapasitas : 913,7378 kV.A, 220 Volt
 Frekwensi : 50/60 Hz

Effisiensi : 80%

Jumlah : 2 buah (1 cadangan)

Jadi kebutuhan bahan bakar untuk pabrik Tartaric Acid = 866.9103 L/hari

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik dari suatu perusahaan merupakan hal yang sangat penting karena dapat mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik yang strategis dan menguntungkan. Faktor-faktor ini dapat dibagi dalam dua bagian yaitu :

1. Faktor utama
2. Faktor khusus

1. Faktor – Faktor Utama

a. Bahan baku

Tersedianya bahan baku dan harga bahan baku sering menjadikan penentu lokasi suatu pabrik. Ditinjau dari faktor ini maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diketahui tentang bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.
- Keseimbangan berat antara biaya pengiriman dan pemasaran.

BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik dari suatu perusahaan merupakan hal yang sangat penting karena dapat mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik yang strategis dan menguntungkan. Faktor-faktor ini dapat dibagi dalam dua bagian yaitu :

1. Faktor utama
2. Faktor khusus

1. Faktor – Faktor Utama

a. Bahan baku

Tersedianya bahan baku dan harga bahan baku sering menjadi pertimbangan lokasi suatu pabrik. Dengan demikian maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan

terang bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku.
- Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya.
- Kesimbangan berat antara biaya pengiriman dan besarnya.

b. Pemasaran (Marketing)

Pemasaran merupakan salah satu faktor yang penting dalam suatu industri karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri itu. Hal – hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- Dimana produk akan dipasarkan (daerah marketing)
- Proyeksi kebutuhan akan produk pada masa sekarang dan pada saat yang akan datang.
- Pengaruh saingan yang ada.
- Jarak pemasaran dan lokasi dan bagaimana sarana pengangkutnya untuk mencapai daerah pemasaran.

c. Utilitas

Faktor utilitas menjadi sangat penting karena menyangkut kelancaran proses produksi. Utilitas meliputi kebutuhan air, listrik, dan bahan bakar.

1. Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan yang lain. Untuk memenuhi kebutuhan ini dapat diambil dari dua macam sumber yaitu :

- Air dari sumber (sumur, sungai)
- Air water treatment (PDAM, air kawasan)

2. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, sebagai penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan lainnya.

Hal – hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik di daerah itu.
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar.
- Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar dimasa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

b. Pemasaan (Planning)

Pemasaan merupakan salah satu faktor yang penting dalam suatu industri karena berhasil atau tidaknya pemasaan akan menentukan keuntungan industri itu. Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana produk akan dipasarkan (dasar marketing)
- Proyeksi kebutuhan akan produk pada masa sekarang dan pada masa yang akan datang.
- Pengaruh saingan yang ada.
- Jarak pemasaan dan lokasi dan bagaimana sarana pengangkutannya untuk mencapai dasar pemasaan.

c. Utilitas

Faktor utilitas menjadi sangat penting karena mempengaruhi kelancaran proses produksi. Utilitas meliputi kebutuhan air listrik dan bahan bakar.

1. Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan air pendingin boiler, air sanitasi dan kebutuhan yang lain. Untuk memenuhi kebutuhan ini dapat diambil dari dua macam sumber yaitu :

- Air dari sumber (sumber sungai)
- Air water treatment (PDAW air treatment)

2. Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, sebagai penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan lainnya.

Hal – hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik di daerah itu.
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar.
- Persediaan tenaga listrik dan bahan bakar dimasa mendatang.
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar.

d. Iklim dan alam sekitarnya

Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada iklim dan keadaan alam sekitar adalah :

- Keadaan alamnya, alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan dan konstruksi peralatan.
- Keadaan angin (kecepatan dan arahnya) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut.
- Kemungkinan untuk perluasan dimasa yang akan datang.

2. Faktor – Faktor Khusus

a. Transportasi

Masalah pengangkutan (transportasi) perlu diperhatikan agar kelancaran supply bahan baku dan pemasaran produk dapat terjamin dengan biaya operasi serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas–fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang biasa dilalui mobil dan truk.
- Jalan kereta api.
- Sungai yang dapat dilayari kapal ataupun perahu.
- Adanya lapangan udara atau pelabuhan.

b. Pembuangan limbah pabrik

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik yang berupa gas, cair, maupun padatan dengan memperhatikan ketentuan-ketentuan dari pemerintah. Apabila buangan pabrik (waste disposal) berbahaya bagi kehidupan disekitarnya, maka yang harus diperhatikan adalah :

- Masalah polusi yang akan timbul dengan adanya pabrik dan penanganannya.
- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama hubungan dengan peraturan setempat.
- Analisa mengenai dampak lingkungan.

c. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar maupun tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung dalam mendirikan pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja setempat.
- Tingkat produktivitas tenaga kerja

d. Karakteristik dari lokasi

Site karakteristik dari lokasi menyangkut tata letak dan karakteristik struktur tanah, maka hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah :

- Apakah merupakan lokasi bekas sawah, rawa, bukit dan lainnya.
- Susunan tanah dan daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi jalan serta pengaruh air.
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan dan pembangunan unit baru.
- Harga tanah dan fasilitasnya.

e. Perpajakan dan asuransi

Masalah ini berkaitan dengan pemberian ijin dan sistem perpajakan di daerah pendirian pabrik tersebut. Hal-hal yang mempengaruhi antara lain :

- Pendapatan daerah tersebut
- Asuransi untuk pengangguran
- Monopoli perusahaan

f. Faktor lingkungan (komunitas)

- Adat istiadat atau kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah
- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan

g. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

c. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kasar maupun tenaga ahli perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran dari perusahaan. Tingkat pendidikan masyarakat dan tenaga kerja juga menjadi pendukung dalam mendirikan pabrik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah :

- Mudah tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
- Kesiapan dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
- Tingkat penghasilan tenaga kerja setempat.
- Tingkat produktivitas tenaga kerja.

d. Karakteristik dari lokasi

Sifat karakteristik dan lokasi mempengaruhi tata letak dan karakteristik struktur tanah, maka hal-hal yang perlu diperhatikan perhatian adalah :

- Apakah merupakan lokasi bekas sawah, rawa, bukit dan lainnya.
- Sediaan tanah dan daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik.
- Kondisi jalan serta pengaruh air.
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perumahan dan pembangunan lain.
- Harga tanah dan utilitasnya.

e. Perbaikan dan asuransi

Masalah ini berkaitan dengan perhatian lain dan sistem perbaikan di daerah pertanian pabrik tersebut. Hal-hal yang mempengaruhi antara lain :

- Perbaikan daerah tersebut.
- Asuransi untuk pembangunan.
- Monopoli perusahaan.

f. Faktor lingkungan (komunitas)

- Adat istiadat atau kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik.
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah.
- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan.

g. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas dipilih lokasi pabrik di daerah kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 9.1

Dasar pemilihan lokasi ini karena beberapa faktor, antara lain :

1. Letak sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan *Tartaric acid* adalah maleat anhidrida yang sampai saat ini masih diimpor dari Cina, sedangkan untuk bahan baku lainnya yaitu hidrogen peroksida diproduksi didaerah Gresik, Jawa Timur. Dipilih didaerah Gresik, Jawa Timur karena dekat dengan bahan baku dan pelabuhan internasional dan bandara sehingga memudahkan transportasi bahan yang harus dimpor.

2. Sarana pemasaran

Mengingat penggunaan *Tartaric acid* yang cukup banyak, maka mengenai pemasaran tidak menjadi masalah. Hal ini terutama lokasi pabrik dekat dengan Pulau Jawa yang merupakan industri kosmetik dan industri makanan.

3. Sarana utilitas yang memadai

Sarana utilitas meliputi air, bahan bakar, dan listrik. Persediaan air merupakan syarat utama dalam rencana pendirian sebuah pabrik kimia. Kebutuhan air pada Pra-rencana Pabrik *Tartaric Acid* dapat diperoleh dari air sumber .

Kebutuhan bahan bakar diperoleh dari Pertamina. Sedangkan kebutuhan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena sekarang tidak sulit lagi mengurus penyediaan tenaga listrik untuk industri.

4. Terdapatnya sarana pengangkutan

Lokasi pabrik terletak di daerah yang sudah ada sarana transportasi darat (jalur kereta api dan jalan tol ke berbagai daerah lain) maupun laut (pelabuhan tanjung perak) sehingga mempermudah kelancaran lalu lintas distribusi bahan baku maupun produk yang dihasilkan.

- Ketertarikan-ketertarikan mengenai daerah tersebut
- Ketertarikan mengenai jalan umum yang ada bagi industri di daerah tersebut.

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas dipilih lokasi pabrik di daerah kawasan industri Gresik Jawa Timur. Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 9.1

Dasar pemilihan lokasi ini karena beberapa faktor antara lain :

1. Jarak sumber bahan baku

Bahan baku pembuatan *Waxwax* atau adalah material anhidrida yang sampai saat ini masih diimpor dari Cina, sedangkan untuk bahan lainnya yaitu hidrogeor petrokida diproduksi di daerah Gresik Jawa Timur. Dipilih di daerah Gresik Jawa Timur karena dekat dengan bahan baku dan pelabuhan internasional dan bandara sehingga memudahkan transportasi bahan yang harus diimpor.

2. Sarana pemukiman

Mengingat penggunaan *Waxwax* atau yang cukup banyak maka mengenai pemukiman tidak menjadi masalah. Hal ini terutama lokasi pabrik dekat dengan Pulau Jawa yang merupakan industri kosmetik dan industri makanan.

3. Sarana utilitas yang memadai

Sarana utilitas meliputi air, bahan bakar, dan listrik. Persediaan air merupakan syarat utama dalam rencana pendirian sebuah pabrik kimia. Kebutuhan air pada Pabrik *Waxwax* atau dapat diperoleh dari air sumber.

Kebutuhan bahan bakar diperoleh dari Pertamina. Sedangkan kebutuhan listrik dapat diperoleh dengan mudah karena sekarang tidak sulit lagi mengurus penyediaan tenaga listrik untuk industri.

4. Tersedianya sarana pengangkutan

Lokasi pabrik terletak di daerah yang sudah ada sarana transportasi darat (jalan kereta api dan jalan tol ke berbagai daerah lain) maupun laut (pelabuhan Tanjung Perak) sehingga mempermudah kelancaran lalu lintas distribusi bahan baku maupun produk yang dihasilkan.

5. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik buruh maupun tenaga ahli mudah diperoleh di daerah industri dan sekitarnya karena selain merupakan kawasan industri, di daerah sekitar lokasi tersebut memiliki jumlah penduduk usia kerja yang cukup besar



: lokasi Pabrik *Tartaric Acid*

Gambar 9.1. Peta Lokasi Pabrik *Tartaric Acid*

9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata letak pabrik adalah suatu rencana dari pengaturan yang paling efektif dan fasilitas-fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk.

Tujuan utama perencanaan tata letak pabrik adalah untuk memperoleh laba maksimum dengan jalan pengaturan semua fasilitas untuk memanfaatkan yang sebesar-besarnya dari keseluruhan perangkat produksi meliputi manusia, bahan mesin, dan modal.

Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pembuatan plant lay out, pabrik *Tartaric Acid* adalah :

- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan secara utilitas meliputi air, listrik dan bahan bakar.
- Kemungkinan perluasan pabrik di masa depan
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas / asap dan lain-lainnya.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik (waste disposal).
- Adanya ruang yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Penerangan ruangan, ventilasi pendinginan ruangan dan fasilitas-fasilitas lain seperti peralatan udara tekan, sistem pengolahan air limbah, peralatan tenaga listrik darurat, pemadam kebakaran dan lain-lain.

Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out) ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Tata ruang pabrik (Master Plot Plant)

Master Plot Plant adalah suatu peletakan peralatan dan bangunan secara keseluruhan, meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan peralatan di dalam pabrik :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lain untuk memudahkan pengoperasian, pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan kerja
- Adanya kesinambungan antara alat yang satu dengan alat yang lain.

9.2. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)

Tata letak pabrik adalah suatu rencana dari pengaliran yang paling efektif dan fasilitas-fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk.

Tujuan utama perencanaan tata letak pabrik adalah untuk memperoleh laba maksimum dengan jalan pengaliran semua fasilitas untuk memanfaatkan yang sebesar-besarnya dari keseluruhan tenaga produksi meliputi manusia, bahan mesin dan modal.

Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pembuatan plant lay out pabrik Tawwaj Alky adalah :

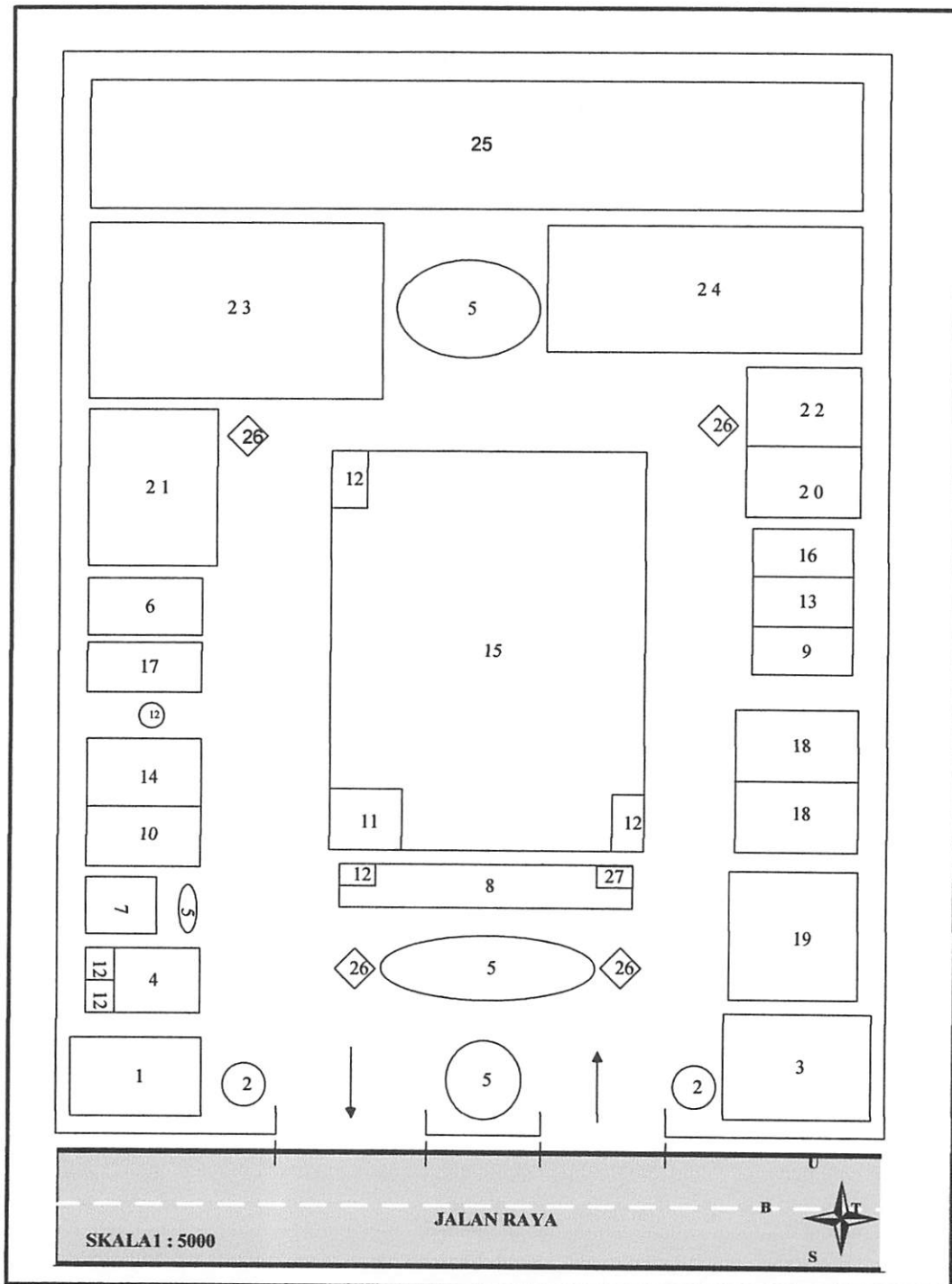
- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan secara utilitas meliputi air, listrik dan bahan bakar.
- Kemungkinan pertanahan pabrik di masa depan
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, limbah gas \ asap dan lain-lainnya.
- Masalah penyediaan air-kat bangunan pabrik (water disposal).
- Adanya ruang yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Peningkatan ruangan ventilasi pendinginan ruangan dan fasilitas-fasilitas lain seperti peralatan udara tekan, sistem pengolahan air limbah, peralatan tenaga listrik dalam pemadaman kebakaran dan lain-lain.

Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out) ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu :

1. Tata ruang pabrik (Master Plot Plan)

Master Plot Plan adalah suatu petakatan petakatan dan bangunan secara keseluruhan, meliputi area proses, area penyimpanan serta area material yang perlu diperhatikan dalam bangunan petakatan di dalam pabrik :

- Letak ruangan yang cukup untuk petakatan yang satu dengan yang lain untuk memudahkan pengoperasian, pemeliharaan, perawatan serta dalam menjamin keselamatan kerja.
- Adanya kesempurnaan antara alat yang satu dengan alat yang lain.



Keterangan:

1. Parkir tamu.
2. Pos keamanan.
3. Parkir pegawai.
4. Musholla.
5. Taman.
6. Aula.
7. Poliklinik.
8. Kantor pusat.
9. Garasi.
10. Kantin.
11. Ruang kepala pabrik.
12. Toilet.
13. Bengkel.
14. Perpustakaan.
15. Ruang proses produksi.
16. Areal tangki bahan bakar.
17. Laboratorium.
18. Pemeriksaan bahan.
19. Ruang bahan baku.
20. Ruang generator.
21. Areal waste treatment.
22. Pemadam kebakaran.
23. Gudang produk.
24. Utilitas.
25. Perluasan pabrik.
26. Tanah sisa dan jalan.
27. Ruang Litbang / R&D.

2. Tata letak peralatan proses (Process Lay Out)

Dalam perencanaan *process lay out* ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

2. Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus.

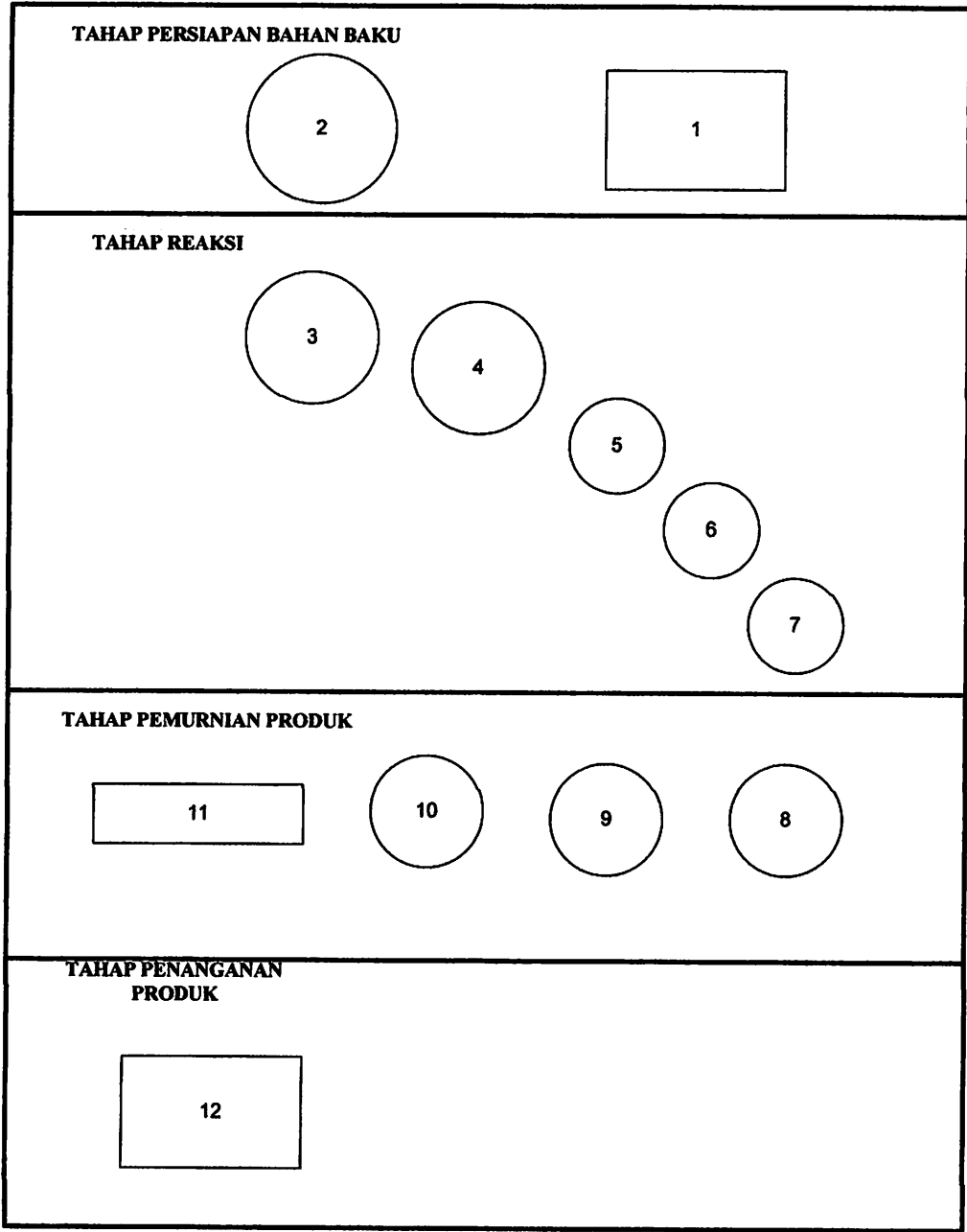
3. Lalu lintas manusia

Dalam perencanaan *process lay out* perlu memperhatikan ruang gerak pekerja agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan peralatan alat dapat segera teratasi

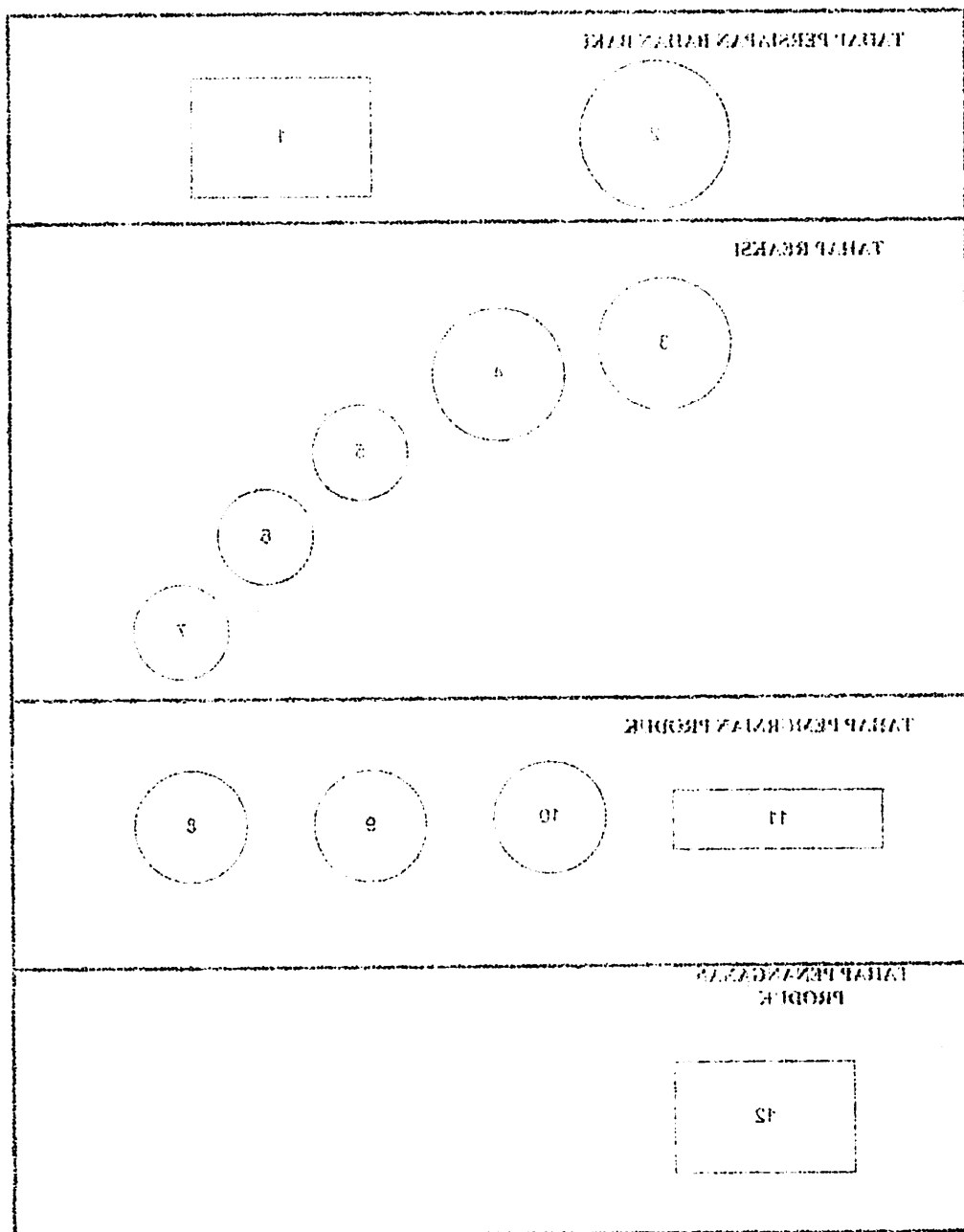
4. Jarak antara alat proses

Untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja. Tata letak peralatan proses Pabrik *Tartaric Acid* dapat dilihat pada gambar 9.3.



Gambar 9.3. Pilot Plant Lay out pabrik *Tartaric Acid*



Gambar 9.3. Pilot Plant Log on pabrik Yumwark

Keterangan gambar :

1. Storage Maleat anhidrida ($C_4H_2O_3$)
2. Storage Hidrogen peroksida (H_2O_2)
3. Reaktor Hidrolisis
4. Reaktor Epoksidasi
5. Kolom Absorber
6. Tangki Mixer
7. Reaktor Multitube
8. Evaporator
9. Crystallizer
10. Centrifuge
11. Rotary Dryer
12. Storage Produk

BAB X

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN

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

Pada umumnya organisasi dibuat dalam suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tentang hubungan atau kerjasama antar departemen yang terdapat dalam kerangka usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

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

Elemen dasar itu terdiri dari :

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

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

STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN BAB X

Suatu perusahaan biasanya memiliki suatu bentuk organisasi yang berfungsi sebagai suatu bentuk hubungan yang memiliki sifat dinamis dalam arti dapat menyesuaikan diri terhadap segala perubahan yang ada pada hakikatnya merupakan suatu bentuk yang dengan sadar diberikan manusia untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Pada umumnya organisasi dibuat dalam suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tentang hubungan atau kerjasama antar departemen yang terdapat dalam lembaga usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

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

Elemen dasar itu terdiri dari :

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

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

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Status Perusahaan : Swasta

Hasil Produksi : *Tartaric Acid*

Kapasitas Produksi : 50.000 ton / tahun

Lokasi Pabrik : Gresik, Jawa Timur

10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik *Tartaric Acid* yang akan direncanakan ini merupakan perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini dipilih karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu :

1. Kehidupan PT lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh berhentinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan. Ini berarti suatu PT mempunyai potensi hidup yang lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya.
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. Kedudukan atau wewenang antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
4. Kemungkinan terhimpunnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan membagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
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 sebaik-baiknya.

10.1. Dasar Perusahaan

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Status Perusahaan	: Swasta
Unit Produksi	: Yawwac Steel
Kapasitas Produksi	: 20.000 ton/tahun
Lokasi Pabrik	: Gresik, Jawa Timur

10.2. Bentuk Perusahaan

Pabrik Yawwac Steel yang akan dikembangkan ini merupakan perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini dipilih karena mempunyai beberapa keuntungan, yaitu :

1. Kebutuhan PT lebih terjangkau karena tidak dipengaruhi oleh pentingnya salah seorang pemegang saham, di mana akan karyawan ini berarti saham PT mempunyai potensi hidup yang lebih panjang dari bentuk perusahaan lainnya.
2. Perusahaan tanggung jawab para pemegang saham karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran perusahaan dipergang oleh pimpinan perusahaan dan setiap pemegang saham hanya mungkin menderita kerugian sebesar jumlah yang ditempatkan pada PT yang bersangkutan.
3. Kebutuhan atau keinginan antara pimpinan perusahaan dan para pemegang saham (pemilik) terpisah satu sama lain.
4. Kemungkinan terdapatnya modal yang besar dan mudah, yaitu dengan cara bagi modal atas sejumlah saham-sahamnya. PT dapat menarik modal dari banyak orang.
5. Adanya efisiensi dalam perusahaan. tiap bagian dalam PT dipergang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. tiap orang atau tiap bagian mempunyai bagian dengan tugas yang jelas, sehingga ada dorongan untuk meningkatkan hasil-hasilnya.

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan

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

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi kontinu.
2. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
4. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
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 luasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staff ahli.
3. Penempatan "*the right man in the right place*" lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staff diatas maka dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada pabrik *Tartaric Acid*, yaitu menggunakan sistem organisasi garis dan staff.

10.4. Pembagian Tugas dan Tanggungjawab

Pembagian kerja dalam organisasi perusahaan merupakan pembagian jabatan dan tanggungjawab antara satu pengurus dan pengurus yang lain sesuai dengan atrukturnya. Penjelasan dari setiap jabatan dalam organisasi perusahaan ini diterangkan sebagai berikut :

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staff. Alasan

pemilihan sistem garis dan staff adalah :

1. Bisa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi kontinu.
2. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Masing-masing kepala bagian manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
4. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipotong 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.

Dibandingkan alasan tersebut ada beberapa kelemahan yang dapat mendukung

pemakaian sistem organisasi garis dan staff yaitu :

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, ukuran menengah, ataupun kecil.
2. Pengambilan keputusan yang lebih mudah dapat diambil, karena adanya staff ahli.
3. Penerapan "we right man in the right place" lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staff diatas maka

dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada pabrik Kowarc. Hal ini menggunakan sistem organisasi garis dan staff.

10.4. Pembagian Tugas dan Tanggungjawab

Pembagian kerja dalam organisasi perusahaan merupakan pembagian

jabatan dan tanggungjawab antara para pengurus dan pegawai yang lain sesuai dengan urutannya. Pembagian dan setiap jabatan dalam organisasi perusahaan

ini ditunjukkan sebagai berikut :

A. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka merupakan pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki tergantung sesuai dengan besarnya saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan sahamnya paling sedikit satu tahun. Rapat umum pemegang saham adalah rapat dari pemegang saham. Mereka mempunyai kekuasaan tertinggi dalam Perseroan Terbatas (PT). Rapat umum pemegang saham biasanya diadakan paling sedikit sekali dalam satu tahun, dan selambat-lambatnya enam bulan sesudah tahun buku yang bersangkutan. Dimana melalui rapat pemegang saham mereka menetapkan :

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha neraca perhitungan laba dan rugi tahunan.

B. Dewan Komisaris

Dewan komisaris ini bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Dewan komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh rapat umum pemegang saham apabila mereka bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseroan tersebut. Adapun tugas dewan komisaris :

1. Mengawasi direktur utama dan berusaha agar tindakan direktur utama tidak merugikan perusahaan.
2. Menentukan dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur dan menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
3. Menyetujui dan menolak rencana yang diajukan oleh direktur utama.

4. Mengadakan evaluasi atau pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
5. Member nasihat kepada direktur utama bila mengadakan perubahan dalam perusahaan.

C. Direktur Utama

Direktur utama merupakan pimpinan tinggi secara langsung dan pananggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Dengan membawahi :

- Direktur Teknik
- Direktur Administrasi

Tugas direktur utama adalah :

1. Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana kerja dan cara-cara pelaksanaannya.
2. Mengurus harta kekayaan perseroan.
3. Mengurus dan mewakili perseroan didalam dan diluar negeri
4. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggungjawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan lebih dahulu
5. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi
6. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugasnya masing-masing.
7. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris segala anggaran belanja dan pendapatan perusahaan
8. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perseroan. Dan harus meminta ijin kepada dewan komisaris bila akan melakukan tindakan yang berhubungan dengan perseroan

(peminjaman uang di bank, memindahtangankan perseroan untuk menanggung hutang dan lain sebagainya).

D. Penelitian dan Pengembangan

Litbang merupakan staff direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi.

Tugas dan wewenang litbang :

1. Memberikan nasehat dan informasi mengenai masalah teknik dan ekonomi kepada direktur utama
2. Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya sehingga dapat memajukan perusahaan.

E. Direktur Teknik

Direktur teknik membawahi bagian teknik dan produksi, dan bertanggung jawab terhadap bagian produksi di pabrik, baik produksi langsung maupun parangkat dalam membantu atau menunjang produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengelola dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dengan produksi.

F. Direktur Administrasi

Direktur administrasi ini berkaitan dengan segala kegiatan diluar produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik. Karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dengan lingkungan eksternal dengan membawahi bagian-bagian :

- Keuangan
- Sumber Daya Manusia

(peninjauan yang di buat, menimbulkan persoalan untuk menanggung hutang dan lain sebagainya).

D. Penelitian dan Pengembangan

Litbang merupakan staff direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi.

Tugas dan wewenang litbang :

1. Memberikan nasihat dan informasi mengenai masalah teknik dan ekonomi kepada direktur utama
2. Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya sehingga dapat meningkatkan perusahaan.

E. Direktur Teknik

Direktur teknik membawahi bagian teknik dan produksi dan bertanggung jawab terhadap bagian produksi di pabrik baik produksi langsung maupun barang dalam membantu atau menunjang produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengelola dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dengan produksi.

F. Direktur Administrasi

Direktur administrasi ini berkaitan dengan segala kegiatan dalam produksi tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik. Karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dengan lingkungan eksternal dengan membawahi bagian-bagian :

- Keuangan
- Sumber Daya Manusia

- Pemasaran

G. Kepala Bagian

- **Kepala Bagian Teknik**

Kepala bagian teknik adalah kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua bagian yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi sebagai penunjang dalam proses produksinya.

Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. **Seksi Utilitas**

Bertugas untuk mengawasi dan mengatur pelaksanaan penyediaan air proses, air pendingin, steam, air umpan boiler, bahan bakar, dan listrik.

2. **Seksi Perawatan**

Bertugas untuk merawat, memelihara gedung, taman dan peralatan proses termasuk utilitas. Dan juga bertugas dalam memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat dipergunakan lagi dalam proses produksi.

3. **Seksi K₃**

Bertugas untuk mengatur dan mengawasi semua kegiatan yang berhubungan dengan keselamatan kerja termasuk memberikan pelatihan-pelatihan keselamatan kerja.

- **Kepala Bagian Produksi**

Bertanggungjawab kepada direktur teknik dalam bidang mutu dan produksi. Kepala bagian produksi merupakan kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua bagian produksi, mulai dari perencanaan,

pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produk. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. Seksi Proses

Bertugas untuk mengatur dan mengawasi pelaksanaan jalannya proses produksi yang terjadinya serta realisasi rencana dan bertanggungjawab atas jalannya masing-masing proses.

2. Seksi QC dan Laboratorium

Bertugas dalam mengawasi dan mengontrol kualitas bahan baku, bahan bakar dan produk. Agar produk yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan standard yang telah ditetapkan.

3. Seksi Gudang

Bertugas dalam penyediaan bahan baku, pengepakan dan pengemasan produk jadi dan menimbun atau menyimpan dalam gudang serta merencanakan pengiriman produk ke luar pabrik.

- **Kepala Bagian Umum**

Bertanggungjawab kepada direktur administrasi dalam bidang personalia. Kabag umum mempunyai tugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Selain itu Kabag umum juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karier dan masalah penempatan karyawan. Seksi-seksi yang dibawahinya meliputi :

1. Seksi Personalia

Bertugas untuk mencari tenaga kerja baru apabila perusahaan membutuhkan tenaga kerja baru. Tugasnya mulai dari penyebaran iklan, lowongan, pengadaan test, pemilihan dan pelatihan tenaga kerja baru.

perencanaan atau produksi dan pengendalian suatu produk. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. Seksi Proses

Bertugas untuk mengatur dan mengawasi pelaksanaan jalannya proses produksi yang terdapatnya serta realisasi rencana dan bertanggungjawab atas jalannya masing-masing proses.

2. Seksi QC dan Laboratorium

Bertugas dalam mengawasi dan mengontrol kualitas bahan baku, bahan bakar dan produk. Agar produk yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

3. Seksi Gudang

Bertugas dalam penyelesaian bahan baku, berbagai bahan pengemasan produk jadi dan menyimpan atau menyimpan dalam gudang serta melaksanakan pengiriman produk ke luar pabrik.

o Kepala Bagian Umum

Bertanggungjawab kepada direktur administrasi dalam bidang personalia. Kepala umum mempunyai tugas untuk melaksanakan mengelola dan menggunakan sumber daya manusia baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Selain itu Kepala umum juga mempunyai tugas untuk menangani masalah karyawan, jenjang karier dan masalah kesejahteraan karyawan. Seksi-seksi yang dibawahinya meliputi :

1. Seksi Personalia

Bertugas untuk mencari tenaga kerja baru apabila perusahaan membutuhkan tenaga kerja baru. Tugasnya mulai dari penyebaran iklan lowongan, pengisian test pemilihan dan pelatihan tenaga kerja baru.

2. Seksi Keamanan

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga keamanan pabrik, para staff dan karyawan.

3. Seksi Kesejahteraan Pekerja

Bertugas untuk mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan, mulai dari tunjangan, memberikan cuti, JAMSOSTEK hingga mengatur pensiunan karyawan.

- **Kepala Bagian Pemasaran**

Bertanggungjawab kepada direktur administrasi dalam bidang pemasaran. Kepala bagian pemasaran mempunyai tugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. Seksi Market dan Riset

Bertugas untuk meneliti dan mengupayakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan kejalur-jalur distribusi yang tepat sehingga hasil produksi mempunyai harga jual yang terjangkau. Seksi ini juga bertugas mengenalkan produk kepada konsumen-konsumen yang membutuhkan atau pabrik-pabrik lain yang menggunakan produk sebagai bahan baku produk lain. Dan juga bertugas dalam menarik minat konsumen untuk membeli produk yang dihasilkan.

2. Seksi Pemasaran

Bertugas dalam menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan.

- **Kepala Bagian Keuangan**

Bertanggungjawab kepada direktur administrasi dalam bidang keuangan. Kabag keuangan bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian baik produk, bahan baku maupun peralatan.

Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. Seksi keuangan dan pembukuan

Bertugas dalam mengamankan keuangan perusahaan, perencanaan keuangan dimasa yang akan datang, perhitungan uang perusahaan dan membayar gaji karyawan.

2. Seksi penyediaan dan pembelian

Bertugas dalam penyediaan dan pembelian bahan baku serta peralatan.

10.5. Jam Kerja

Untuk karyawan yang bekerja dikantor, total jam kerja 40 jam/minggu dengan perincian sebagai berikut :

- a. Untuk pegawai *non shift*
 - Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
 - Jumat : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
 - Sabtu : 08.00 – 12.00
- a. Untuk pegawai *shift*
 - Shift I : 07.00 – 15.00 WIB
 - Shift II : 15.00 – 23.00 WIB
 - Shift III : 23.00 – 07.00 WIB

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja selama bergilir, maka karyawan *shift* dibagi menjadi empat regu atau grup, sehingga para pekerja dapat bekerja dengan optimal karena dapat bekerja secara bergiliran, dimana jika ketiga regu bekerja maka satu regu yang lain libur.

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L
II	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S
III	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M
IV	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P

1. Seksi keuangan dan pembelian

Berikut dalam menggunakan keuangan perusahaan
perencanaan keuangan yang akan datang, perhitungan yang
perusahaan dan membayar gaji karyawan.

2. Seksi penyediaan dan pembelian

Berikut dalam penyediaan dan pembelian bahan baku serta
perlengkapan.

10.2. Jam Kerja

Untuk karyawan yang bekerja dikantor total jam kerja 40 jamminggu
dengan rincian sebagai berikut :

a. Untuk pegawai wifw

- Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 (istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jumat : 08.00 – 16.00 (istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

a. Untuk pegawai wifb

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

Untuk menjaga kelancaran pelaksanaan jam kerja selama bergilir, maka
karyawan wifw dibagi menjadi empat regu atau group sehingga bisa bekerja dalam
bekerja dengan optimal karena dapat bekerja secara bergiliran, dimana jika ketiga
regu bekerja maka satu regu yang lain libur.

Regu	Hari											
	I	II	III	IV	1	2	3	4	5	6	7	8
I	P	S	M	L	P	M	L	P	M	L	M	L
II	S	S	L	M	L	P	P	P	P	L	M	M
III	M	L	S	L	S	L	S	S	S	L	P	P
IV	L	M	M	L	M	L	S	S	S	S	L	P

Keterangan :

- ♦ P = pagi (*shift* I)
- ♦ S = siang (*shift* II)
- ♦ M = malam (*shift* III)
- ♦ L = libur

10.6. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi pada pra rencana pabrik *Tartaric Acid* ini adalah :

1. Direktur utama
2. Direktur (Direktur Teknik dan Direktur Administrasi)
3. Kepala Bagian
4. Kepala Seksi
5. Staff Kepala Seksi
6. Operator (tenaga pelaksana)

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasi pada Pra Rencana pabrik *Tartaric Acid* dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Direktur utama : Magister Teknik Kimia (S₂)
2. Direktur
 - Direktur Teknik : Sarjana Teknik Kimia
 - Direktur Administrasi : Sarjana Administrasi
3. Direktur Litbang : Sarjana Teknik Kimia
4. Sekretaris Direktur : Sarjana Administari
5. Kepala Bagian
 - Kabag Teknik : Sarjana Teknik Mesin
 - Kabag Produksi : Sarjana Teknik Kimia

Keterangan :

- ♦ P = pagi (shift I)
- ♦ S = siang (shift II)
- ♦ M = malam (shift III)
- ♦ I = libur

10.6. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukannya dalam struktur organisasi pada perusahaan pabrik Ywarc Aek ini adalah :

1. Direktur utama
2. Direktur (Direktur Teknik dan Direktur Administrasi)
3. Kepala Bagian
4. Kepala Seksi
5. Staff Kepala Seksi
6. Operator (tenaga pelaksana)

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasi pada Perusahaan pabrik Ywarc Aek dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Direktur utama : Magister Teknik Kimia (S)
2. Direktur
- Direktur Teknik : Sarjana Teknik Kimia
- Direktur Administrasi : Sarjana Administrasi
3. Direktur Litbang : Sarjana Teknik Kimia
4. Sekretaris Direktur : Sarjana Administrasi
5. Kepala Bagian
- Kepala Teknik : Sarjana Teknik Mesin
- Kepala Produksi : Sarjana Teknik Kimia

- Kabag Pemasaran : Sarjana Ekonomi-Manajemen
- Kabag Umum : Sarjana Psikologi
- Kabag Keuangan : sarjana Ekonomi-Akuntansi

6. Kepala Seksi

- Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Kimia
- Seksi Perawatan : Sarjana Teknik Mesin
- Seksi K₃ : Sarjana Teknik Industri
- Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
- Seksi QC & Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia
- Seksi Gudang : Diploma 3 Teknik Kimia
- Seksi Personalia : Sarjana Psikologi
- Seksi Humas : Sarjana Psikologi
- Seksi Keamanan : Purnawirawan ABRI
- Seksi Kesejahteraan Pekerja : Sarjana Psikologi
- Seksi Market & Riset : Sarjana Ekonomi-Manajemen
- Seksi Pemasaran : Sarjana Ekonomi-Manajemen
- Seksi Keuangan : Sarjana Ekonomi-Akuntansi
- Seksi Peyed. & Pembelian : Sarjana Ekonomi-Akuntansi
- Karyawan : Diploma & SLTA
- Satpam : Purnawirawan ABRI
- Dokter : Sarjana Kedoktera
- Kebersihan/Taman : SLTA
- Parkir : SLTA

10.7. Perincian Jumlah Karyawan

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang dilakukan. Pada pra rencana Pabrik *Tartaric acid*, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa bagian, yaitu:

1. Proses Penyiapan Bahan Baku
2. Proses Reaksi
3. Proses Pemisahan dan Pemurnian
4. Proses Penanganan Produk
5. Proses Penyediaan Utilitas (Steam, Air, Listrik)

Sehingga proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 5 tahap. Dari *Vilbrant & Dryen*, Gambar 6.35, hal. 235, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 50.000 ton / tahun dan beroperasi 330 hari / tahun yaitu:

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam tahap, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Karyawan proses} &= 42 \text{ orang jam/hari.tahapan proses} \times \text{Tahapan proses} \\
 &= 42 \text{ orang jam/hari tahapan proses} \times 5 \text{ tahapan proses} \\
 &= 210 \text{ orang/hari}
 \end{aligned}$$

Karena setiap hari ada 3 shift dan 4 regu dimana karyawan shift bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Karyawan proses} &= \frac{210}{8 \text{ jam}} = 26 \text{ orang /shift} \\
 &= 26 \text{ orang/shift} \times 4 \text{ regu} \\
 &= 104 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Jumlah karyawan staf = 111 orang

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik *Tartaric Acid* ini adalah 215 orang.

Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja dapat dilihat pada tabel 10.2.

10.7. Perincian Jumlah Karyawan

Berikut ini jumlah tenaga operasional dibutuhkan pada pembagian proses yang dilakukan Pada perencanaa Pabrik Yowwac. Wacw yang dilakukan terbagi dalam beberapa bagian, yaitu:

1. Proses Penyisipan Bahan Baku
2. Proses Reaksi
3. Proses Pemisahan dan Pemurnian
4. Proses Pengemasan Produk
5. Proses Penyediaan Utilitas (Steam, Air Listrik)

Sehingga proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 2 tahap. Dari Wawaw & Wawaw, Gantian 0,33, hal 0,33, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 20.000 ton / tahun dan beroperasi 330 hari / tahun yaitu:

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam tahap, maka :

$$\begin{aligned} \text{Karyawan proses} &= 42 \text{ orang} \times \text{jumlah tahap} \times \text{tahap proses} \\ &= 42 \text{ orang} \times \text{jumlah tahap} \times 2 \text{ tahap proses} \\ &= 210 \text{ orang} \end{aligned}$$

Karena setiap hari ada 3 shift dan 4 regu dimana karyawan shift bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{210}{8 \text{ jam}} = 26 \text{ orang / shift}$$

$$= 26 \text{ orang} \times \text{shift} \times 4 \text{ regu}$$

$$= 104 \text{ orang}$$

$$\text{Jumlah karyawan staf} = 111 \text{ orang}$$

Jadi jumlah karyawan total yang dibutuhkan pada pabrik Yowwac. Wacw ini adalah 215 orang.

Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja dapat dilihat pada tabel 10.7.

Tabel 10.2. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja.

No.	Jabatan	Jumlah
1	Dewan komisaris	5
2	Direktur utama	1
3	Direktur produksi dan teknik	1
4	Direktur manager administrasi	1
5	Sekretaris direktur	3
6	Kepala LITBANG (R & D)	1
7	Karyawan LITBANG (R & D)	2
8	Kepala Dept. QC	1
9	Karyawan QC	3
10	Kepala Dept. Produksi	1
11	Kepala Dept. Teknik	1
12	Kepala Dept. Pemasaran	1
13	Kepala Dept. Keuangan & Akuntansi	1
14	Kepala Dept. SDM	1
15	Kepala Dept. Umum	1
16	Kepala Divisi Produksi	1
17	Staff Divisi Produksi	4
18	Karyawan Divisi Produksi	104
19	Kepala Divisi Gudang	1
20	Staff Divisi Gudang	2
21	Karyawan Gudang	3

22	Kepala Divisi Utilitas	1
23	Staff Divisi Utilitas	2
24	Karyawan Utilitas	3
25	Kepala Divisi Bengkel & Perawatan	1
26	Staff Bengkel & Perawatan	5
27	Kepala Divisi Pengendalian Proses	1
28	Karyawan Divisi Pengendalian Proses	5
29	Kepala Divisi Penjualan	1
30	Staff Penjualan	5
31	Kepala Divisi Promosi dan Periklanan	1
32	Staff Promosi dan Periklanan	3
33	Kepala Divisi Research Marketing	1
34	Staff Research Marketing	2
35	Kepala Divisi Transportasi	1
36	Staff Transportasi	2
37	Sopir	3
38	Kepala Divisi Pembukuan Keuangan	1
39	Staff Pembukuan Keuangan	2
40	Kepala Divisi Penyediaan & Pembelanjaan	1
41	Staff Penyediaan & Pembelanjaan	3
42	Kepala Divisi Kesehatan	1
43	Staff Kesehatan	3
44	Kepala Divisi Personalia	1

45	Staff Divisi Personalia	2
46	Kepala Divisi Ketenagakerjaan	1
47	Staff Ketenagakerjaan	2
48	Kepala Divisi Keamanan	1
49	Staff Keamanan	10
50	Kepala Divisi Kebersihan	1
51	Staff Kebersihan	10
Total		215

10.8. 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 di luar 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 untuk tenaga kerja shift).

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung, masker dan lain-lain), 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 mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentif atau bonus

Insentif diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang 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 dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya.
- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita.
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan.

10.9. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pabrik *Tartaric Acid* 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 reguler

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

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain - lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

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

10.9. Status Karyawan dan Sistem Gaji

Pabrik Xawwa 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. Penguasaan pada perusahaan (lainnya bekerja).
- Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status keberawannya. Status keberawannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:
1. Karyawan reguler.
Karyawan reguler adalah karyawan yang diangkat dan ditempatkan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukannya, keahlian dan masa kerjanya.
 2. Karyawan borongan.
Karyawan borongan adalah pekerja yang diberlakukan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain - lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.
 3. Karyawan harian.
Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberlakukan oleh manajer pabrik berdasarkan nota pemesanan manajer pabrik atas permintaan kepala yang membawahiya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No	Jabatan	Jmlh	Gaji (Rp/orang)	Total
1	Dewan komisaris	5	Rp 25.000.000	Rp 125.000.000
2	Direktur utama	1	Rp 37.500.000	Rp 37.500.000
3	Direktur produksi dan teknik	1	Rp 22.500.000	Rp 22.500.000
4	Direktur manager administrasi	1	Rp 22.500.000	Rp 22.500.000
5	Sekertaris direktur	3	Rp 5.000.000	Rp 15.000.000
6	Kepala LITBANG (R&D)	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
7	Karyawan LITBANG (R&D)	2	Rp 3.750.000	Rp 7.500.000
8	Kepala Dept. QC	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
9	Karyawan QC	3	Rp 3.750.000	Rp 11.250.000
10	Kepala Dept. Produksi	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
11	Kepala Dept. Teknik	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
12	Kepala Dept. Pemasaran	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
13	Kepala Dept. Keuangan & Akuntansi	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
14	Kepala Dept. SDM	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
15	Kepala Dept. Umum	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
16	Kepala Divisi Produksi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
17	Staff Divisi Produksi	4	Rp 3.750.000	Rp 15.000.000
18	Karyawan Divisi Produksi	104	Rp 2.500.000	Rp 260.000.000
19	Kepala Divisi Gudang	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
20	Staff Divisi Gudang	2	Rp 3.750.000	Rp 7.500.000
21	Karyawan Gudang	3	Rp 2.500.000	Rp 7.500.000
22	Kepala Divisi Utilitas	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
23	Staff Divisi Utilitas	2	Rp 3.750.000	Rp 7.500.000
24	Karyawan Utilitas	3	Rp 2.500.000	Rp 7.500.000
25	Kepala Divisi Bengkel & Perawatan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
26	Staff Bengkel dan Perawatan	5	Rp 3.750.000	Rp 18.750.000

27	Kepala Divisi Pengendalian Proses	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
28	Karyawan Divisi Pengendalian Proses	5	Rp 2.500.000	Rp 12.500.000
29	Kepala Divisi Penjualan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
30	Staff Penjualan	5	Rp 3.750.000	Rp 18.750.000
31	Kepala Divisi Promosi & Periklanan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
32	Staff Promosi & Periklanan	3	Rp 2.500.000	Rp 7.500.000
33	Kepala Divisi Research Marketing	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
34	Staff Research Marketing	2	Rp 2.500.000	Rp 5.000.000
35	Kepala Divisi Transportasi	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
36	Staff Transportasi	2	Rp 2.500.000	Rp 5.000.000
37	Sopir	3	Rp 1.500.000	Rp 4.500.000
38	Kepala Divisi Pembukuan Keuangan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
39	Staff Pembukuan Keuangan	2	Rp 2.500.000	Rp 5.000.000
40	Kepala Divisi Penyediaan & Pembelian	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
41	Staff Penyediaan & Pembelian	3	Rp 2.500.000	Rp 7.500.000
42	Kepala Divisi Kesehatan	1	Rp 12.500.000	Rp 12.500.000
43	Staff Kesehatan	3	Rp 3.000.000	Rp 9.000.000
44	Kepala Divisi Personalia	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
45	Staff Divisi Personalia	2	Rp 3.000.000	Rp 6.000.000
46	Kepala Divisi Ketenagakerjaan	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
47	Staff Ketenagakerjaan	2	Rp 2.500.000	Rp 5.000.000
48	Kepala Divisi Keamanan	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
49	Staff Keamanan	10	Rp 1.500.000	Rp 15.000.000
50	Kepala Divisi Kebersihan	1	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
51	Staff Kebersihan	10	Rp 1.500.000	Rp 15.000.000
Total		215	Rp428.750.000	Rp 935.250.000

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 Tartaric Acid adalah sebagai berikut :

- Return on Investment (ROI)
- Pay Out Time (POT)
- Break Even Point (BEP)
- Internal Rate of Return (IRR)

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

1. Penaksiran modal investasi total (Total Capital 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. Total pendapatan

ANALISA EKONOMI

BAB XI

Pencapaian suatu pabrik perlu diuji 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 Tartaric Acid adalah sebagai berikut :

- Return on Investment (ROI)
- Pay Out Time (POT)
- Break Even Point (BEP)
- Internal Rate of Return (IRR)

Untuk menghitung faktor - faktor diatas perlu dilakukan penaksiran beberapa

hal yang meliputi 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. Total pendapatan

11. Faktor - faktor Penentu

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

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik sebelum beroperasi yang terdiri dari :

1. Fixed Capital Investment (FCI)

a. Biaya langsung (Direct cost), meliputi :

- Pembelian alat
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Perpipaan terpasang
- Listrik terpasang
- Tanah dan bangunan
- Fasilitas pelayanan
- Pengembangan lahan

b. Biaya tak langsung (Indirect cost)

- Teknik dan supervisi
- Konstruksi
- Kontraktor
- Biaya tak terduga

2. Working Capital Investment (WCI)

Modal kerja yaitu modal yang digunakan untuk menjalankan pabrik yang berhubungan dengan laju produksi dalam beberapa waktu tertentu.

Modal kerja terdiri dari :

- a. Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- b. Pengemasan produk dalam waktu tertentu
- c. Utilitas dalam waktu tertentu
- d. Gaji dalam waktu tertentu
- e. Uang tunai

Sehingga :

Total Capital Investment (TCI) = Modal Tetap (FCI) + Modal kerja (WCI)

11.1.2. Biaya Produksi (Total Production Cost = TPC)

Total biaya produksi adalah biaya yang digunakan untuk operasi pabrik atau biaya yang dikeluarkan untuk mengeluarkan satu satuan produk dalam waktu tertentu.

Biaya produksi terdiri dari :

- a. Biaya pembuatan (Manufacturing Cost), yang terdiri dari :
 - Biaya Produksi Langsung
 - Biaya produksi tetap
 - Biaya overhead pabrik
- b. Biaya umum (General Expenses), terdiri dari :
 - Biaya administrasi
 - Biaya distribusi dan pemasaran
 - Litbang
 - Financing

Adapun biaya produksi total terbagi menjadi :

a. Biaya variabel (Variable Cost = VC)

Biaya variabel yaitu segala biaya yang pengeluarannya berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara langsung yang terdiri dari :

- Biaya bahan baku
- Biaya utilitas
- Biaya pengemasan produk

b. Biaya semi variabel (Semi Variable Cost = SVC)

Biaya semi variabel yaitu, biaya pengeluaran yang tidak berbanding lurus dengan laju produksi atau biaya yang tergantung dengan kapasitas pabrik secara tidak langsung. Biaya semi variabel terdiri dari :

- Upah karyawan
- Plant overhead
- Pemeliharaan dan perbaikan
- Laboratorium
- Operating supplies
- Biaya umum
- Supervisi

c. Biaya Tetap (Fixed Cost = FC)

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara tetap, tidak tergantung pada kapasitas pabrik.

Biaya tetap terdiri dari :

- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak
- Bunga Bank

11.2 Penafsiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat akan berubah, tergantung pada perubahan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, digunakan beberapa cara konversi harga alat terhadap harga alat pada beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat dalam Pra Rencana Pabrik Tartaric Acid ini didasarkan pada data harga alat yang terdapat pada literatur Gael D. Ulrich dan website www.matche.com

Untuk menaksir harga alat pada tahun 2010 digunakan persamaan berikut :

$$C_x = \frac{I_x}{I_k} \times C_k \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

C_x = Taksiran harga alat pada tahun 2010

C_k = Taksiran harga alat pada tahun basis

I_x = Indeks harga pada tahun 2010

I_k = Indeks harga pada tahun basis

11.3. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Biaya Langsung (DC)

1. Harga peralatan (E)	= \$	95.388.545
2. Intrumentasi dan control (0,25 E)	= \$	23.847.136
3. Perpipaian terpasang (0,4 E)	= \$	38.155.418
4. Isolasi (0,14 E)	= \$	13.354.396
5. Listrik terpasang (0,16 E)	= \$	15.262.167
Harga diatas kapal (FOB)	= \$	186.007.663
6. Angkutan kapal laut (0,05 FOB)	= \$	9.300.383
Ongkos muatan (CF)	= \$	195.308.046
7. Asuransi (0,1 CF)	= \$	19530804,58
Biaya asuransi muatan (CIF)	= \$	214.838.850
8. Angkutan ke plant site (0,1 CIF)	= \$	21.483.885
9. Fasilitas dan bengkel (0,4 E)	= \$	38.155.418
10. Tanah dan bangunan	= \$	2.514.286
Total biaya langsung (DC)	= \$	276.992.439

B. Biaya tak langsung (DIC)

11 Engineering (0,05 DC)	= \$	13.849.622
12 Biaya konstruksi (0,1 DC)	= \$	27.699.244
Total biaya tak langsung (DIC)	= \$	41.548.866

I_x = Indeks harga pada tahun 2010

I_k = Indeks harga pada tahun basis

11.3. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

A. Biaya langsung (DC)

1. Harga peralatan (E)	= 2	62.388.242
2. Insumentasi dan control (0,22 E)	= 2	23.847.130
3. Peralatan transportasi (0,4 E)	= 2	28.122.418
4. Isolasi (0,14 E)	= 2	13.324.300
5. Listrik transportasi (0,10 E)	= 2	12.202.107
<hr/>		
Harga dasar kapal (FOB)	= 2	180.007.003
6. Vopakitan kapal lain (0,02 FOB)	= 2	9.300.382
<hr/>		
Ongkos muatan (CF)	= 2	162.308.040
7. Asuransi (0,1 CF)	= 2	162.308.042
<hr/>		
Biaya asuransi muatan (CF)	= 2	314.838.820
8. Angkutan ke plant site (0,1 CF)	= 2	31.483.382
9. Fasilitas dan bengkel (0,4 E)	= 2	28.122.418
10. Tanah dan bangunan	= 2	2.214.280
<hr/>		
Total biaya langsung (DC)	= 2	320.002.430

B. Biaya tak langsung (DIC)

11 Engineering (0,02 DC)	= 2	12.840.622
12 Biaya konstruksi (0,1 DC)	= 2	22.000.244
<hr/>		
Total biaya tak langsung (DIC)	= 2	41.248.866

C. Total plant cost (Tpc)

13 Total biaya langsung (DC)	= \$	276.992.439
14 Total biaya tak langsung (DIC)	= \$	41.548.866
Total plant cost (Tpc)	= \$	318.541.305
15 Kontraktor (0,05 Tpc)	= \$	15.927.065
16 Biaya tak terduga (0,08 Tpc)	= \$	25.483.304

D. Modal Tetap (FCI) = \$ **359.951.675**

E. Modal kerja 15% FCI (WCI) = \$ **53.992.751**

F. Total Capital Invesment (TCI)

FCI + WCI = \$ **413.944.426**

Modal perusahaan

Modal sendiri (60% TCI) = \$ 248.366.655

Modal Pinjaman (40% TCI) = \$ 165.577.770

11.4 Biaya Produksi

A. Biaya Manufaktur

A.1 Biaya produksi Langsung (DPC)

1. Bahan baku 1 tahun	= \$	794.468.530
2. Gaji karyawan 1 tahun (TK)	= \$	1.068.857
3. Biaya utilitas 1 tahun	= \$	852.551
4. Pemeliharaan (0,03 FCI)	= \$	10.798.550
5. Laboratorium (0,13 Gaji)	= \$	138.951
6. Operating supplies (0,006 FCI)	= \$	2.159.710

C. Total plant cost (Tpc)		
13 Total biaya langsung (LIC)	=	250.000.430
14 Total biaya tak langsung (DLC)	=	41.248.800
Total plant cost (Tpc)	=	318.241.302
12 Konstruksi (0.02 Tpc)	=	12.027.002
10 Biaya tak langsung (0.08 Tpc)	=	25.483.304
D. Modal Tetap (FCI)	=	320.021.072
E. Modal kerja 12% FCI (WCI)	=	23.905.721
F. Total Capital Investment (TCI)		
FCI + WCI	=	417.944.730
Modal perusahaan		
Modal sendiri (60% TCI)	=	250.766.838
Modal Pinjaman (40% TCI)	=	102.257.730
11.4 Biaya Produksi		
A. Biaya Manufaktur		
A.1 Biaya produksi Langsung (DLC)		
1 Bahan baku 1 tahun	=	204.408.230
2 Gaji karyawan 1 tahun (LK)	=	1.008.825
3 Biaya utilitas 1 tahun	=	825.221
4 Pemeliharaan (0.03 FCI)	=	10.708.220
5 Laboratorium (0.12 Gaji)	=	128.021
6 Operating supplies (0.006 FCI)	=	2.120.710

7. Pengemasan	= \$	323.810
---------------	------	---------

Biaya produksi langsung (DPC)	= \$	809.810.960
--------------------------------------	-------------	--------------------

A.2. Biaya Produksi Tetap (FPC)

1. Asuransi (0,01 FCI)	= \$	3.599.517
------------------------	------	-----------

2. Depresiasi peralatan (0,1 FCI)	= \$	35.995.167
-----------------------------------	------	------------

3. Pajak Kekayaan (0,4 FCI)	= \$	143.980.670
-----------------------------	------	-------------

4. Bunga bank (24% modal pinjaman)	= \$	39.738.665
------------------------------------	------	------------

Biaya Produksi Tetap (FPC)	= \$	223.314.019
-----------------------------------	-------------	--------------------

B. Biaya Overhead Pabrik (0,55 TK)	= \$	587.871
---	-------------	----------------

Total Biaya Manufaktur

Total Biaya Manufaktur	=	Total DPC	+	Total FPC	+	Biaya Overhead	
							= 1.033.712.850

C. Biaya Umum (GE)

1. Distribusi dan pemasaran (0,03 DPC)	= \$	24.294.329
--	------	------------

2. Research and Development (0,03 DPC)	= \$	24.294.329
--	------	------------

3. Administrasi (0,15 TK)	= \$	160.329
---------------------------	------	---------

Biaya Umum (GE)	= \$	48.748.986
------------------------	-------------	-------------------

D. Biaya Produksi Total (TPC)

Total TPC	=	Biaya Manufaktur + GE	= \$	1.082.461.836
-----------	---	-----------------------	------	----------------------

11.5. Laba Perusahaan

Laba Perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun	\$	1.280.000.000
---------------------------	----	---------------

Total penjualan per tahun			1.280.000.000	
Laba Perusahaan yang diperoleh dari penjualan produk				
11.2. Laba Perusahaan				
D. Biaya Produksi Total (TPC)				
Biaya Umum (GU)				
1.	Administrasi (0,15 TK)	=	2	100.750
2.	Research and Development (0,03 DPC)	=	2	24.504.750
1.	Distribusi dan pemasaran (0,03 DPC)	=	2	24.504.750
C. Biaya Umum (GU)				
Total BPC = Biaya Manufaktur + GU				
1.082.401.830				
B. Biaya Overhead Pabrik (0,25 TK)				
=				
287.871				
Biaya Produksi Tetap (FPC)				
=				
323.314.019				
Total Biaya Manufaktur				
Total BPC + Total FPC + Biaya Overhead				
=				
1.033.712.820				
Total Biaya Manufaktur				
R. Biaya Overhead Pabrik (0,25 TK)				
=				
287.871				
Biaya Produksi Tetap (FPC)				
=				
323.314.019				
4. Bunga bank (24% modal pinjaman)				
=				
30.738.602				
3. Pajak Kekayaan (0,4 FCI)				
=				
143.980.670				
2. Depresiasi peralatan (0,1 FCI)				
=				
32.992.197				
1. Asuransi (0,01 FCI)				
=				
3.209.717				
A.2. Biaya Produksi Tetap (TPC)				
=				
809.810.900				
7. Pengeluaran				
=				
232.810				

$$\begin{aligned}
 \text{Laba Kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya produksi} \\
 &= \$ \quad 1.280.000.000 \quad - \quad 1.082.461.836 \\
 &= \$ \quad \mathbf{197.538.164}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pajak penghasilan} &= 40\% \text{ dari Laba kotor} \\
 &= \$ \quad 79.015.266
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Laba Bersih} &= \text{Laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak}) \\
 &= \$ \quad \mathbf{118.522.898}
 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak (C_A) :

$$\begin{aligned}
 C_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\
 &= \$ \quad 118.522.898 + \quad 35.995.167 \\
 &= \$ \quad \mathbf{154.518.066}
 \end{aligned}$$

Nilai aset akhir/ sisa (s)

$$\text{depresiasi} = \frac{\text{modal tetap} - \text{nilai aset akhir}}{\text{umur pabrik}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{nilai sisa} &= \text{modal tetap} - (\text{depresiasi} \times \text{umur pabrik}) \\
 &= \mathbf{359.951.675} \quad - \quad \mathbf{359.951.675} \\
 &= \quad \mathbf{0}
 \end{aligned}$$

11.6. Analisis Probabilitas

11.6.1. Laju Pengembalian Modal (Rate Of Investment = ROI)

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

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= (\text{laba kotor} / \text{modal tetap}) \times 100\% \\ &= 54,88 \quad \% \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= 32,93 \quad \% \text{ dari modal investasi} \end{aligned}$$

11.6.2. Lama Pengembalian Modal (Pay Out Time = POT)

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

$$\begin{aligned} \text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash Flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2,33 \quad \text{tahun} \end{aligned}$$

11.6.3. Break Event Point (BEP)

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

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 1$$

A. Biaya Produksi Tetap (FPC) = \$ **223.314.019**

B. Biaya Variabel (VC)

1. Bahan baku 1 tahun	= \$	794.468.530
2. Biaya utilitas 1 tahun	= \$	852.551
3. Biaya pengemasan 1 tahun	= \$	323.810
<hr/>		
Total biaya variabel (VC)	= \$	795.644.891

C. Biaya Semi Variabel (SVC)

1. Pemeliharaan dan perbaikan	= \$	10.798.550
2. Gaji Karyawan	= \$	1.068.857
3. Laboratorium	= \$	138.951
4. Biaya overhead	= \$	587.871
5. Biaya umum (GE)	= \$	48.748.986
6. Operating supply	= \$	2.159.710
<hr/>		
Total biaya semi variabel (SVC)	= \$	63.502.926

D. Harga Penjualan (S)	= \$	1.280.000.000
-------------------------------	------	----------------------

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

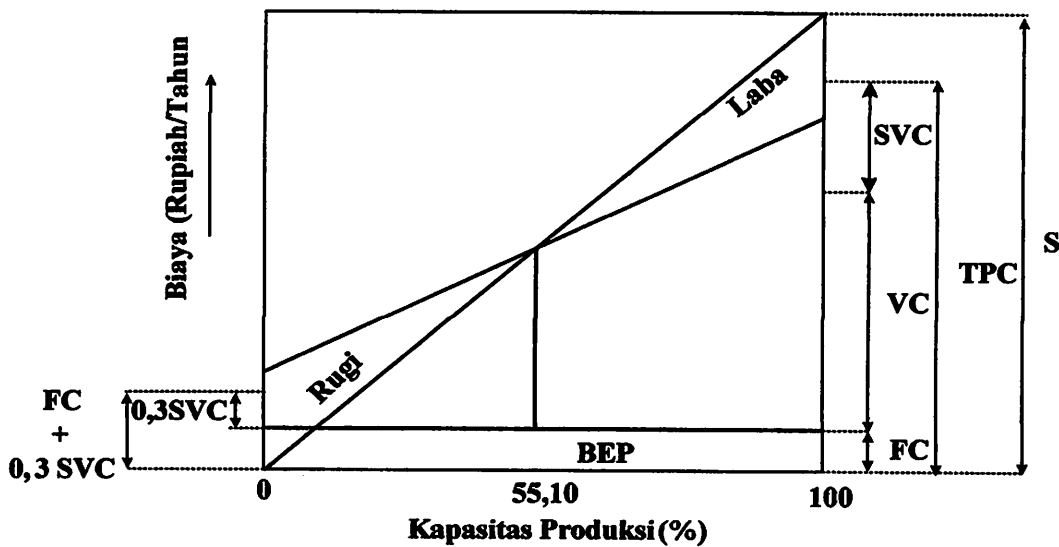
$$= \frac{223.314.019 + (0,3 \times 63.502.926)}{1.280.000.000 - (0,7 \times 63.502.926) - 795.644.891}$$

$$= 55,10 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi} &= 0,5510 \times 50.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 27.548 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Nilai BEP untuk pabrik kimia berada diantara nilai 35 - 65 %

Jadi Pra Rencana Pabrik Tartaric Acid ini memenuhi nilai BEP untuk didirikan.



Gambar 11.1. Break Event Point (BEP) Pra Rencana Pabrik Tartaric Acid

Untuk produksi tahun pertama kapasitas pabrik 90% dari kapasitas rencana,
sehingga keuntungan adalah :

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

dimana :

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

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

Untuk kapasitas 90% :

$$\frac{PB_i}{\$ 118.522.898} = \frac{(100 - 49,24) - (100 - 70)}{(100 - 49,24)}$$

$$PBi = \$ 92.128.715$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{Laba bersih tahun pertama} + \text{Depresiasi alat} \\ &= \$ 92.128.715 + \$ 35.995.167 \\ &= \$ 128.123.882 \end{aligned}$$

11.6.4. Shut Down Point (SDP)

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

$$\begin{aligned} SDP &= \frac{0,3SVC}{S-0,7SVC-VC} \times 100\% \\ &= \frac{(0,3 \times 63.502.926)}{1.280.000.000 - (0,7 \times 63.502.926) - 795.644.891} \\ &= 4,33 \% \text{ dari kapasitas produksi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik SDP terjadi pada kapasitas produksi} &= 4,3307 \times 50.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 216.535 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

11.6.5 Net Present Value (NPV)

1. Masa konstruksi pabrik pada tahun ke -2 adalah (CA_2)

$$\begin{aligned} CA_2 &= (40\% \times Rp 359.951.675) (1 + 0,24)^2 \\ &= \$ 221.384.678 \end{aligned}$$

2. Masa konstruksi pabrik pada tahun ke -2 adalah (CA_2)

$$\begin{aligned} CA_1 &= (60\% \times Rp 359.951.675) (1 + 0,24)^1 \\ &= \$ 267.804.046 \end{aligned}$$

Total modal akhir pada masa konstruksi 2 tahun adalah :

$$\begin{aligned} CA_0 &= -(CA_2 + CA_1) \\ &= -(\$ \quad 221.384.678 \quad + Rp \quad 267.804.046 \quad) \\ &= -(\$ \quad 489.188.724 \quad) \end{aligned}$$

Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times Fd$$

dimana :

$$C_A = \text{Cash flow setelah pajak}$$

$$Fd = \text{Faktor diskon} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

$$n = \text{tahun ke- } n$$

$$i = \text{tingkat suku bunga bank}$$

Tabel 11.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke-	C _A (\$)	Faktor Diskon (i = 0,24)	NPV 1 (\$)
0	-489.188.724	1	-489.188.724
1	128.123.882	0,8065	103.325.711
2	154.518.066	0,6504	100.493.019
3	154.518.066	0,5245	81.042.757
4	154.518.066	0,4230	65.357.062
5	154.518.066	0,3411	52.707.308
6	154.518.066	0,2751	42.505.894
7	154.518.066	0,2218	34.278.947

8	154.518.066	0,1789	27.644.312
9	154.518.066	0,1443	22.293.800
10	154.518.066	0,1164	17.978.871
Nilai sisa	0	0,1164	0
WCI	53.992.751	0,1164	6.282.299
Jumlah			64.721.256

Karena harga NPV positif maka Pabrik Tartaric Acid layak didirikan dengan kondisi tingkat bunga pinjaman bank sebesar 24 %

11.6.6. Internal rate of return (IRR)

Metode ini digunakan untuk menghitung tingkat bunga pada investasi pabrik dan nilai kas bersih yang akan datang. Harga IRR harus lebih tinggi dari tingkat bunga bank sehingga harus dipenuhi persamaan dibawah ini, dengan mencoba-coba harga (bunga bank).

Laju bunga :

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

dimana

i_1 = besarnya bunga pinjaman (ke-1) yang ditriol = 21%

i_2 = besarnya bunga pinjaman (ke-2) yang ditriol = 28%

Tabel 11.2. Internal Rate of Return (IRR)

Tahun ke-	C _A (\$)	Fd i = 21 %	PV (\$)	Fd i = 28%	PV (\$)
0	-489.188.724	1	-489.188.724	1	-489.188.724
1	128.123.882	0,8264	105.887.506	0,7813	100.096.783
2	154.518.066	0,6830	105.537.918	0,6104	94.310.343
3	154.518.066	0,5645	87.221.420	0,4768	73.679.955
4	154.518.066	0,4665	72.083.818	0,3725	57.562.465
5	154.518.066	0,3855	59.573.403	0,2910	44.970.676
6	154.518.066	0,3186	49.234.218	0,2274	35.133.341
7	154.518.066	0,2633	40.689.436	0,1776	27.447.922
8	154.518.066	0,2176	33.627.633	0,1388	21.443.689
9	154.518.066	0,1799	27.791.432	0,1084	16.752.882
10	154.518.066	0,1486	22.968.126	0,0847	13.088.189
Nilai sisa	0	0,1486	0	0,0847	0
WCI	53.992.751	0,1486	8.023.323	0,0847	4.573.364
Jumlah		NPV ₁	123.449.509	NPV ₂	-129.114

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= 21\% + \frac{123.449.509}{123.449.509 - (-129.114)} \times 28\% - 21\% \\
 &= 28\%
 \end{aligned}$$

Karena harga IRR > bunga bank (24%), maka Pabrik Tartaric Acid layak didirikan

Table 11.3. Internal Rate of Return (IRR)

Tabung ke-	C _t (2)	NPV (2)	NPV (2)	NPV (2)
0	-480.188.754	-480.188.754	1	-480.188.754
1	128.153.885	102.887.209	0.7813	100.000.587
2	124.218.000	102.237.218	0.9104	94.310.343
3	124.218.000	87.551.750	0.7408	73.650.922
4	124.218.000	75.083.818	0.7252	52.265.402
5	124.218.000	60.237.403	0.5010	44.050.950
6	124.218.000	46.534.518	0.5544	32.137.341
7	124.218.000	40.080.430	0.1250	52.445.055
8	124.218.000	33.052.033	0.1388	51.443.080
9	124.218.000	27.501.435	0.1084	10.525.885
10	124.218.000	22.008.150	0.0845	13.088.180
Nilai sisa	0	0	0.0845	0
WCI	23.005.251	8.052.253	0.0845	4.253.304
Jumlah	NPV1	153.440.200	NPV2	-150.114

$$IRR = 21\% + \frac{153.440.200 - (-150.114)}{153.440.200} \times 28\% = 21\%$$

= 28%

Karena harga IRR > harga bank (5.4%) maka Project Economic Acid layak diberikan

BAB XII

KESIMPULAN

Pra Rencana Pabrik *Tartaric acid* dari maleat anhidrida dan hidrogen peroksida dengan proses hidrolisis 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 *Tartaric acid* ini layak untuk ditindaklanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

12.1. Segi Teknik

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan *Tartaric acid* dari maleat anhidrida dan hidrogen peroksida ini cukup menguntungkan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

12.2. 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.

12.3. Segi Lokasi

Penempatan pabrik *Tartaric acid* di Gresik, Jawa Timur dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi, karena :

- Dekat dengan bahan baku (maleat anhidride)
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Persediaan air yang memadai
- Tenaga kerja yang cukup tersedia

KESIMPULAN

BAB XII

Pra Rencana Pabrik Yawwate wedy dari mesin anhidrida dan hidrogen peroksida dengan proses hidrolisis 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 Yawwate wedy ini layak untuk dilanjutkan dengan memperhatikan beberapa aspek berikut :

12.1. Segi Teknik:

Bila ditinjau dari segi teknik, proses pembuatan Yawwate wedy dari mesin anhidrida dan hidrogen peroksida ini cukup menggunakan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

12.2. Segi Sosial

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

12.3. Segi Lokasi

- Pembuatan pabrik Yawwate wedy di Gresik Jawa Timur dinilai cukup menggunakan dari segi lokasi karena :
- Dekat dengan bahan baku (mesin anhidrida)
 - Dekat dengan daerah pemasaran
 - Tersedianya air yang memadai
 - Tenaga kerja yang cukup tersedia

- Persediaan listrik dan bahan bakar yang memadai

12.4. 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 *Tartaric acid* dari maleat anhidrida dan hidrogen peroksida dengan proses hidrolisis, diperoleh hasil sebagai berikut :

- BEP : 55,01 %
- POT : 2,33 Tahun
- ROI : 32,93 %
- IRR : 28 %

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. <http://webdev.bps.go.id/tabel/>.
2. Brownell, Lloyd E. (1959). *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited, New Delhi.
3. Geankoplis, Christie J. (1997). *Transport Processes and Unit Operations*, Third Edition. Prentice Hall of India, New Delhi.
4. Hesse, H.C. and Rushton, J.H. (1981). *Process Equipment Design*. D. Van Nostrand Co, New Jersey.
5. Himmelblau, David M. (1999). *Prinsip Dasar dan Kalkulasi dalam Teknik Kimia*. Pt. Prenhallindo. Jakarta.
6. Kern, Donald. (1965). *Process Heat Transfer*. Mc. Graw Hill International, Singapore.
7. Othmer, Kirk. (1966). *Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 1 Third Edition*. John Wiley and Sons Inc, New York.
8. Othmer, Kirk. (1966). *Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 13 Third Edition*. John Wiley and Sons Inc, New York.
9. Othmer, Kirk. (1966). *Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 14 Third Edition*. John Wiley and Sons Inc, New York.
10. Perry, Robert H, 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Ed*. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
11. Syamsudin, Lukman. (1994). *Manajemen Keuangan Perusahaan*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
12. Timmerhaus, Klaus D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, Fourth Edition. Mc. Graw Hill International, Singapore.
13. Ulrich, Gael D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, Canada.
14. Van Ness, Smith. (2001). *Chemical Engineering Thermodynamics*, Sixth Edition. Mc. Graw Hill International, Singapore.

15. Warren, Mc. Cabe. (1994). *Operasi Teknik Kimia*, Jilid I. PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia.
16. Warren, Mc. Cabe. (1994). *Operasi Teknik Kimia*, Jilid II. PT. Gelora Aksara Pratama, Jakarta, Indonesia.
17. Anonymous. <http://en.wikipedia.org/wiki/air>.
18. Anonymous. http://en.wikipedia.org/wiki/Maleic_acid.
19. Anonymous. http://en.wikipedia.org/wiki/Maleic_anhydride.
20. Anonymous. http://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_peroxide.
21. Anonymous. http://en.wikipedia.org/wiki/Tartaric_acid.
22. Anonymous. <http://en.wikipedia.org/wiki/Tungsten>.
23. Anonymous. www.ec21.com/companies/tartaric_acid.
24. Anonymous. www.patentstorm.us/patents/1915273/description.html.
25. Anonymous. www.patentstorm.us/patents/3875223/description.html.
26. Anonymous. www.patentstorm.us/patents/5087746/description.html.
27. Anonymous. http://science.jrank.org/pages/6698/Tartaric_acid.html.