

**PRA RENCANA PABRIK**

**FTALAT ANHIDRIDA DARI OKSIDASI NAFTALENA FASE UAP  
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
KOLOM DESTILASI**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**ROSI SYANA FAHILA      1014029**



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

UNITED STATES GOVERNMENT

DEPARTMENT OF COMMERCE  
BUREAU OF MARINE TRANSPORTATION

REGULATIONS  
GOVERNING THE OPERATION OF  
VESSELS

CHAPTER

SECTION

REGULATIONS GOVERNING THE OPERATION OF VESSELS

ADMINISTRATIVE REGULATIONS  
GOVERNING THE OPERATION OF VESSELS  
REGULATIONS GOVERNING THE OPERATION OF VESSELS  
1908

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**FTALAT ANHIDRIDA DARI OKSIDASI NAFTALENA FASE UAP  
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
KOLOM DESTILASI**

**SKRIPSI**

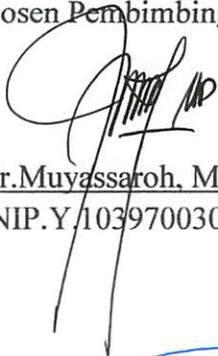
**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menempuh Wisuda  
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S1)  
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun Oleh :**

**ROSI SYANA FAHILA      1014029**

Malang, 18 Agustus 2014

Dosen Pembimbing I

  
Ir. Muyassaroh, MT  
NIP. Y. 1039700306

Dosen Pembimbing II

  
Dwi Ana Anggorowati, ST, MT  
NIP. 197009282005012001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Jimmy, ST, MT  
NIP. Y. 1039900330





ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қазақстан Республикасының  
Мемлекеттік тілі

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қосымша №1

Қосымша №2

Астана, 18 Ақпан 2014 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Бұйрықпен:

Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым Министрінің  
Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым Министрінің  
Қазақстан Республикасының Білім және Ғылым Министрінің

ҚАЗАҚСТАН

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ  
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

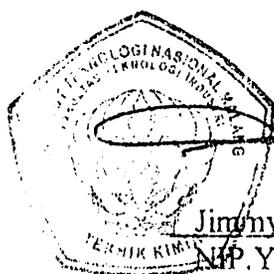
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

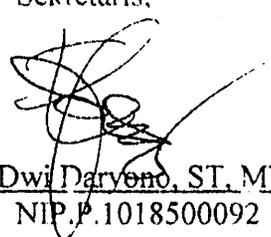
**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : ROSI SYANA FAHILA  
NIM : 1014029  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK ETALAT ANHIDRIDA  
DARI OKSIDASI NAFTA LENA FASE UAP

Dipertahankan dihadapan tim penguji Skripsi je g ang Strata Satu ( S-1 ) pada :

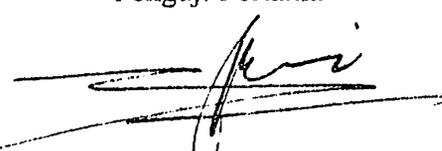
Hari : Senin  
Tanggal : 18 Agustus 2014  
Nilai : B +

  
Ketua,  
  
Jimmy, ST, MT  
NIP. Y. 1039900330

Sekretaris,  
  
Elvianto Dwi Daryono, ST, MT  
NIP. Y. 1018500092

Anggota Penguji.

Penguji Pertama

  
Ir. Bambang Susila Hadi  
NIP. Y. 1039000210

Penguji Kedua

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

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ROSI SYANA FAHILA  
Nim : 1014029  
Jurusan/Prog. Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)  
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

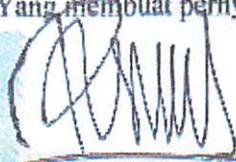
### “PRA RENCANA PABRIK

### FTALAT ANHIDRIDA DARI OKSIDASI NAFTALENA FASE UAP “

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

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,

   
**ROSI SYANA FAHILA**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya, maka penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pra Rencana Pabrik Ftalat Anhidrida dari Oksidasi Naftalena Fase Uap”**.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi tugas akhir mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang, sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana (Strata-1) Teknik Kimia.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini

1. Ayah dan Ibu yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
2. Bapak Ir.soeparno djiwo, MT, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir.Anang Subardi,MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri.
4. Bapak Ir. Jimmy, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia sekaligus Dosen Pembimbing.
5. Ibu Ir.Muyassaroh, MT dan Ibu Dwi ana anggorowati,MT selaku pembimbing yang telah memberikan masukan kepada penyusun.
6. Rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penyusun menyadari Laporan Tugas Akhir ini masih kurang sempurna, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2014

**PRA RENCANA PABRIK**  
**FTALAT ANHIDRIDA DARI OKSIDASI**  
**NAFTALENA FASE UAP KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh:

Diego Sansabah A.R 1014007

Rosi Syana Fahila 1014029

Dosen Pembimbing:

Ir.Muyassaroh, MT

Dwi Ana Anggorowati, ST,MT

---

**ABSTRAK**

Ftalat anhidrida (  $C_8H_4O_3$  ) adalah salah satu produk yang dapat dihasilkan dari bahan baku Naftalena (  $C_{10}H_8$  ). Kegunaan Ftalat anhidrida dalam industri kimia dapat dikatakan cukup luas. Beberapa kegunaan dari Ftalat anhidrida antara lain: plasticizer, alkyd resin, unsaturated polyester resin. Ftalat anhidrida berupa padatan/flake berwarna putih yang memiliki berat molekul (148,12 ), titik leleh (  $131,0^{\circ}C$  ) dan titik didih (  $284,5^{\circ}C$  ).

Pabrik Ftalat anhidrida ini direncanakan didirikan di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, pada tahun 2017 dengan kapasitas 70000 ton/tahun, waktu operasi 300 hari/tahun. Utilitas yang digunakan meliputi air, listrik, steam, molten salt, dowtherm A dan bahan bakar. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staf. Dari hasil perhitungan ekonomi didapatkan TCI = Rp. 159.086.922.538,50; Laba Bersih = Rp. 48.129.954.785,63 ;  $ROI_{BT} = 43,49 \%$  ;  $ROI_{AT} = 34,79 \%$  ; POT = 2,0924 tahun ; BEP = 46,19 %; IRR = 32,3970 %. Dari analisa ekonomi tersebut maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik Ftalat anhidrida layak untuk didirikan.

Kata Kunci : Ftalat Anhidrida, Naftalena, Vanadium.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
I.1. Latar Belakang .....	I-1
I.2. Sifat-sifat Fisika Kimia Bahan Baku, Bantu dan Produk .....	I-1
I.3. Sifat kimia dan fisika bahan baku .....	I-2
I.4. Analisa pasar .....	I-4
I.5. Menentukan kapasitas .....	I-5
I.6. Menentukan lokasi .....	I-7
<b>BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....</b>	<b>II-1</b>
II.1. Macam Proses .....	II-1
II.2. Seleksi Proses.....	II-2
II.3. Uraian Proses.....	II-3
<b>BAB III NERACA MASSA.....</b>	<b>III-1</b>
<b>BAB IV NERACA PANAS .....</b>	<b>IV-1</b>
<b>BAB V SPEKSIFIKASI PERALATAN.....</b>	<b>V-1</b>
<b>BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA .....</b>	<b>VI-1</b>
<b>BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....</b>	<b>VII-1</b>
VII.1. Instrumentasi .....	VII-1
VII.2. Keselamatan Kerja .....	VII-3
<b>BAB VIII UTILITAS .....</b>	<b>VIII-1</b>

VIII.1.	Unit Pengolahan Air.....	VIII-1
VIII.2.	Unit Penyediaan molten salt.....	VIII-7
VIII.3.	Unit Penyediaan Tenaga Listrik.....	VIII-8
<b>BAB IX</b>	<b>TATA LETAK PABRIK .....</b>	<b>IX</b>
IX.1.	Tata Lokasi Pabrik .....	IX-1
IX.2.	Tata Letak pabrik .....	IX-8
IX.3.	Tata Letak peralatan proses.....	IX-9
<b>BAB X</b>	<b>STRUKTUR ORGANISASI PERUSAHAAN.....</b>	<b>X-1</b>
X.1.	Umum .....	X-1
X.2.	Bentuk Perusahaan .....	X-1
X.3.	Struktur Organisasi.....	X-2
X.4.	Pembagian tugas dan Tanggung Jawab Organisasi.....	X-4
X.5.	Jadwal dan Jam Kerja.....	X-9
X.6.	Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan .....	X-10
X.7.	Perencanaan Jumlah Karyawan.....	X-11
X.8.	Sistem Pengupahan Karyawan .....	X-12
X.9.	Jaminan Sosial.....	X-13
<b>BAB XI</b>	<b>ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>XI-1</b>
<b>BAB XII</b>	<b>KESIMPULAN .....</b>	<b>XII-1</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA</b>		
<b>APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS</b>		
<b>APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN</b>		
<b>APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS</b>		
<b>APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik ftalat anhidrida .....	I-7
Gambar 2.1. Blok Diagram Proses ftalat anhidrida .....	II-2
Gambar 2.2. Blok Diagram Proses ftalat anhidrida .....	II-3
Gambar 9.1. Tata Letak Peralatan Proses .....	IX-11
Gambar 9.2 Tata Letak Bangunan Pabrik ftalat anhidrida. ....	IX-14
Gambar 10.1 Struktur Organisasi .....	X-3

## **Daftar Tabel**

Tabel 1.1. Pemakaian Ftalat Anhidrida.....	I-2
Tabel 1.2.Data Impor Analisa Pasar .....	I-4
Tabel 1.3. Perhitungan Ftalat Anhidrida.....	I-5
Tabel 2.1. Perbandingan Proses Pembuatan Ftalat Anhidrida.....	Ii-3
Tabel 7.1. Instrumentasi Di Pabrik Ftalat Anhidrida.....	Vii-2
Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja .....	Vii-6
Tabel 9.2. Rincian Peralatan Proses.....	Ix-9
Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik.....	X-9
Tabel 10.2 Daftar Jumlah Karyawan .....	X-11



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia nampak dengan semakin banyaknya industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi maupun bahan jadi. Minyak bumi merupakan salah satu bahan mentah yang dapat diolah sehingga dapat menghasilkan bermacam-macam produk, baik sebagai produk utama maupun sebagai produk samping.

Ftalat anhidrida adalah salah satu produk yang dapat dihasilkan dari bahan baku naptalena yang merupakan hasil samping dari pengolahan minyak bumi dan batu bara. Dan juga ftalat anhidrida sangat luas penggunaannya dalam industri kimia.

Ftalat anhidrida merupakan perantara penting dalam industri kimia. Berikut kelompok produk utama pada ftalat anhidrida yaitu plasticizer (56%), resin polyester (17%), resin alkid (17%) dan penggunaan lainnya (10%). Ftalat anhidrida juga digunakan sebagai perantara dalam memproduksi bahan pewarna, insektisida, farmasi, dan beberapa produk bahan kimia lainnya. Ftalat anhidrida mengandung bahan-bahan yang digunakan sebagai aplikasi dalam pelapis untuk peralatan rumah tangga, mobil, peralatan medis dan furnitur.

#### 1.2 Sejarah Perkembangan Industri Ftalat anhidrida

Ftalat anhidrida dan asam ftalat, pertama kali disintesa pada tahun 1896. Sintesa ini dilakukan dengan mengoksidasi naftalena pada fase liquid dengan menggunakan campuran katalis asam sulfat dan garam merkuri untuk menghasilkan anhidrat. Proses pembuatan ftalat anhidrida dengan mengoksidasi naptalena dalam fase uap dengan vanadium dan molybdenum oksida sebagai katalis di perkenalkan pertama kali di negara amerika serikat dan dipatenkan pada



tahun 1930 dan proses yang sama juga diperkenalkan dan dipatenkan di Jerman pada tahun 1934.

Ftalat anhidrida pertama kali dikomersialisasi pada tahun 1946 dengan reaksi oksidasi antara udara dan *o*-xylene dengan kemurnian 90%. Keuntungan dari *o*-xylene sebagai reaktan menghasilkan 1,395 kg ftalat anhidrida per kg *o*-xylene. Sedangkan penggunaan naptalen sebagai reaktan hanya menghasilkan 1,157 kg ftalat anhidrida per kg naptalen. Hal ini dikarenakan 2 dari 10 atom karbon pada naptalen membentuk CO<sub>2</sub>. (Kirk Othmer Vol.18)

### 1.3 Penggunaan Ftalat anhidrida

Kegunaan Ftalat anhidrida dalam industri kimia dapat dikatakan cukup luas. Beberapa kegunaan dari Ftalat anhidrida antara lain:

Tabel 1.1 Industri Pemakaian Ftalat anhidrida dan Produk jadi yang dihasilkan

Pemakaian di industri	Produk yang dihasilkan
Plasticizer (56%)	ftalat ester sebagai ftalat dioctyl, ftalat n-butyl benzyl, ftalat diisononyl, ftalat diisodecyl.
Unsaturated Polyester Resin (UPR) (17%)	Sebagai aroma asam dikarboksilat, diol dan pembentukan polikondensasi menggunakan asam tak jenuh dikarboksilat
Alkyd resin (17%)	Sebagai pembuatan alkohol polyidrat, untuk minyak lemak dan asam.
penggunaan lainnya (10%)	Sebagai bahan pewarna tekstil, polyester polyol, isotonik anhidrida, ,

### 1.4 Sifat Kimia dan Fisika Bahan Baku

#### A. Bahan Baku Utama

##### 1. Naftalena:

##### a. Sifat-sifat fisika

- Bentuk : padat
- Warna : Putih

- Densitas : 1,162
- Titik Leleh : 80,2°C (176,4°F)
- Titik Didih : 218°C (424,4°F)
- Rumus Molekul : C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>
- Berat Molekul : 128,19 gr/mol

b. Sifat-sifat kimia

- Larut dalam metanol dan n-oktanol
- Sangat sedikit larut dalam air dingin,
- Larut dalam air panas.

2. Udara

Udara digunakan dengan tujuan mereaksikan kandungan oksigen yang terkandung dengan uap Naptalena. Udara didapatkan dengan jalan menekan udara disekitar lokasi pabrik setelah melalui proses tertentu.

Adapun sifat-sifat udara:

Berat Molekul Rata-rata : 29

Komposisi Ideal : N<sub>2</sub> = 79 %

O<sub>2</sub> = 21 %

**B. Bahan Pembantu**

1. Vanadium Pentaoxide

a. Sifat-sifat fisika

- Rumus molekul = V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Bentuk = Padat
- Berat Molekul = 181,9 gr/mol
- Warna = Kuning-Orange
- Titik didih = 1750°C (3182°F)
- Titik leleh = 690°C (1274°F)
- Densitas = 3,357

b. Sifat-sifat kimia

Larut dalam aseton. Larut dalam air dingin. Kelarutan dalam air: 1 g/125 ml. Larut dalam asam pekat, alkali. Larut dalam alkohol.

### C. Produk

#### Ftalat anhidrida

##### a. Sifat-sifat fisika

-	Bentuk	=	Serpihan padat
-	Warna	=	Putih
-	Kemurnian	=	99%
-	Titik leleh	=	131°C (267,8°F)
-	Titik didih	=	295°C (563°F)
-	Berat molekul	=	148.12
-	Densitas	=	1,53
-	Rumus molekul	=	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>

##### b. Sifat-sifat kimia

Ftalat anhidrida mempunyai rumus molekul C<sub>8</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub> dengan berat molekul 148,12 dimana komposisi kemurnan adalah min 99,00%, dengan impurities C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub> ( Maleic Acid ) max 0,3 %, C<sub>8</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub> ( Ftalat acid ) dan max 0,1 %. (MSDS)

### 1.5 Analisa Pasar

Pemasaran produk ftalat anhidrida untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang tersebar di daerah Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan daerah lain di Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar negeri, dibawah ini analisa pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi:



Tabel 1.2 Harga bahan baku dan produk di pasaran

No.	Reaktan	Produk	BM	Harga \$	Harga ( Rp )
1.	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	-	128	300	3.600.000
2.	O <sub>2</sub>	-	32	-	-
3.	-	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	148	2000	24.000.000

**EP (Ekonomi Pabrik)****EP = Produk - Reaktan**

$$\begin{aligned}
 EP &= [(148 \times 2.000) - ((128 \times 300) + (4,5 \times 32 \times 0))] \\
 &= [296.000 - (38.400 + 0)] \\
 &= 257.600 \$
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik Ftalat Anhidrida didirikan sehingga diperkirakan untung sebanyak 257.600 \$ pertahun.

**1.6 Menentukan Kapasitas**

Kapasitas pabrik ftalat anhidrida yang diperkirakan berdiri 5 tahun mendatang, yaitu pada tahun 2018. Persamaan yang digunakan untuk menghitung perkiraan ekspor, impor, produksi dan konsumsi dalam negeri adalah sebagai berikut :

Tabel 1.3 Data ekspor, impor, produksi dan konsumsi Ftalat anhidrida di indonesia tahun 2009 hingga 2013

Tahun	Nilai Ekspor (Kg)	Nilai Impor (Kg)	Nilai Konsumsi (Kg)
2009	19442495	16265541	66823046
2010	8891198	20286482	81395284
2011	4556000	29577197	95021197
2012	8270100	34173051	95902951
2013	1489000	43068883	111579883

(Sumber: Biro Pusat Statistik)

Tabel 1.4 Data % kenaikan ekspor, impor, produksi dan konsumsi Ftalat anhidrida di indonesia tahun 2009 hingga 2013

Tahun	% kenaikan tiap tahun (Ekspor)	% kenaikan tiap tahun (Impor)	% kenaikan tiap tahun (Konsumsi)	% kenaikan tiap tahun (Produksi)
2009	-	-	-	-
2010	-54,2693	24,72061	21,8072	0

2011	-48,7583	45,79757	16,74042	0
2012	81,52107	15,5385	0,927955	0
2013	-81,9954	26,03172	16,34666	0
Rata-rata	-0,25875	0,280221	0,139556	0

(Sumber: Biro Pusat Statistik)

$$F = P ( 1 + I )^n$$

Sedangkan untuk menghitung kapasitas produksi dari pabrik baru menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana :

F = perkiraan nilai ekspor, impor, konsumsi dan produksi (ton) dalam negeri.

P = data terakhir untuk nilai ekspor, impor, konsumsi dan produksi dalam negeri ( ton ).

i = tingkat pertumbuhan (%)

n = jangka waktu pabrik berdiri

M<sub>1</sub> = perkiraan nilai impor pada tahun 2018 ( ton )

M<sub>2</sub> = perkiraan nilai produksi dalam negeri pada tahun 2018 ( ton )

M<sub>3</sub> = kapasitas pabrik baru

M<sub>4</sub> = perkiraan nilai ekspor pada tahun 2018 ( ton )

M<sub>5</sub> = perkiraan nilai konsumsi pada tahun 2018 ( ton )

Dari persamaan di atas akan diketahui kapasitas pabrik sebagai berikut :

a. Perkiraan ekspor tahun 2018 dengan pertumbuhan -0,25875 % per tahun

$$F = 1489000 \times ( 1 + (- 0,0025875) )^5$$

$$= 333199,619 \text{ kg/tahun}$$

$$= 333,199 \text{ ton/tahun}$$

b. Perkiraan impor tahun 2008 dengan pertumbuhan 0,280221 % per tahun

$$F = 43068883 \times ( 1 + 0,00280221 )^5$$

$$= 148111347,5 \text{ kg/tahun}$$

$$= 148111,347 \text{ ton/tahun}$$

c. Perkiraan konsumsi tahun 2008

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi} &= 111579883 \times (1 + 0,00139556)^5 \\ &= 214419121,6 \text{ kg/tahun} \\ &= 214419,122 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dengan demikian perhitungan kapasitas produksi pabrik baru yang akan beroperasi pada tahun 2008 adalah sebagai berikut:

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

$$148111,347 + 0 + M3 = 333,199 + 214419,122$$

$$M3 = (333,199 + 214419,122) - (148111,347)$$

$$M3 = 66.640,974 \text{ ton/tahun.} \approx 70.000 \text{ ton/tahun.}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka diperoleh kapasitas pabrik yang akan didirikan sebesar **70.000 ton/tahun**.

### 1.7. Pemilihan Lokasi

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

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi terpilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Lokasi yang dipilih untuk berdirinya pabrik ftalat anhidrida di Manyorejo, kabupaten gresik yang diharapkan dapat memberikan keuntungan besar. Adapun pertimbangannya karena:

1. Penyediaan air sangat mudah karena dekat dengan sungai jadi, kebutuhan air untuk pabrik ftalat anhidrida ini disupply dari air sungai.
2. Dalam hal ini daerah mempunyai jalur transportasi darat dan laut yang cukup memadai, serta dekat dengan transportasi laut sehingga sangat menguntungkan dalam mendistribusikan produk.
3. Faktor-faktor yang menyangkut iklim, karakteristik lingkungan dan faktor-faktor sosial yang tidak menjadi masalah bila ditinjau dari industri-industri yang telah berdiri.



Gambar 1.1. Peta Lokasi Pabrik Ftalat Anhidrida

Keterangan :

- Menunjukkan Lokasi Pabrik.

## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Seleksi proses atau pemilihan suatu proses diperlukan dalam setiap rencana pendirian suatu pabrik, sebelum pabrik tersebut terealisasi pendiriannya. Dengan operasi proses yang tepat maka akan dicapai manajemen energi yang efisien dan efektif tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas hasil proses dengan investasi yang serendah-rendahnya.

#### 2.1. Macam-Macam Proses

Proses pembuatan Ftalat Anhidrida dapat dilakukan dengan beberapa proses, antara lain:

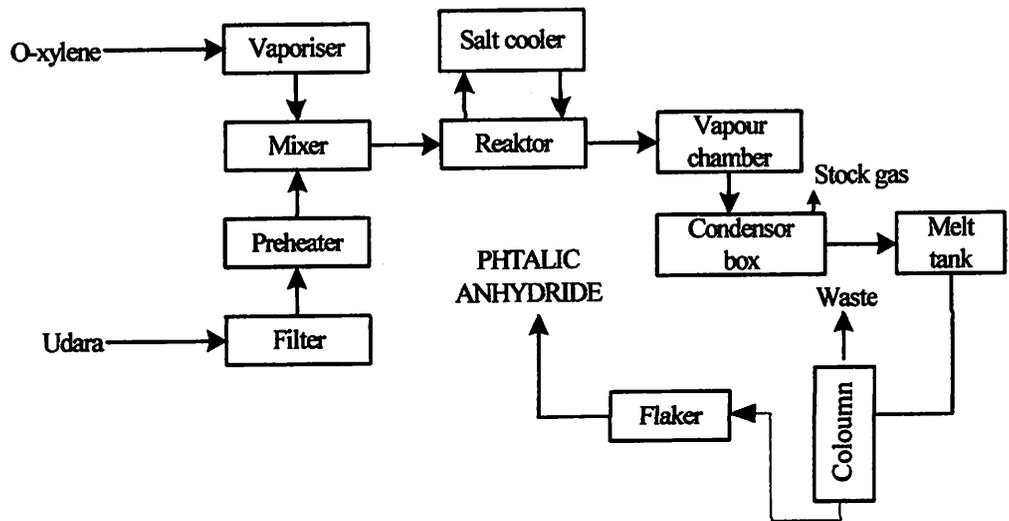
- a. Proses oksidasi O-xylene pada fase uap dengan cara fixed bed pada:
  - Temperatur Rendah
- b. Proses oksidasi Naphtalene pada fase uap dengan cara
  - Fixed bed
  - Fluidized bed
- c. Proses oksidasi O-xylene pada fase cair.

##### 1. Oksidasi O-xylene pada fase uap

Dengan cara fixed bed proses ini dapat dilakukan pada:

Temperatur rendah

Reaksi dilakukan pada temperatur <math>400\text{ }^\circ\text{C}</math> dengan waktu kontak 0,4 – 0,6 detik. Katalis yang digunakan  $\text{V}_2\text{O}_5$ , namun terdapat sedikit perbedaan pada komposisi silika dan kalium sulfat ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), dan umumnya lebih singkat dibandingkan dengan proses temperatur sedang.



Gambar 2.1. Diagram Alir Pembuatan FtalikAnhidrida Proses Oksidasi O-xylene

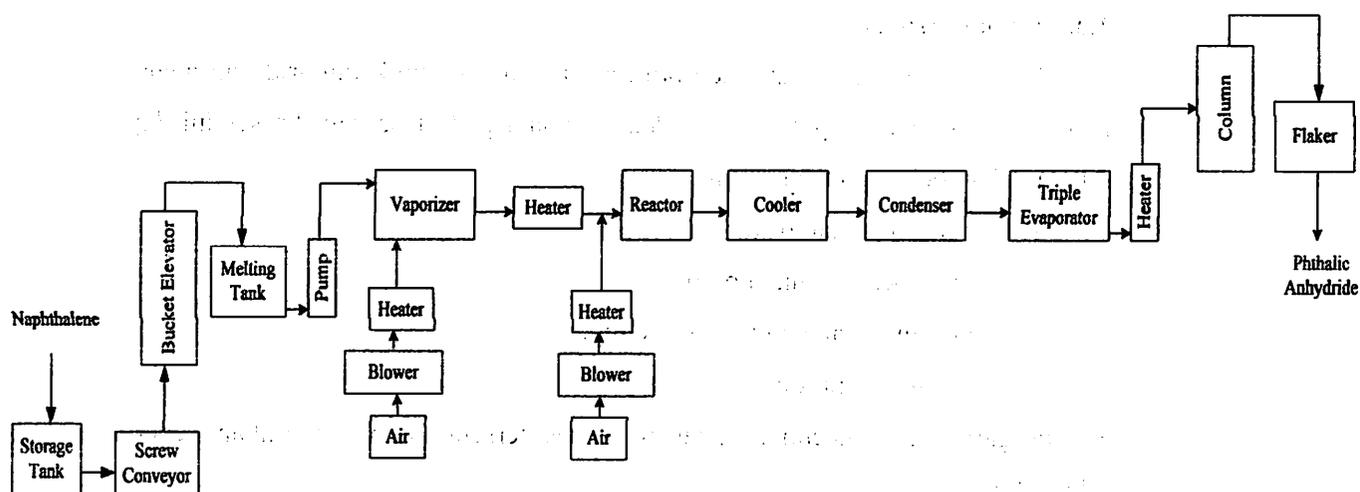
## 2. Oksidasi Naptalena pada fase uap, dengan cara fixed dan fluidized bed

### a. Fixed bed

Oksidasi Naptalena dapat dilakukan pada temperatur 340 – 385°C, dengan menggunakan katalis Vanadium Pentaoksida (  $V_2O_5$  ) dengan waktu kontak selama 4 – 5 detik. Yield pada proses ini adalah 70 – 80 % kg FtalikAnhidrida per kg Naptalena. Demikian pula biaya produksi yang dibutuhkan lebih murah dibanding proses fase uap yang lain.

### b. Fluidized bed

Proses oksidasi Naptalena dengan cara fluidized bed, dilakukan pada temperatur 340 – 385 °C, dengan katalisator  $V_2O_5$  ( Vanadium Pentaoksida) pada silica gel, namun aktifasinya lebih rendah. Proses ini memberikan yield yang lebih rendah daripada cara fixed bed, namun mempunyai tingkat kemurnian yang lebih tinggi dibanding dengan fixed bed. Proses ini jarang digunakan karena memberikan hasil samping yang terlalu berlebihan.



Gambar 2.2. Diagram Alir Pembuatan Ftalat Anhidrida Proses Oksidasi Naptalena. (Faith Keyes, Edition 2)

### 2.2. Seleksi Proses

Dari uraian diatas dapat dibuat perbandingan seperti yang tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1. perbandingan proses pembuatan Ftalat anhidrida

No.	Parameter	Proses			
		Fase Uap			Fase Cair
		T. Rendah	Fixed	Fluidized	
1.	Bahan baku	O-xylene	Naptalena	Naptalena	O-xylene
2.	Aspek teknis				
	- Temperatur (°C)	< 400	340 – 385	340 – 385	-
	- Reaksi Proses	Oksidasi	Oksidasi	Oksidasi	Oksidasi
	- Katalis	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-
	- Pendingin	Molten Salt	Molten Salt	Molten Salt	-
3.	Aspek ekonomi				
	- Biaya Operasi	Besar	Sedang	Besar	Besar
4.	Yield	-	70 – 80%	-	-

### 2.3. Uraian Proses

Proses yang digunakan pada pra-rencana pabrik FtalikAnhidrida ini adalah reaksi oksidasi terhadap Naptalena dengan udara pada fase uap. Proses ini dapat dibagi dalam beberapa tahap yaitu:

1. Persiapan bahan baku.
2. Reaksi pembentukan produk.
3. Pemisahan dan pemurnian produk.
4. Penanganan produk akhir.

Secara garis besar keempat tahapan proses tersebut dapat diuraikan seperti dibawah ini:

#### 1. Persiapan Bahan Baku

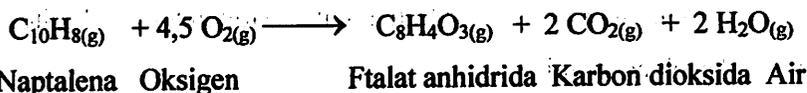
Naptalena disimpan di storage tank ( F-111 ) kemudian diangkut menggunakan screew conveyer ( J-112 ) dan dibawa ke naftalena storage hopper ( F-114 ) menggunakan bucket elevator ( J-113 ) untuk di leburkan di melter ( Q-115 ) menggunakan steam. Dari melter ( Q-115 ) akan dialirkan naptalena cair ke vaporizer ( V-110 ) menggunakan pompa ( L-116 ) untuk di konversi ke fase gas dengan bantuan udara panas.

Oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi uap naftalena berasal dari udara bebas. Udara disaring menggunakan filter ( H-121 ) dan di alirkan ke heater ( E-123 ) menggunakan blower ( G-122 ).

#### 2. Reaksi Pembentukan Produk

Reaksi fase gas-gas berlangsung dalam Fixed Bed Multi Tube Reaktor ( R-120 ), reaksi ini merupakan reaksi oksidasi yang berlangsung pada temperatur 350°C, serta bersifat eksotermis.

#### Reaksi Utama



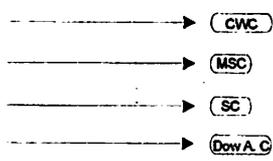
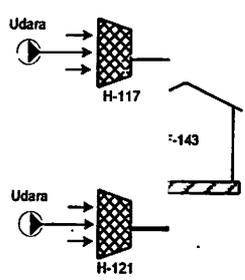
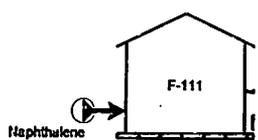
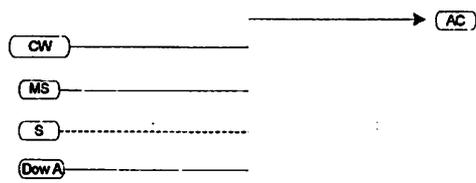
#### 3. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Gas yang keluar dari Reaktor ( R-120 ) kemudian dialirkan ke cooler ( E-131). Kemudian dibawa ke Condenser ( E-132 ) untuk mengeluarkan zat-zat

impurities dan mengkonversi ke fase cair, lalu masukkan lagi ke dalam melter ( Q-134 ) untuk melelehkan padatan yang terbentuk pada kondensor, lalu akan dibawa ke heater ( E-136 ) untuk menyesuaikan dengan suhu operasi pada coloumn destilasi ( D-130 ) untuk dimurnikan.

#### 4. Penanganan Produk Akhir

Pada tahap ini merupakan tahap akhir dari keseluruhan proses, secara singkat tahapan proses ini yaitu pembentukan produk menjadi flake pada alat flaker ftalat anhidrida ( E-141 ) (serpihan) lalu ke hopper ftalat anhidrida ( F-142) dan dikemas pada storage ftalat anhidrida ( F-143 ).



14	AC	AIR CONDENSAT
13	DOW A. C	DOWTHERM A. CONDENSAT
12	DOW A.	DOWTHERM A.
11	SC	STEAM CONDENSAT
10	CWC	COOLING WATER CONDENSAT
9	MS	MOLTEN SALT
7	CW	COOLING WATER
6	S	STEAM
5	Hexagon	GAS
4	Rectangle	LIQUID
3	Diamond	MASSA
2	Square	TEMPERATUR (°C)
1	Circle	PRESSURE (ATM)

NO.	SIMBOL	KETERANGAN	
29	C-141	FLAKER FTALAT ANHIDRIDA	1
28	F-143	STORAGE FTALAT ANHIDRIDA	1
27	F-142	FTALAT ANHIDRIDA HOPPER	1
26	D-138	COLOUMN DESTILASI	1
25	L-148	FTALAT ANHIDRIDA PUMP	1
24	E-139	REDOLER	1
23	L-135	POMPA	1
22	E-137	KONDENSOR	1
21	E-136	HEATER	1
20	L-135	POMPA	
19	Q-134	MEYTER	
18	L-133	POMPA	1
17	E-132	KONDENSOR	1
16	E-131	COOLER	1
15	R-120	REAKTOR	1
14	E-124	HEATER	1
13	E-123	HEATER	1
12	G-122	BLOWER	1
11	H-121	FILTER UDARA	21
10	V-110	VAPORIZER	1
9	H-119	HEATER	1
8	G-118	BLOWER	1
7	H-117	FILTER UDARA	21
6	L-116	NAFTALENA PUMP	1
5	Q-115	MELTER	1
4	F-114	NAFTALENA HOPPER	1
3	J-113	BUCKET ELEVATOR	1
2	J-112	SKEW CONVEYOR	1
1	F-111	NAFTALENA STORAGE	1
NO.	KODE	NAMA ALAT	JUMLAH

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

**FLOW SHEET  
A RENCANA PABRIK FTALAT ANHIDRIDA DARI OKSIDASI NAFTALENA PADA  
FASE UAP  
KAPASITAS : 70000 TON/TAHUN**

<b>DIRANCANG OLEH</b>	<b>DOSEN PEMBIMBING</b>
GO SANSABAH A.R. 10.14.007 SI SYANA FAHILA 10.14.029	IR. MUIYASSAROH M.T. NIP.Y. 039700306 DWIANA ANGGOROWATI, ST.MT NIP.197009282005012001

### BAB III

## NERACA MASSA

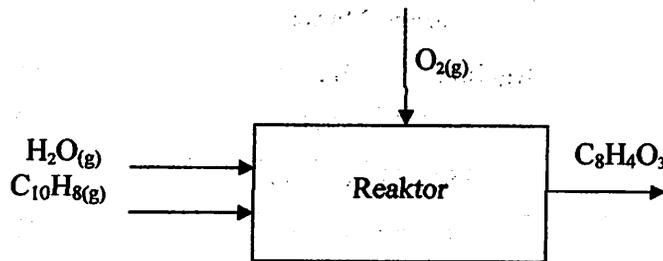
Basis : kapasitas produksi 70.000 ton/ tahun.

Waktu operasi : 300 hari/ tahun ; 24 jam/ hari.

Satuan : kg/ jam.

### 3.1.Reaktor ( R – 120 )

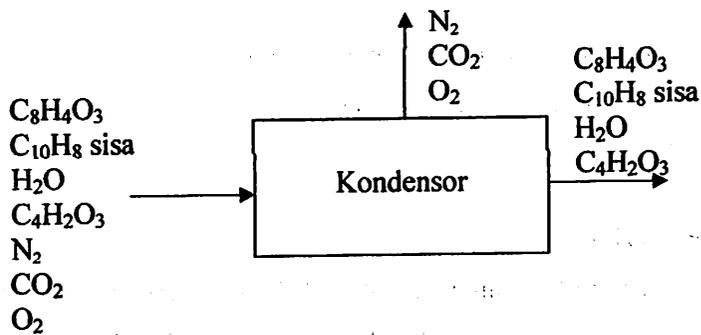
Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi oksidasi antara uap Naphthalene dan udara dengan bantuan katalis  $V_2O_5$  ( Vanadium Pentaoksida ).



Neraca Massa			
Masuk	Kg/Jam	Keluar	Kg/Jam
$C_{10}H_8$	7407.61	$C_8H_4O_3$	5925.73
$H_2O$	74.82	$CO_2$	3521.55
$O_2$	7070.90	$H_2O$ Produk	1441.60
$N_2$	26600.07	$H_2O$	74.82
		$N_2$	26600.07
		$O_2$ Sisa	1309.61
		$C_{10}H_8$ Sisa	2280.06
<b>Total</b>	<b>41153.45</b>	<b>Total</b>	<b>41153.45</b>

### 3.2 Kondensor ( E – 132 )

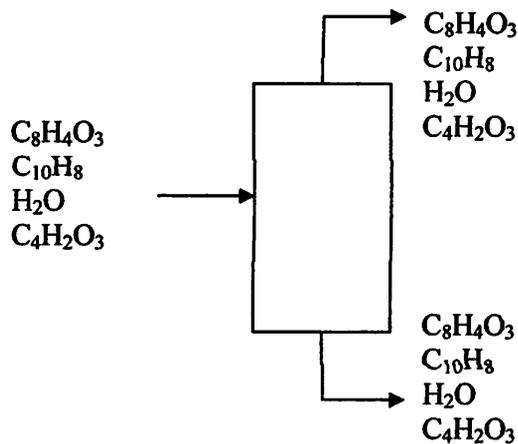
Fungsi: untuk merubah fase gas menjadi cairan, dan didalam kondensor zat yang tidak terembunkan akan dikeluarkan sebagai stack gase



Neraca Massa			
Masuk	Kg/Jam	Keluar	Kg/Jam
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	5925.73	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	5925.73
CO <sub>2</sub>	3521.55	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.91
H <sub>2</sub> O Produk	1441.60	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> Sisa	2279.15
N <sub>2</sub>	26600.07	H <sub>2</sub> O Produk	1441.60
H <sub>2</sub> O	74.82	H <sub>2</sub> O	74.82
O <sub>2</sub>	1309.61	Keluar Kondensor	
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> Sisa	2280.06	N <sub>2</sub>	26600.07
		CO <sub>2</sub>	3521.55
		O <sub>2</sub>	1309.61
Total	41153.45	Total	41153.45

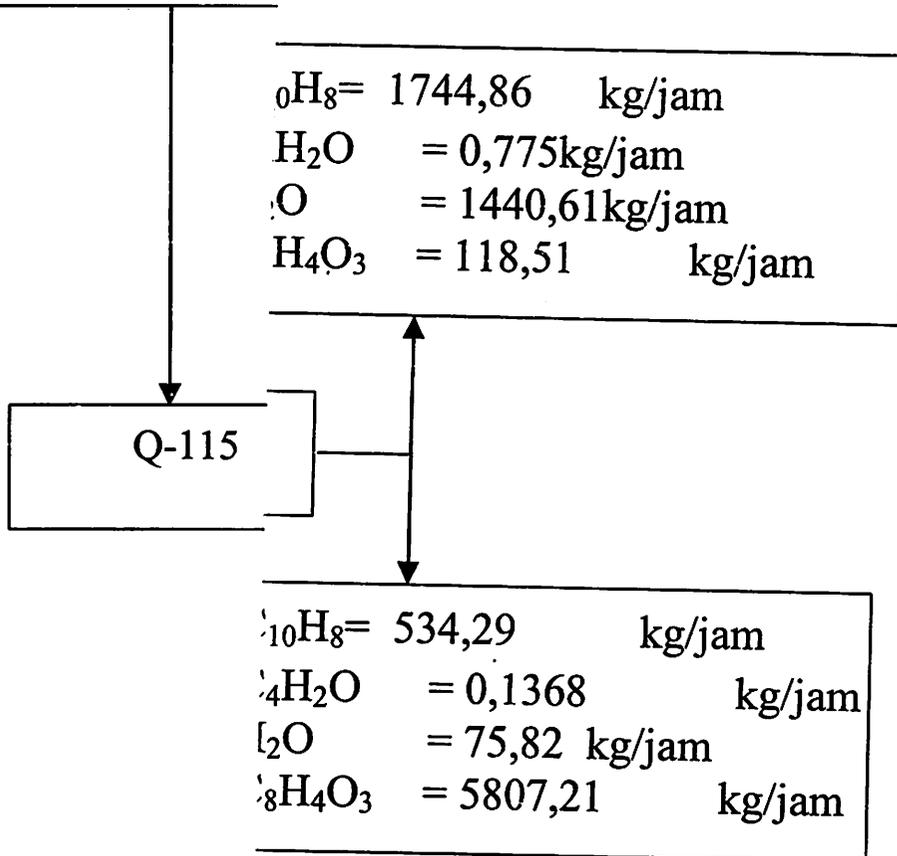
### 3.3 Destilasi ( D – 130 )

Fungsi : Memisahkan larutan yang berada pada kolom destilasi berdasarkan titik didih



Masuk		keluar	
Komponen	kg/jam	Komponen	kg/jam
C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	5925.73	Top	
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	2279.15	C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	118.51
C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.91	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	1744.86
2H <sub>2</sub> O	1516.4	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.775
		2H <sub>2</sub> O	1440.61
		Bottom	
		C <sub>8</sub> H <sub>4</sub> O <sub>3</sub>	5807.21
		C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	534.29
		C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.1368
		2H <sub>2</sub> O	75.82
total	9722.22	total	9722.22

$C_{10}H_8 = 7407,61 \quad \text{kg}$   
 $H_2O = 74,82 \quad \text{kg}$



Etalat Anhidrida

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 \times Q_L^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (68,809)^{0,45} \times (0,009)^{0,13} = 0,82 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari geankoplis hal 892:

D nominal : 1 in

**e. Nozzle uap reboiler (E)**

Rate massa = 80483.18085 lb/jam

$\rho_{\text{liquida}} = 68,809 \text{ lb/ft}^3$

$$Q = \frac{m}{\rho_L} = \frac{80483.18085 \text{ lb/jam}}{68,809 \text{ lb/ft}^3} \times \frac{1}{3600} = 0.00085496 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari *Peters & Timmerhaus 4<sup>th</sup>*, pers. 15 hal. 496, didapat :

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 \times Q_L^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0.00085496)^{0,45} \times (68,809)^{0,13} = 0.281406877 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari geankoplis hal 892:

D nominal : 0,5 in

dipilih flange standart type slip on dengan dimensi :

Nozzle	NPS	A	T	R	E	L	B
A	2,5	7	7/8	4 1/8	3 9/16	1 1/8	2,94
B	1,25	4 5/3	5/3	2 1/2	2 5/16	13/16	1,72
C	0,5	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	5/3	0,88
D	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	11/16	1,37
E	0,5	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	5/3	0,88

Keterangan :

NPS : Ukuran nominal pipa

A : Diameter luar flange, in

T : Tebal minimal flange, in

R : Diameter luar bagian yang menonjol, in

E : Diameter hubungan, in

L : Panjang hubungan, in

B : Diameter dalam flange, in

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 \times Q_L^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,087)^{0,45} \times (68,809)^{0,13} = 2,25 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari geankoplis hal 892:

D nominal : 2,5 in

**b. Nozzle top kolom (B)**

Rate massa = 2256.378879 kg/jam = 4974.41288 lb/jam

$\rho$  liquida = 68,809 lb/ft<sup>3</sup>

$$Q = \frac{m}{\rho_L} = \frac{4974.41288 \text{ lb/jam}}{68,809 \text{ lb/ft}^3} \times \frac{1}{3600} = 0,02 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari *Peters & Timmerhaus 4<sup>th</sup>*, pers. 15 hal. 496, didapat :

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 \times Q_L^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,02)^{0,45} \times (68,809)^{0,13} = 1,16 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari geankoplis hal 892:

D nominal : 1,25 in

**c. Nozzle reflux kondensor (C)**

Rate massa = 17675.80855 lb/jam

$\rho$  liquida = 68,809 lb/ft<sup>3</sup>

$$Q = \frac{m}{\rho_L} = \frac{17675.80855 \text{ lb/jam}}{68,809 \text{ lb/ft}^3} \times \frac{1}{3600} = 0,0039 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari *Peters & Timmerhaus 4<sup>th</sup>*, pers. 15 hal. 496, didapat :

$$\begin{aligned} \text{Di optimal} &= 3,9 \times Q_L^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times (0,0039)^{0,45} \times (68,809)^{0,13} = 0.557 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari geankoplis hal 892:

D nominal : 0,5 in

**d. Nozzle bottom kolom (D)**

Rate massa = 16459.19334 lb/jam

$\rho$  liquida = 68,809 lb/ft<sup>3</sup>

$$Q = \frac{m}{\rho_L} = \frac{16459.19334 \text{ lb/jam}}{68,809 \text{ lb/ft}^3} \times \frac{1}{3600} = 0,009 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari *Peters & Timmerhaus 4<sup>th</sup>*, pers. 15 hal. 496, didapat :

$$di \text{ baru} = 27,625 \text{ in}$$

$$P_i = \frac{f \times E \times t_s}{0,885 \times di + 0,1 t_s}$$

$$= 88.8 > 14.84289231 \text{ psig} \dots\dots\dots \text{ memadai}$$

### 6. Menentukan tinggi tutup atas dan bawah

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tutup (La = Lb)} &= 0,169 d \\ &= 0,169 \times 27,625 \\ &= 4,67 \text{ in} \end{aligned}$$

### 7. Menentukan tinggi kolom destilasi

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tangki total} &= \text{tinggi shell} + \text{tutup atas} + \text{tutup bawah} \\ &= 190,43 \text{ in} \end{aligned}$$

### 8. Menentukan tebal tutup atas (tha) dan bawah (thb) standar dished

$$r = d = 35,625 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{tha} = \text{thb} &= \frac{0.885 \times p_i \times r}{FE - 0,1 p_i} + C \\ &= 0.0628 + \frac{1}{16} = \frac{0,039}{16} + \frac{1}{16} = \frac{1,039}{16} \approx \frac{3}{16} \end{aligned}$$

### 6.3 Perancangan Nozzle

Nozzle pada kolom destilasi dibagi menjadi 5 macam :

- a. Nozzle feed masuk
- b. Nozzle top kolom
- c. Nozzle refluks kondensor
- d. Nozzle bottom kolom
- e. Nozzle uap reboiler

Uraian :

#### a. Nozzle feed masuk (A)

$$\text{Rate massa} = 9722 \text{ kg/jam} = 21433.61 \text{ lb/jam}$$

$$\rho_{\text{liquida}} = 68,809 \text{ lb/ft}^3$$

$$Q = \frac{m}{\rho_L} = \frac{21433,61 \text{ lb/jam}}{68,809 \text{ lb/ft}^3} \times \frac{1}{3600} = 0,087 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari *Peters & Timmerhaus 4<sup>th</sup>*, pers. 15 hal. 496, didapat :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi shell} &= 8 \text{ tray} \times 15 \text{ in} \\ &= 181,09 \text{ in} = 4,59 \text{ m} \end{aligned}$$

$$D_i \text{ kolom distilasi} = 27 \text{ in}$$

## 2. menentukan volume kolom destilasi

volume liquid selama waktu tinggal 1 jam

$$\text{feed masuk} \quad 9722 \text{ kg/jam} \quad 21433.61 \text{ lb/jam}$$

$$\text{densitas } L \quad 1,102$$

$$V_{\text{liq}} \quad 311,49$$

$$\text{asumsi} \quad \text{ruang kosong} \quad 20\%$$

$$V_k \quad 389,36 \text{ ft}^3 \quad 11,03 \text{ m}^3$$

## 3. Menentukan tinggi liquida di dalam kolom

$$V_{\text{liquid dlm shell}} = (0,0847 \times d_i^3) + (0,25 \times \pi \times d_i^2 \times hl)$$

$$hl = 580,59 \text{ ft}$$

## 4. Menentukan tekanan design

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

$$= P_{\text{operasi}} + \frac{\rho_L \times (h-1)}{144}$$

$$= 14,532 \text{ psig}$$

## 5. Menentukan tebal tangki

Berdasarkan Brownel & Young hal 254 dan 342, maka bahan yang digunakan carbon steel SA 240 grade M type 316 :

$$E = 0,8 \quad ; \quad C = 1/16$$

$$t_s = \frac{P_i \times d_i}{2(F \times E - 0,6 \times P_i)} + C$$

$$= 0,005395726 + \frac{1}{16} = \frac{0,000337233}{16} + \frac{1}{16} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$d_o = d_i + 2t_s$$

$$= 27,57 \text{ in}$$

Standarisasi  $d_o = 28$  (Brownell & Young tabel 5.7 hal 89)

$$d_o \text{ baru} - 2 t_s = d_i \text{ baru}$$

$$aa = 220,57$$

$$Ao = Aa \times 0.9065/n^2$$

n	ao
2.5	31.99184204
3	22.21655697
3.5	16.32236839
4	12.49681329
4.5	9.874025319
5	7.997960509

$$V_{max} = 71.36559861$$

$$v_{min} = 38.42763002$$

$$U_o = 2.230743654$$

$$Ac = 55.59871856$$

$$hp = 3.99150004$$

$$hr = 0.453423358$$

$$ht = 6.444924475$$

$$hb = 8.447631009$$

Pengecekan stabilitas tray

$$\frac{hb}{T + hw} < 0,5$$

$$T = 12,89 \text{ in}$$

Jadi  $T < 20 \text{ in}$  ..... memenuhi

## 6.2. menentukan dimensi kolom

### 1. Menentukan Tinggi Kolom

$$\text{Jumlah tray aktual} = 7 \text{ tray}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tray total} &= \text{Tray aktual} + 1 \text{ tray Kondensor} + 1 \text{ tray Reboiler} \\ &= 9 \text{ tray} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar tray (T)} = 20 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\min} &= 0,7 \times L = 0,7 \times 362.4887751 \text{ gpm} = 253,74 \text{ gpm} \\
 D &= 27,19 \text{ in} \\
 L &= 362,49 \text{ gpm} \\
 V &= 197623,70 \text{ lb/jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{how}_{\max} = \left[ \frac{Q_{\max}}{2,98 Lw} \right]^{\frac{2}{3}} \qquad \text{how}_{\min} = \left[ \frac{Q_{\min}}{2,98 Lw} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$hw = 1,5 - 2 \text{ in (diambil = 2)}$$

$$h_L \max = hw + \text{how}_{\max}$$

$$h_L \min = hw + \text{how}_{\min}$$

Lw/d	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
Lw	14.95773717	16.31753145	17.67732574	19.03712003	20.39691432	21.7567086
How max	0.00000074039	0.00000080769	0.00000087500	0.00000094231	0.00000100962	0.00000107692
How min	0.00000039867	0.00000043491	0.00000047115	0.00000050740	0.00000054364	0.00000057988
Hw	2	2	2	2	2	2
hl max	2.00000074039	2.000000808	2.000000875	2.000000942	2.00000101	2.000001077
hl min	2.00000039867	2.000000435	2.000000471	2.000000507	2.000000544	2.00000058

Diambil optimalisasi diameter kolom destilasi sesuai dengan :

$$Lw/d = 0,55$$

$$adc = 0.129841468$$

$$ad = 52.25388467$$

$$hd = 0.002705457$$

Hd < 1 in (memenuhi)

**pengecekan harga tray spacing**

diketahui

$$Wd = 13 \% \times d = 3,53$$

$$r = 13,35$$

$$x = 13,05$$

$$Ql = \frac{L}{\text{densitas l}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ dtk}} \times \frac{7,341}{1}$$

$$= 447,39 \text{ gpm}$$

**Menentukan diameter tray dan spacing kolom destilasi**

$$C = (\text{ludwig, gbr. 8.50 hal.67})$$

$$G = C \sqrt{\rho_v(\rho_L - \rho_v)}$$

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{V_M}{G}}$$

Misal :  $Lw/d = 60 \%$ , didapat  $Ad = 5,25 \%$   $At$  ( ludwig, gbr. 8.69 hlm. 88)

$$\text{Harga Shell} = (\pi \cdot d \cdot T/12) (\$2,8)$$

$$\text{Harga Tray} = \{(1-0.5) \cdot \pi/4 \cdot d^2\} (\$0,79)$$

$$\text{Harga Downcomer} = (0,6 \cdot d \cdot T/12) (\$0,5)$$

$$\text{Harga Total} = \text{Harga Shell} + \text{Harga Tray} + \text{harga Downcomer}$$

Dengan cara yang sama didapatkan harga pada tabel

T	C	G	D	Harga Shell	Harga Tray	Harga Dow	Harga Total
10	200	100.3484302	50.14673555	367.4084158	1481.51375	628.673772	2477.59
12	355	178.1184637	37.639469	330.9262114	834.6556339	425.018888	1590.60
15	525	263.4146294	30.95123714	340.1540962	564.3861905	359.242155	1263.71
18	625	313.5888445	28.36727741	374.1076545	474.0844	362.116092	1210.30
20	680	341.1846628	27.19588575	398.5103793	435.7393383	369.808101	1204.00

Diambil  $T = 20$  dengan  $d = 27.19588575$  in, karena memiliki harga yang paling murah.

**b. Menentukan type aliran :**

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh

$$L = 237294.4599 \text{ lb/jam}, L = 362.4887751 \text{ gpm}$$

dari gambar 8.63 ludwig hal. 96, type aliran cross flow

**Pengecekan terhadap liquid head (hd)**

$$Q_{\max} = 1,3 \times L = 1,3 \times 362.4887751 \text{ gpm} = 471,24 \text{ gpm}$$

$$\begin{aligned} \text{BM liquida} &= (X_F \cdot \text{BM}) \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + (X_F \cdot \text{BM}) \text{H}_2\text{O} \\ &= 372.560138 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BM uap} &= (Y_F \cdot \text{BM}) \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + (Y_F \cdot \text{BM}) \\ &= 310.275738 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

- Bagian bawah :

$$\begin{aligned} \text{BM liquida} &= (X_B \cdot \text{BM}) \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + (X_B \cdot \text{BM}) \text{H}_2\text{O} + (X_B \cdot \text{BM}) \text{C}_6\text{H}_{14}\text{O} \\ &= 374.2147619 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BM uap} &= (Y_B \cdot \text{BM}) \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + (Y_B \cdot \text{BM}) \text{H}_2\text{O} + (Y_B \cdot \text{BM}) \text{C}_6\text{H}_{14}\text{O} \\ &= 367.6382085 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Beban Destilasi

	Uap	Bm	Lb/Jam	Liquid (Lbmol/Jam)	Bm	Lb/Jam
Enriching						
Atas	636.9292771	259.5060428	165286.9963	636.9292771	2.225653196	1417.583681
Bawah	636.9292771	310.275738	197623.7015	636.9292771	372.5601388	237294.4599
Exhaustng						
Atas	636.9292771	310.275738	197623.7015	636.9292771	372.5601388	237294.4599
Bawah	636.9292771	367.6382085	234159.5384	636.9292771	374.2147619	238348.3378

Perhitungan beban destilasi terletak pada exhausting bagian bawah

$$L = 237294.4599 \text{ lb/jam} \quad \text{BM} = 372.5601388$$

$$V = 2.225653196 \text{ lb/jam} \quad \text{BM} = 310.275738$$

Perhitungan densitas campuran :

Densitas uap pada  $T = 273.15\text{K}$

$$\rho = \frac{\text{BM} \times T_o \times P_i}{V_o \times T_i \times P_o} = \frac{310,27 \times 273.15 \times 1}{359 \times 518.377 \times 1} = 0,779 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{densitas L} = 1,102 \text{ g/cm}^3 = 68,809 \text{ lb/ft}^3$$

#### 4. Folumetrik flow rate

$$\begin{aligned} Q_v &= \frac{V}{\text{densitas v}} \times \frac{1 \text{ jam}}{3600 \text{ dtk}} \\ &= 70,465 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$\frac{N_e}{N_s} = 0.30$$

$$N_e + N_s = 7$$

$$0.30N_s + N_e = 7$$

$$N_e = 2$$

$$N_s = 5$$

Jadi feed masuk pada plate ke 2 dari atas dan ke 5 dari arah bawah

### 6.1.1 menghitung Bm rata-rata

komposisi	xf	xd	Xb	yf	yd	yb	bm
2H2O	0.005	0.020332152	0.000323417	0.179769134	0.322254969	0.018780559	18.016
maleic	0.035	0.129038537	0.006882164	0.09664143	0.135127536	0.03252699	98.06
naphtalen	0.241	0.788707722	0.075789932	0.431025347	0.534617061	0.234694354	128.16
ptalic	0.719	0.06192159	0.917004487	0.292564082	0.008000433	0.713998056	148.11
total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	392.346

#### *Enriching*

- Bagian atas :

$$\begin{aligned} \text{BM liquida} &= (X_{D1} \cdot \text{BM}_1) + (X_{D2} \cdot \text{BM}_2) \\ &= (0.020332152 \times 18.016) + (0.005 \times (98.06 + 128.16 + 148.11)) \\ &= 2.225653196 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BM uap} &= (Y_D \cdot \text{BM}) + (Y_D \cdot \text{BM}) \\ &= (0.322254969 \times 18.016) + ((0.03252699 + 0.234694354 + 0.713998056) \times 374) \\ &= 259.5060428 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

- Bagian bawah :

$$\begin{aligned} \text{BM liquida} &= (X_F \cdot \text{BM})_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} + (X_F \cdot \text{BM}) \\ &= 372.5601388 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BM uap} &= (Y_F \cdot \text{BM})_{\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}} + (Y_F \cdot \text{BM}) \\ &= 310.275731 \text{ lb/lbmol} \end{aligned}$$

#### *Exhausting*

- Bagian atas :

2H2O	0.000323417	58.0691534	12.28645684	0.018780559
maleic	0.006882164	4.726273341	1.526257143	0.03252699
naphtalen	0.075789932	3.096642898	3.977091265	0.234694354
Ptalic	0.917004487	0.778620024	1	0.713998056
Total	1	66.67068967		1.00000

Penentuan jumlah plate minimum (Nm) adalah dengan menggunakan metode fenske (pers. 11. 7.12 geankplis hal.683)

Relative volatility ( $\alpha$ ) dari lght key dihitung dari temperatur dew point top dan dew point bottom dimana :

$$\alpha_{LK} = (\alpha_D \times \alpha_B)^{1/2}$$

$$= 4,34$$

$$Nm = \frac{\log\left(\frac{X_{LD} \cdot D}{X_{HD} \cdot D} \times \frac{X_{HW} \cdot W}{X_{LW} \cdot W}\right)}{\log \alpha_{av}}$$

$$= \frac{\log\left(\frac{0.02033215}{2256.378879} \times \frac{0.979667848}{0,034512815}\right) \left(\frac{0.999676583}{7465.841121} \times \frac{0.000323417}{7465.841121}\right)}{\log 4,34}$$

$$= 3,04 = 3 \text{ buah}$$

$$\frac{N - N_{min}}{N + 1} = 0,45$$

$$N - 3 = 0,45 (N + 1)$$

$$N = 7,05 = 7 \text{ buah}$$

#### B. menentukan letak umpan masuk

Penentuan letak umpan masuk menggunakan metode *Kirk-Bride's* (pers, 11-7.21 , hal 687)

$$\text{Log} \frac{Ne}{Ns} = 0,206 \log \left[ \left( \frac{X_{HF}}{X_{LF}} \right) \times \frac{W}{D} \times \left( \frac{X_{LW}}{X_{HD}} \right)^2 \right]$$

$$\text{Log} \frac{Ne}{Ns} = 2.017347832$$

## Perhitungan

### 6.1 perancangan kolom destilasi

Dari neraca panas :

$$R_m = 0,085$$

$$\frac{R_m}{R_m + 1} = \frac{0,085}{0,085 + 1} = 0,079$$

$$R = 0,128$$

$$\frac{R}{R + 1} = \frac{0,128}{0,128 + 1} = 0,0,114$$

Dari figure 11.7.3 geankoplis hal. 688 diperoleh :

$$N_m/N = 0,45$$

#### 1. Menentukan jumlah plate

KOMPONEN	FEED		DISTILAT		BOTTOM	
	XF	F	XD	D	XB	B
2H <sub>2</sub> O	0.005	48.3	0.020332152	45.87703748	0.000323417	2.4145809
Maleic	0.035	342.5	0.129038537	291.1598294	0.006882164	51.3811463
naphtalen sisa	0.241	2345.5	0.788707722	1779.623445	0.075789932	565.835588
Ptalic	0.719	6985.9	0.06192159	139.7185675	0.917004487	6846.20980
Total	1.000	9722.2	1	2256.378879	1	7465.84112

Dew point untuk komponen destilat

komponen	y <sub>id</sub>	k <sub>i</sub>	alfa i	x <sub>i</sub>
2H <sub>2</sub> O	0.020332152	25.11963218	13.99194716	0.000809413
Maleic	0.129038537	1.795292099	1.540475087	0.071876068
naphtalen	0.788707722	1.165414562	4.743666097	0.676761512
Ptalic	0.06192159	0.245678034	1	0.252043655
Total	1			1.001490648

Data bubble point untuk bottom

kmpnen	x <sub>iw</sub>	k <sub>i</sub>	alfa i	y <sub>i</sub>
--------	-----------------	----------------	--------	----------------



## BAB VI

### PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama Alat : Kolom Distilasi

Type : *Sieve Tray*

Kode Alat : D-130

Prinsip kerja :

Kolom Distilasi berupa bejana tegak, yang berdiri pada skirt dan pondasi beton. Feed diumpankan ke dalam kolom yang memiliki plate yang tersusun secara seri. Dalam operasi normal, uap bergerak keatas melalui lubang-lubang tray yang terdispersi oleh liquida yang mengalir diatasnya. Akibat kontak tersebut, sejumlah liquida diuapkan, kemudian uap yang terjadi akan dikondensasikan sebagai destilat.

Dari neraca massa Appendiks A dan neraca panas Appendiks B

1. Feed masuk

Rate : 9722 kg/jam

2. Bottom

Rate : 7465.84112 kg/jam

3. Destilat

Rate : 2256.378879 kg/jam

**Tahap Perancangan:**

1. Perancangan Kolom Distilasi

2. Jumlah plate yang dbutuhkan

3. Ukuran diameter kolom

4. Menentukan type tray

5. Menentukan detail tray

Aliran liquida bagian atas (L) = 288,91 kg/jam

Aliran uap bagian atas (V) = 325,89 kg/jam

Aliran liquida bagian bawah (L') = 10010,90 kg/jam

Aliran uap bagian bawah (V') = 325,9 kg/jam

23	Reboiler	E-138	Sheel and tube	IDS = 12 in OD = 0,75 in ID = 0,584 in Nt = 62 buah	Carbon steel	1
24	Pompa	L-139	Centrifugal pump	Volume = 683,2101 ft/jam Panjang pipa = 38,8868 ft Daya pompa = 1 Hp $\eta_{motor} = 70\%$ $\eta_{pompa} = 75\%$	Cash iron	1
25	Flaker	E-140	Rotating drum	Kapasitas gear = 135 buah. Jumlah gigi pinion = 84 buah. Kecepatan putar = 12,7149 rpm. Power motor gear = 15 Hp. Power motor pinion = 15 Hp. Ketebalan flake = 7,9 mm. Jumlah pendingin = 59.259,0776 kg/ jam. Suhu produk keluar = 100 °C	Cash iron	1
27	Ftalat Anhidrida Hopper	F-141	Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk datar dan tutup bawah berbentuk konikal	Silinder Diameter = 11,4427 ft. Tinggi = 9,2959 ft. Tebal = 3/ 16 in. Tutup bawah: Tinggi = 5,8770 ft. Tebal = 3/ 16 in. $\alpha = 60^\circ$ .	Carbon Steel SA 135 Grade A.	1

				Bahan konstruksi : cast iron. Jumlah : 1 buah. Efisiensi pompa : 82,25 %. Efisiensi motor : 84,5 %		
19	Evaporator	V-134A,B,C	Short tube vertical dengan tutup atas berbentuk standart dish dan tutup bawah berbentuk konikal dengan $\alpha = 120$ .	Jumlah tube = 36 buah Volume total = 419021,9843 ft <sup>3</sup> Diameter (DI) = 34,3 in Diameter (DO) = 40 in Ts = 3/16 Ls = 59,4375 in Tha = 3/16 Thb = 3/16 Ha = 6,6966 H = 72,8307 in	Carbon steel	3
20	Heater	E-135	Sheel and tube	Kapasitas : 5953,8731 lb/jam Steam yang digunakan : 7330.861137 lb/ jam Jumlah: 1 buah	Carbon keramik	1
21	Coloumn Destilasi	D-130	-	-	-	1
22	Kondensor	E-136	DPHE	$a_{an} = 2,63 \text{ in}^2 = 0,018264 \text{ ft}^2$ $d_e = 2,02 \text{ in} = 0,168333 \text{ ft}$ $d_{e'} = 0,81 \text{ in} = 0,0675 \text{ ft}$ $d_{op} = 1,66 \text{ in} = 0,138333 \text{ ft}$ $d_{ip} = 1,38 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}$ $a_p = 1,5 \text{ in}^2 = 0,010416 \text{ ft}^2$	Carbon steel	1

15	Reaktor	R-120	-	-	-	1
16	Cooler	E-131	Sheel and tube	<p>Diameter luar tube (do) = <math>\frac{3}{4}</math> in</p> <p>Diameter dalam tube (di) = 0,482 in</p> <p>Panjang tube (l) = 20 ft</p> <p>Jumlah tube (Nt) = 14147,6097 buah</p> <p>Luas permukaan tube (a') = 0,182 in<sup>2</sup></p> <p>Pitch (PT) = 1 in</p> <p>Diameter dalam shell (IDS) = 39 in</p> <p>Baffle Space (B) = 40 in</p> <p>Ft = 0,92</p>	Carbon steel	1
17	Kondensor	E-132	DPHE	<p><math>a_{an} = 2,63 \text{ in}^2 = 0,018264 \text{ ft}^2</math></p> <p><math>d_e = 2,02 \text{ in} = 0,168333 \text{ ft}</math></p> <p><math>d_{e'} = 0,81 \text{ in} = 0,0675 \text{ ft}</math></p> <p><math>d_{op} = 1,66 \text{ in} = 0,138333 \text{ ft}</math></p> <p><math>d_{ip} = 1,38 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}</math></p> <p><math>a_p = 1,5 \text{ in}^2 = 0,010416 \text{ ft}^2</math></p>	Carbon steel	1
18	Pompa	L-133A,B,C	Pompa sentrifugal	<p>Kapasitas: 0,0173 ft<sup>3</sup> detik</p> <p>Diameter Nominal : 14 in Sch 20</p> <p>Head maksimum : 25 ft.</p> <p>Tenaga pompa: 0,07466 Hp.</p> <p>Tenaga motor : 0,5 Hp.</p>	Cast iron	3

9	Pompa Naftalena	L-116	Pompa sentrifugal	Kapasitas: 0,0231 ft <sup>3</sup> detik. Diameter Nominal: 14 in Sch 20 Head maksimum: 25 ft. Tenaga pompa: 0,0746 Hp. Tenaga motor : 0,5 Hp	Cast iron	1
10	Vaporizer	V-110	Sheel and tube HE	OD = 1 in BWG = 16. L= 12 ft. ID= 0,87 in. ID <sub>s</sub> = 23 ¼ in Passes = 4	Carbon steel	1
11	Filter Udara	H-121	Automatic dry air filter	Udara yang dibutuhkan = 146630,0908 kg/jam Rate volume udara = 74.504,2661 ft <sup>3</sup> /menit Jumlah= 75 buah	Carbon steel	1
12	Blower	G-122	Pompa sentrifugal	Kapasitas : 325.844,6462 lb/jam Daya : 1 HP	Cash iron	
13	Heater	E-123	Sheel and tube	Massa bahan masuk = 326.066,8684 lb/jam Kebutuhan steam = 49.345,9285 lb/ jam Panas yang dibawa steam = 10.050.285,3 btu/ jam	Carbon keramik	1
14	Heater	E-124	Sheel and tube	Kapasitas 8.732,943498 kg/jam Steam yang digunakan: 22205.66784 lb/ jam	Carbon keramik	1

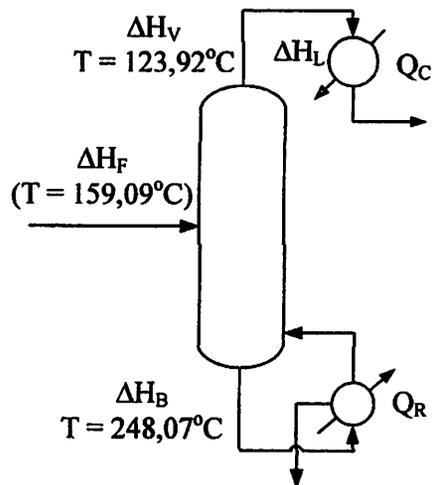
	Storage Hopper		Vessel	ID : 47,625 in OD : 48 in Ts : 3/16 in Ls : 71,4375 in	Steel	
5	Tangki Pelarut	M-115	Reaktor alir dengan tutup atas dan bawah standart dish.	L = 80,4375 in Hb = 15,4802 in Tb = 3/16 in do baru = 54 in. ts = 3/16 in. r = 60 in. icr = 3 ¼ in. di baru = 53,625 in Volume tangki total = 85,5686 ft <sup>3</sup> .	Bahan konstruksi SA 53 grade B	1
6	Filter Udara	H-117	Automatic dry air filter	Udara yang dibutuhkan = 146630,0908 kg/jam Rate volume udara = 74.504,2661 ft <sup>3</sup> /menit Jumlah = 75 buah	Carbon steel	1
7	Blower	G-118	Pompa sentrifugal	Kapasitas : 325.844,6462 lb/jam Daya : 1 HP	Cash iron	1
8	Heater	E-119	Sheel and tube	Massa bahan masuk = 326.066,8684 lb/jam Kebutuhan steam = 49.345,9285 lb/ jam Panas yang dibawa steam = 10.050.285,3 btu/ jam	Carbon keramik	1

## BAB V

## SPESIFIKASI ALAT

No	Nama alat	Kode	Jenis	Ukuran	Bahan konstruksi	Jumlah
1	Naftalena Storage	F-111	Silinder Tegak dengan tutup atas konis 120°	Volume gudang = 369.656,5498 ft <sup>3</sup>	-	1
2	Screew Conveyor	J-112	Rotary screew	Panjang conveyor: 45 ft Kapasitas bahan : 10 ton/jam Power conveyor : 2 Hp	Carbon steel	1
3	Bucket Elevator	J-113	centrifugal discharge space bucket.	Tinggi Bucket = 25 ft. Massa = 1.746,5887 kg/jam Kapasitas = 8.732,943498 kg/jam Dimensi dari pully: Head = 20 in = 50,8 cm. Tail = 14 in = 35,6 cm. Lebar belt = 7 in = 17,8 cm. Diameter Shaft:Head = $1\frac{15}{16}$ in = 4,9375 cm. Tail = $1\frac{11}{16}$ in = 4,286258 cm Daya motor = 1 Hp.	Carbon steel	1
4	Naftalena	F-114	Vertikal	ID: 25,625 in	Carbon	1

## 9. Destilasi ( D - 130 )



$$\Delta H_F + Q_R = \Delta H_d + \Delta H_b + Q_c + Q_{loss}$$

keterangan :

$\Delta H_F$  = panas yang dibawa bahan masuk destilasi

$Q_R$  = panas steam

$\Delta H_D$  = panas yang dibawa oleh produk dari kondensor

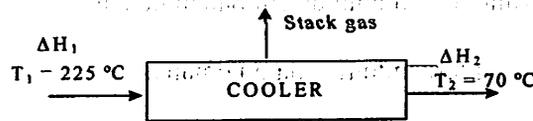
$\Delta H_B$  = panas yang dibawa oleh produk keluar reboiler

$Q_C$  = panas yang diserap pendingin

$Q_{loss}$  = panas yang hilang

komponen	masuk	komponen	keluar
$\Delta H_F$	5.557504337	$\Delta H_d$	4.09985
$Q_R$	11.30567979	$\Delta H_{Fb}$	9.24504
		$Q_c$	3.01240
		$Q_{loss}$	0.505895524
total	16.86318	total	16.86318

6. Kondensor ( E - 132 )



Neraca panas total :  $\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q + Q_{loss}$

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas bahan masuk.

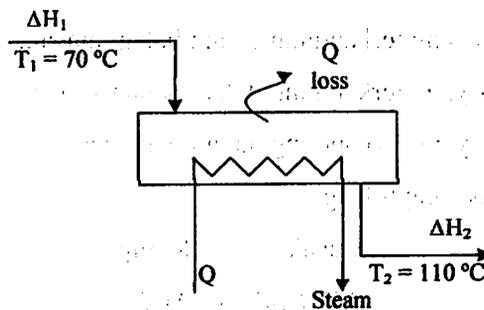
$\Delta H_2$  : Panas bahan keluar.

Q : Panas yang diserap air pendingin.

Q loss : Panas yang hilang

neraca panas total			
Komponen	Masuk	Komponen	Keluar
$\Delta H_1$	273123.1637	$\Delta H_2$	61447.79308
		Q	203481.6757
		Qloss	8193.694912
Total	273123.2	Total	273123.2

7. Melter ( Q - 134 )



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

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas yang terkandung dalam bahan masuk.

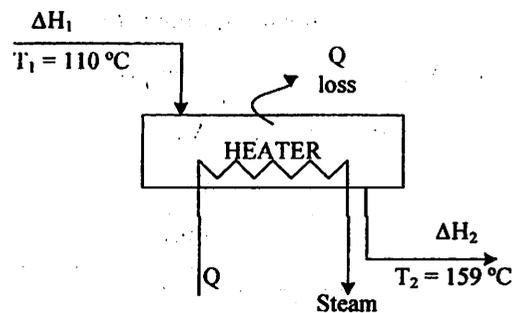
$\Delta H_2$  : Panas yang terkandung dalam bahan keluar.

Q : Panas yang terkandung dalam pemanas.

Q loss : Panas yang hilang.

Komponen	masuk	Komponen	keluar
$\Delta H_1$	62548.69232	$\Delta H_2$	494329.3701
Q	433657.1386	Q loss	1876.46077
Total	496205.8309	Total	496205.8309

### 8. Heater ( E - 136 )



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

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas yang terkandung dalam bahan masuk.

$\Delta H_2$  : Panas yang terkandung dalam bahan keluar.

Q : Panas yang terkandung dalam pemanas.

Q loss: Panas yang hilang.

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar
$\Delta H_1$	157.614973	$\Delta H_2$	1308518.915928
Q	1308366.029405	Q loss	4.728449
Total	1308523.644378	total	1308523.644378

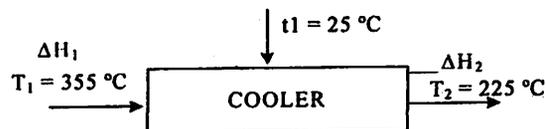
Q loss : Panas yang hilang

Neraca panas Overall:

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_R = Q + \Delta H_3 + Q \text{ loss}$$

Masuk	Kkal/Jam	Keluar	Kkal/Jam
$\Delta H_2$	0.928351007	$\Delta H_3$	2715.5
$\Delta H_1$	15.96567244	Q	14830392
$\Delta H_R$	14833090.8	Q loss	0.479
Total	14833107.7	Total	14833107.7

### 5. Cooler (E - 131)



Neraca panas total :  $\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q + Q_{\text{loss}}$

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas bahan masuk.

$\Delta H_2$  : Panas bahan keluar.

Q : Panas yang diserap air pendingin.

Q loss: Panas yang hilang

neraca panas total			
Komponen	Masuk	Komponen	keluar
$\Delta H_1$	2715.467531	$\Delta H_2$	1645.737897
		Q	1020.357496
		Q loss	49.37213692
Total	2715.5	Total	2715.5

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

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas yang terkandung dalam bahan masuk.

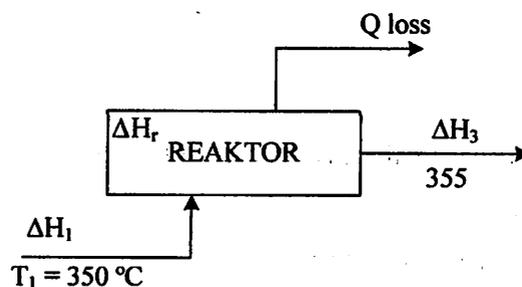
$\Delta H_2$  : Panas yang terkandung dalam bahan keluar.

Q : Panas yang terkandung dalam pemanas.

Q loss : Panas yang hilang.

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar
$\Delta H_1$	3.43	$\Delta H_2$	12.53
Q	9.19	Q loss	0.10
Total	12.63	total	12.63

#### 4. Reaktor (R - 120)



Neraca panas Overall:

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q = \Delta H_R + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$$

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas yang terkandung dalam naptalen bahan masuk Reaktor.

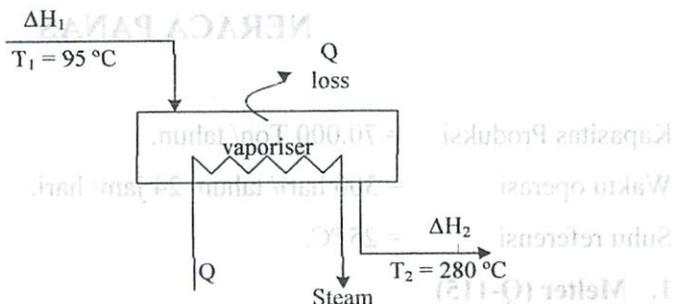
$\Delta H_2$  : Panas yang terkandung dalam oksigen bahan keluar Reaktor.

$\Delta H_3$  : Panas yang terkandung pada bahan keluar reaktor

$\Delta H_R$  : panas reaksi

Q : Panas yang diserap pendingin

2. Vaporiser ( V - 110 )



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

Dimana:

$\Delta H_1$  : Panas yang terkandung dalam bahan masuk.

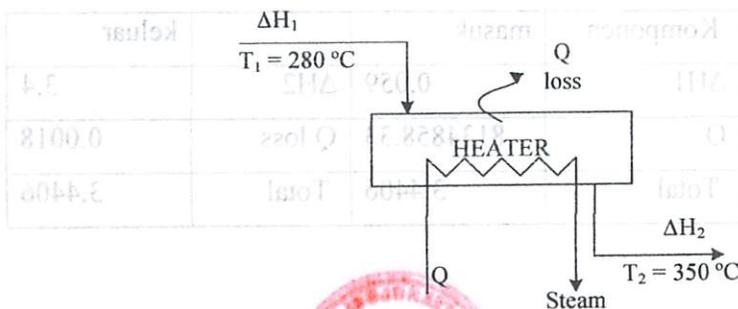
$\Delta H_2$  : Panas yang terkandung dalam bahan keluar.

$Q$  : Panas yang terkandung dalam pemanas.

$Q \text{ loss}$  : Panas yang hilang

Komponen	Masuk	Komponen	Keluar
$\Delta H_1$	3.43	$\Delta H_2$	12.53
$Q$	9.19	$Q \text{ loss}$	0.10
Total	12.63	total	12.63

3. Heater ( E - 124 )

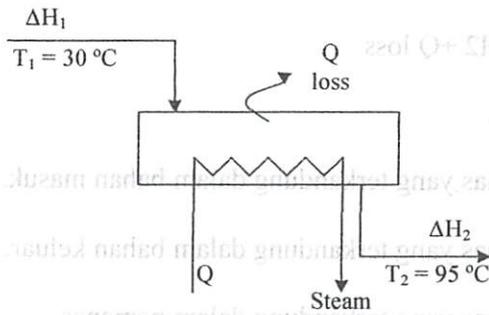


**BAB IV**

**NERACA PANAS**

Kapasitas Produksi = 70.000 Ton/ tahun.  
 Waktu operasi = 300 hari/ tahun, 24 jam/ hari.  
 Suhu referensi = 25 °C.

**1. Melter (Q-115)**



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

- $\Delta H_1$  : Panas yang terkandung dalam bahan masuk.
- $\Delta H_2$  : Panas yang terkandung dalam bahan keluar.
- $Q$  : Panas yang terkandung dalam pemanas.
- $Q \text{ loss}$  : Panas yang hilang.

Komponen	masuk		keluar
$\Delta H_1$	0,059	$\Delta H_2$	3,4
$Q$	8134858.33	$Q \text{ loss}$	0.0018
Total	3.4406	Total	3.4406



### 9. Sambungan antar tutup dengan shell

Untuk mempermudah pemeliharaan dan perbaikan dari kolom destilasi, maka tutup menara dihubungkan dengan bagian shell menggunakan sistem flange dan bolting.

#### a. Flange

Bahan : high Alloy steel SA-336 Grade F8 type 304

(*Brownell & Young, App.D hal 344*)

Tensile stress minimum : 75.000

Allowable stress : 18750

Type flange : Ring Flange Loose Type

#### b. Bolting

Bahan : High Alloy steel SA-193 Grade B8 type 304

(*Brownell & Young, App.D hal 342*)

Tensile stress minimum : 75.000

Allowable stress : 15000

#### c. Gasket

Bahan : Solid Flat Metal Iron

Gasket faktor : 5,5

Minimum Design seating stress (Y) : 18.000

(*Brownell & Young, fig 12.11 hal 228*)

### 1. Menentukan lebar gasket

Penentuan lebar gasket dengan menggunakan rumus dari *Brownell & Young* pers. 12.2 hal. 226

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p.m}{y - p(m+1)}} = \sqrt{\frac{18000 - 14,7 \times 5,5}{18000 - 14,7 \times 5,5 + 1}} = 1,0004104$$

$$d_i \text{ gasket} = \text{OD shell} = 28 \text{ in}$$

$$d_o \text{ gasket} = 1,0004104 \times 28 = 28,01 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{lebar gasket minimum} &= \frac{(d_o - d_i)}{2} = \frac{(28,01 - 28)}{2} = \frac{0,01}{2} \approx \frac{1}{2} \text{ in} \\ &= \frac{1}{2} \text{ in} = 0,0222 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diameter rata-rata gasket (G)} &= d_o + \text{lebar gasket} \\ &= 28,01 + 0,0222 = 28,032 \text{ in} \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan jumlah dan ukuran baut

– Perhitungan beban baut

### 1. Beban supaya gasket tidak bocor ( $H_Y$ )

$$W_{m_2} = H_Y = b \times \pi \times G \times y \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.88, hal.240})$$

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

$$b_o \equiv \frac{N}{2} = \frac{0,0444}{2} = 0,0222 \text{ in}$$

untuk  $b_o < 1/4$ ,  $b = b_o = 1/32 = 0,0222 \text{ in}$

sehingga :

$$H_Y = W_{m_2} = 0,0222 \times 3,14 \times 67,0444 \times 18000 = 8419,941931 \text{ lb}$$

### 2. Beban tanpa tekanan ( $H_p$ )

$$H_p = 2 \times b \times \pi \times G \times m \times p \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.90, hal 240})$$

$$= 2 \times 0,0222 \times 3,14 \times 67,0444 \times 5,5 \times 14,7 = 756,3914502 \text{ lb}$$

### 3. Beban baut karena internal pressure (H)

$$H = \frac{\pi \times G^2 \times p}{4} \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.89, hal 240})$$

$$= \frac{3,14 \times 67,0444^2 \times 14,7}{4} = 51842,264 \text{ lb}$$

∴ Total berat pada kondisi operasi

$$W_{m_1} = H + H_p = 51842,264 + 756,3914502 = 52625,98 \text{ lb}$$

Karena  $W_{m_1} > W_{m_2}$ , maka yang mengontrol adalah  $W_{m_1}$

– Perhitungan luas bolting minimum area

Dengan persamaan 12-93, *Brownell and Young*, hal 240 :

$$A_m \equiv \frac{W_{m_1}}{f_b} \equiv \frac{52625,98}{15000} = 3,5083984 \text{ in}^2$$

– Perhitungan bolt minimum

Dari *Brownell & Young*, tabel 10.4 hal 188 dicoba :

Ukuran baut = 5/8 in

Root area = 0,202 in<sup>2</sup>

$$\text{Maka jumlah bolting minimum} = \frac{A_m}{\text{Root area}} = \frac{3.5083984}{0,202} = 17.32673267$$

≈ 17 buah

Dari *Brownell & Young*, tabel 10.4, hal 188 didapat :

Bolt spacing (Bs) = 1 in

Minimum radial distance (R) = 1 3/8 in

Edge distance (E) = 1 in

Bolting circle diameter (C) = ID shell + 2 (1,4159×go+R)

Dengan go = tebal shell = 3/16

$$C = 27,19 + 2(1,4159 \times 3/16 + 15/16) = 29 \text{ in}$$

Diameter luar flange :

$$OD = C + 2E = 31 \text{ in}$$

Cek lebar gasket :

$$A_b \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area} = 17 \times 0,551 = 9.367 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{A_{\text{actual}} \times F}{2 \times \pi \times Y \times G} = \frac{9.367 \times 15000}{2 \times 3,14 \times 18000 \times 27,19}$$

$$= 0.018544 < 0,044 \text{ in (memenuhi)}$$

$$\text{Jadi, lebar gasket} = 0.018544 \text{ in} = \frac{1}{16} \text{ in}$$

– Perhitungan moment

Untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan dalam)

$$W = \frac{(A_b + A_m) \times F_a}{2} \quad (\text{Brownell \& Young, pers. 12.94 hal 242})$$

$$= \frac{(9.367 + 3.5083984) \times 15000}{2} = 96551.72833 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket terhadap bolt circle (hg)

$$\begin{aligned}
 hg &= \frac{C - ID}{2} && \text{(Brownell \& Young, pers. 12.101 hal 242)} \\
 &= \frac{68.1412875 - 67.0268}{2} = 0.55724375 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Moment Flange ( $M_a$ ) :

$$M_a = hg \times W = 96551.72833 \times 0.55724375 = 53802.84717 \text{ lbin}$$

Dalam keadaan operasi :

$$W = W_{m1} = 52625.98 \text{ lb}$$

Moment & force pada daerah dalam flange ( $H_D$ )

$$H_D = 0,785 \times B^2 \times p \quad \text{(Brownell \& Young, pers. 12.96 hal 242)}$$

Dimana :

$$B = \text{Diameter luar shell} = 28 \text{ in}$$

$$P = \text{tekanan} = 14,7 \text{ psi}$$

$$H_D = 0.785 \times 28^2 \times 14.7 = 51800.8155 \text{ lb}$$

Radial bolt circle pada aksi  $H_D$

$$h_D = \frac{C - B}{2} = \frac{68.1412875 - 67.026}{2} = 0.57064375 \text{ in}$$

Moment  $M_D$  :

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

$$= 0.57064375 \times 51800.8155 = 51800.8155 \text{ lb.in}$$

$$H_G = W - H \quad \text{(Brownell \& Young, pers. 12.98 hal 242)}$$

$$= 52625.98 - 51842.264 = 44709.46389 \text{ lb}$$

$$M_G = H_G \times hg \quad \text{(Brownell \& Young, pers. 12.98 hal 242)}$$

$$= 44709.46389 \times 0.55724375 = 24914.06932 \text{ lb.in}$$

$$H_T = H - H_D \quad \text{(Brownell \& Young, pers. 12.97 hal 242)}$$

$$= 51842.264 - 51800.8155 = 41.44894053 \text{ lb}$$

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2} = \frac{0.55724375 + 0.57064375}{2} = 0.56394375 \text{ in}$$

Moment  $M_T$  :

$$M_T = H_T \times h_T$$

$$= 41.44894053 \times 0.56394375 = 23.37487096 \text{ lb.in}$$

Moment total pada keadaan operasi :

$$M_o = M_D + M_G + M_T$$

$$= 51800.8155 + 24914.06932 + 23.37487096 = 76738.25969 \text{ lb.in}$$

$M_{\max} = M_o$  karena  $M_o > M_a$

#### 4. Perhitungan tebal flange

Dengan persamaan 12-85, *Brownell and Young*, hal 242 :

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

dimana :  $K = \frac{A}{B}$

$A = \text{diameter luar flange} = 29,37 \text{ in}$

$B = \text{diameter luar shell} = 28 \text{ in}$

$K = 1,092920066$

Dari *Brownell & Young 12.2 hal 221*

Dengan harga  $K = 1,03$  didapat harga  $y = 42$

Sehingga tebal flange :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M_{\max}}{f \times B}} = 2,28 \text{ in}$$

#### 5. Perhitungan Penyangga

Penyangga dirancang untuk menahan beban kolom destilasi dan perlengkapannya. Beban-beban yang ditahan oleh kolom penyangga terdiri dari

##### a. Berat bagian shell

- Berat shell
- Berat tutup

##### b. Berat kelengkapan bagian dalam

- Berat downcomer
- Berat tray

##### c. Berat kelengkapan bagian luar

- Berat pipa
- Berat attachment seperti nozzle, valve dan alat kontrol

## 1. Perhitungan beban yang harus ditahan kolom penyangga

## a. Berat shell

$$\text{Tebal shell} = 3/16 \text{ in} = 0,015625 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi shell} = 181,1 \text{ in}$$

$$\text{Keliling shell} = \pi \times d_o = 87,92 \text{ in}$$

$$\text{Luas shell} = \text{keliling} \times \text{tebal shell} = 1,32 \text{ ft}^2$$

$$\text{Volume shell} = \text{luas shell} \times \text{tinggi} = 238,8 \text{ ft}^3$$

$$\rho_{\text{steel}} = 438,8 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{Perry's 6}^{\text{th}} \text{ tabel 3-118 hal 3-}$$

95)

$$\text{Berat shell}(W_s) = \text{Volume} \times \rho_{\text{steel}} = 1048,0 \text{ lb}$$

## b. Berat tutup

$$W_{di} = A \times t \times \rho_{\text{steel}}$$

$$A = 6,28 \times R_c \times h \quad (\text{Hesse pers. 4.16 hal 192})$$

Dimana :

$$W_d = \text{berat tutup standart dish (lb)}$$

$$A = \text{luas tutup standart dish (ft}^2\text{)}$$

$$t = \text{tebal tutup standart dish}$$

$$\rho = \text{densitas}$$

$$R_c = \text{crown radius} = 27,62 \text{ in} = 2,1354$$

$$h = \text{tinggi tutup standart dish} = 4,67 \text{ in}$$

Maka :

$$A = 6,28 \times 2,1354 \times 0,50171875 = 9,3 \text{ ft}^2$$

Sehingga berat satu tutup

$$W_{di} = 9,3 \times 0,0625 \times 438,88 = 256,5779967 \text{ lb}$$

Berat tutup total

$$W_{tu} = 2 W_{di} = 2 \times 256,5779967 = 513,1559933 \text{ lb}$$

## c. Dipakai dasar perhitungan dengan downcomer tanpa aliran uap

$$\text{Luas downcomer} = \frac{1}{4} \times \pi \times d_i^2 = 4,16 \text{ ft}^2$$

$$\text{Volume} = \text{luas} \times \text{tebal} = 0,26 \text{ lb}$$

$$\text{Berat satu tray} = \text{volume} \times \rho = 114 \text{ lb}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat downcomer (Wd)} &= \text{jumlah plate} \times \text{berat 1 plate} \\ &= 805,03 \text{ lb}\end{aligned}$$

**d. Berat tray**

$$\text{Ditetapkan berat tray} = 25 \text{ lb/ft}^2$$

$$\text{Luas tray} = A_c - A_o = 23,607 \text{ ft}^2$$

$$\text{Jumlah tray} = 9 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tray (Wtr)} &= n \times \text{luas tray} \times \text{berat tray} \\ &= 5343,8 \text{ lb}\end{aligned}$$

Penyangga tray yang digunakan equal angles (*Brownell, App. G hal 358*)

$$\text{Ukuran} = 1 \frac{1}{2} \text{ "} \times 1 \frac{1}{2} \text{ "} \times \frac{1}{4} \text{ "}$$

$$\text{Berat} = 7,7 \text{ lb/ft}$$

$$\text{Wpt} = 3,8 \text{ lb}$$

**e. Berat larutan**

$$\text{Rumus : } Wl = m \times t$$

Dimana :

$Wl$  = berat larutan dalam kolom destilasi

$t$  = waktu tinggal dalam kolom destilasi = 15 menit

Maka :

$$Wl = 21433,9 \text{ lb/jam} \times 15/60 \text{ jam/menit} = 5358,48 \text{ lb}$$

**f. Berat pipa**

Pipa yang ada mencakup untuk feed, uap, reboiler, kondensor dan bottom produk

$$\text{Ditetapkan } 2 \times \text{tinggi kolom destilasi} = 2 \times 181,1 \text{ in} = 362,2 \text{ in} = 30,18 \text{ ft}$$

Diambil rata-rata pipa 1,5 in sch 40 dengan berat 2,718 lb/ft

$$\text{Berat pipa (Wp)} = 30,18 \text{ ft} \times 2,718 \text{ lb/ft} = 132,2 \text{ lb}$$

**g. Berat attachment**

Berat attachment meliputi nozzle, valve dan alat kontrol

$$\text{Rumus : } W_a = 18 \% W_s \text{ (Brownell \& Young, pers.9.8 hal 157)}$$

$$= 16353,25 \text{ lb}$$

**Berat total yang harus ditopang penyangga :**

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_s + W_{tu} + W_d + W_{tr} + W_{pt} + W_l + W_p + W_a \\ &= 113834,85 \text{ lb} \end{aligned}$$

**2. Perencanaan skirt support**

- Sistem penyangga yang digunakan adalah skirt support
- Kolom secara keseluruhan terbuat dari High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316
- Tinggi support = 24 in = 2 ft

**Menentukan tebal skirt**

- Stress karena angin

$$f_{wb} = \frac{15,89 \times \left( \frac{Do + Di}{2} \right) \times H^2}{Do^2 \times t} \quad (\text{Brownell \& Young, pers.9.20})$$

hal 183)

$$f_{wb} = 398,36$$

- Stress dead weight

$$f_{db} = \frac{\Sigma W}{\pi \times do \times t} \quad (\text{Brownell \& Young, pers.9.6})$$

hal 183)

$$= 3155,775$$

- Stress kompresi maksimum

$$f_{c \text{ max}} = 0,125 E (t/do) \cos \alpha$$

$$\text{Dimana : } E \text{ concrete} = 2.10^6 \text{ psi} \quad (\text{Brownell \& Young, hal 183})$$

$$f_{c \text{ max}} = 0,125 \times 2.10^6 (t/do) = 3554,136 t$$

$$f_{c \text{ max}} = f_{wb} + f_{db} \quad (\text{Brownell \& Young, pers.9.80})$$

hal 183)

$$t = 1,78 \text{ in}$$

jadi tebal skirt yang digunakan = 2 in

**3. Perhitungan bearing plate**

Dari *Brownell & Young*, tabel 10.1 hal 184 diperoleh

$$f_c' = 3000 \text{ psi}$$

$$f_{c \text{ max}} = 1200 \text{ psi}$$

$$n = 10$$

fs allowable untuk struktural steel skirt = 20.000 psi

$$\text{Diameter kolom} = 27,625 \text{ in}$$

Ditetapkan

$$\text{ID bearing plate} = 27 \text{ in}$$

$$\text{OD bearing plate} = 1,25 \times 27 = 33.75 \text{ in}$$

$$\text{Jumlah chair} = 4 \quad (\text{Brownell \& Young, tabel 10.5 hal 191})$$

$$\text{Jumlah bolt} = 8$$

$$\text{Ukuran baut} = 1 \frac{1}{4} \text{ in} \quad (\text{Brownell \& Young, tabel 10.4 hal 188})$$

$$\text{Luas bolt} = 0,89 \text{ in}^2$$

Dari pers. 9.11, *Brownell & Young*, hal 158

$$P_w = 0,0025 \times V_w^2 \quad (\text{Brownell \& Young, pers.9.11 hal 158})$$

Dimana :

$$P_w = \text{tekanan angin permukaan alat (lb/ft}^2\text{)}$$

$$V_w = \text{kecepatan angin} = 100 \text{ mph}$$

Maka :

$$P_w = 0,0025 \times 100^2 = 25 \text{ lb/ft}^2$$

$$M_w = \frac{1}{2} \times P_w \times H^2 \times \frac{\text{ID} + \text{OD}}{2}$$

Dimana :

$$M_w = \text{bending moment pada puncak kolom (lb.ft)}$$

$$d_{\text{eff}} = \text{diameter efektif vessel} = (d_i + d_o)/2$$

$$H = \text{tinggi dari skirt ke top kolom}$$

$$= 5 + 19,80977 = 24,80977 \text{ ft} = 297,71725 \text{ in}$$

Maka :

$$M_w = \frac{1}{2} \times 25 \times 24,80977^2 \times \frac{3,16667 + 3,95833}{2} = 328921,027 \text{ lb.ft}$$

$$t_3 = \frac{(OD - ID)_{BP}}{2} = \frac{(47,5 - 38)}{2} = 4,75 \text{ in}$$

Diperkirakan  $f_c = 1.000 \text{ psi}$

$$K = \frac{1}{\left(1 + \frac{f_s}{n + f_c}\right)} = 0,1509 \quad (\text{Brownell \& Young, pers.10.3}$$

hal 184)

$$\begin{aligned} F_c (\text{bolt circle}) &= f_{c \max} \times \frac{2 \times K \times D_o}{2 \times K \times D_o \times t_3} \\ &= 1.400 \times \frac{2 \times 0,1509 \times 47,5}{2 \times 0,1509 \times 47,5 \times 4,75} \\ &= 294,7368421 < 1400 \quad (\text{memenuhi}) \end{aligned}$$

Dari *Brownell & Young*, tabel 10.2, hal 186

Untuk harga  $K = 0,1509$  maka :

$$C_c = 1,052188679 \quad z = 0,468811321$$

$$C_t = 2,76990566 \quad j = 0,77109434$$

Tensile Load (F) :

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{M_w - W_{dw} \times z \times d}{j \times d} \\ &= \frac{328921,027 - 13576,41483 \times 0,4688 \times 47,5/12}{0,77109434 \times 47,5/12} = 99509,30447 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dimana :

$$A = \text{root area} = 0,89 \quad (\text{Brownell \& Young, pers.10.4}$$

hal 188)

$$d_{\text{bolt}} = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{jumlah baut} = 8$$

$$t_1 = \frac{8 \times 0,89}{3,14 \times 1,25} = 1,814013 \text{ in}$$

Relation ship pada tension side :

$$F_t = f_s \times t_1 \times r \times C_t \quad (\text{Brownell \& Young, pers.10.9 hal 185})$$

$$f_s = \frac{F_t}{t_1 \times r \times C_t} = \frac{99509,30447}{1,814013 \times (47,5/12) \times 2,769905} = 5003,178721 \text{ psi}$$

$$F_t + W_{dw} - F_c = 0 \quad (\text{Brownell \& Young, pers.10.27 hal 186})$$

$$F_c = F_t + W_{dw} = 99509,30447 + 13576,41483 = 113085,7193 \text{ lb}$$

Kompresive stress sesungguhnya pada bolt circle (fc) :

$$F_c = (t_2 + n.t_1) \times R \times f_c \times C_c \quad (\text{Brownell \& Young, pers.10.8 hal 186})$$

$$t_2 = t_3 - t_1 = 4,75 - 1,814013 = 2,93598 \text{ in}$$

$$f_c = \frac{F_c}{(t_2 + n.t_1) \times r \times C_c} = \frac{113085,7193}{(2,93598 + (8 \times 1,814013)) \times (47,5/12) \times 1,05218} = 1333,286822$$

Pengecekan harga k

$$K \equiv \frac{1}{\left(1 + \frac{f_s}{n + f_c}\right)} \equiv 0,238172436 \quad (\text{Brownell \& Young, pers.10.3 hal 184})$$

hal 184)

Untuk harga  $K = 0,238172436$  maka :

$$C_c = 1,347022 \quad z = 0,451365$$

$$C_t = 2,576257 \quad j = 0,779817$$

Tensile Load (F) :

$$F_t = \frac{M_w - W_{dw} \times z \times d}{j \times d} = \frac{328921,027 - 13576,41483 \times 0,451365 \times 47,5/12}{0,779817 \times 47,5/12} = 98699,93717 \text{ lb}$$

$$t_1 = 1,814013 \text{ in}$$

Relation ship pada tension side :

$$f_s = \frac{F_t}{t_1 \times r \times C_t} = \frac{98699,93717}{1,814013 \times (47,5/12) \times 2,576257} = 5335,498018 \text{ psi}$$

$$F_c = F_t + Wdw = 98699,93717 + 13576,41483 = 112276,352 \text{ lb}$$

Kompresive stress sesungguhnya pada bolt circle (fc) :

$$t_2 = t_3 - t_1 = 4,75 - 1,814013 = 2,93598 \text{ in}$$

$$f_c = \frac{F_c}{(t_2 + nt_1) \times r \times C_c}$$

$$= \frac{112276,352}{(2,93598 + 8 \times 1,814013) \times (47,5/12) \times 1,347022} = 1206,8494$$

Pengecekan harga k

$$K = \frac{1}{\left(1 + \frac{f_s}{n + f_c}\right)} = 0,235164897$$

$$\% \text{ penyimpangan} = \frac{0,238172436 - 0,235164897}{0,238172436} \times 100\% = 1,262757\%$$

$$f_{c \max} = f_c \text{ bolt circle} \times \frac{2 \times K \times d + t_3}{2 \times K \times d}$$

$$= 1206,8494 \times \frac{2 \times 0,235164897 \times 47,5 + 4,75}{2 \times 0,235164897 \times 47,5}$$

$$= 1363,445888 < 1400 \text{ psi (memenuhi)}$$

Dari *Brownell & Young*, tabel 10.4 hal 188 didapatkan ukuran baut 1 ¼” dengan dimensi :

$$\text{Bolt Circle (BC)} = 2 \frac{13}{16}$$

$$\text{Nut dimension} = 2$$

Bearing plate yang digunakan tipe eksternal bolting chair, pada plate dipasang compressing ring agar lebih kuat

$$\text{Ditetapkan tinggi gusset} = 12 \text{ in}$$

Bearing plate diperkuat dengan 4 buah gusset yang mempunyai spasi yang sama

Dari gambar 10.6, *Brownell & Young*, hal 191, didapat :

$$\text{Lebar gusset} \quad : A = 9 + 1\frac{1}{4}'' = 10\frac{1}{4}''$$

$$\text{Jarak antara gusset} \quad : b = 8 + 1\frac{1}{4}'' = 9\frac{1}{4}''$$

$$\text{Luas area bolt } (A_b) = 0,890$$

$$\text{Beban bolt } (P) = f_s \times A_b = 5335,498018 \times 0,89 = 4748,593236 \text{ lb}$$

$$L = (OD_{BP} - OD_{shell}) = 47,5 - 28 = 9,5 \text{ in}$$

$$\frac{b}{l} = \frac{9,25}{9,5} = 0,973684211$$

Dari *Brownell & Young*, tabel. 10.4, hal 188, didapat :

$$e = \frac{2}{2} = 1$$

$$\mu = \text{Poison Ratio} = 0,3 \text{ (untuk steel)}$$

$$\gamma_1 = 0,565$$

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

$M_y$  = Maximum bending moment

$$M_y = \frac{4748,5932}{4 \times 3,14} \times \left[ (1 + 0,3) \times \ln\left(\frac{2 \times 9,5}{3,14 \times 1}\right) + (1 - 0,565) \right] = 2174,0164 \text{ in.lb}$$

$$t_5 = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\max}}} = \sqrt{\frac{6 \times 2174,0164}{45.000}} = 0,53839 \text{ in}$$

Maka tebal compression plate adalah 9/16 "

$$t_4 = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{(t_3 - bhd) \cdot f_{\text{allow}}}} = \sqrt{\frac{6 \times 2174,016499}{(4,75 - 1,25) \cdot 45.000}} = \frac{4,60454}{16} \text{ in} \approx \frac{5}{16} \text{ in}$$

$$\text{Maka tebal bearing plate} = \frac{5}{16} \text{ in}$$

$$t_6 = 3/8 \times t_5 = 3/8 \times 9/16 = \frac{3,375}{16} \text{ in}$$

$$\text{Maka tebal gusset} = \frac{4}{16} \text{ in}$$

#### 4. Dimensi anchor bolt

- Panjang = 12 in

- Diameter = 8 in

- Jumlah = 6 buah

#### 5. Dimensi pondasi

Pondasi terdiri beban dengan kandungan air 6 US gal per 94 lb sak semen (dari *Brownell & Young*, tabel 10.1, hal 184)

Beban total yang harus ditahan pondasi :

- Berat beban bejana total
- Berat kolom penyangga
- Berat base plate

Ditentukan

- Masing-masing kolom penyangga diberi pondasi
- Spesifikasi pondasi didasarkan atas berat beban setiap kolom penyangga pada sistem pondasi
- Spesifikasi semua penyangga sama

Data :

$$\text{- Beban yang ditanggung penyangga} = 113834,85 \text{ lb}$$

$$\text{Beban tiap penyangga} = \text{berat} \times \text{tinggi} = 113834,85 / 4 = 28458.7125 \text{ lb}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap sebagai gaya vertikal berat total kolom, sedangkan bidang kerja dianggap bujur sangkar dengan perencanaan ukuran :

$$\begin{aligned} \text{Luas tanah untuk atas pondasi} &= \text{Luas pondasi atas} \\ &= 40 \times 40 = 1600 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas tanah untuk dasar pondasi} &= \text{luas pondasi bawah} \\ &= 60 \times 60 = 3600 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi pondasi} = 24 \text{ in}$$

$$\text{Luas rata-rata (A)} = \frac{1}{2} (40^2 + 60^2) = 2.600 \text{ in}^2$$

$$\text{Volume pondai (V}_p\text{)} = A \times t = 2.600 \text{ in}^2 \times 24 \text{ in} = 62.400 \text{ in}^3$$

$$\text{Densitas untuk gravel} = 126 \text{ lb/ft}^3 \text{ (Perry's 6}^{\text{th}} \text{ tabel 3-118)}$$

Maka :

$$W_{\text{pondasi}} = V \times \rho = 62.400 \text{ in}^3 \times 126 \text{ lb/ft}^3 \times 5,787 \cdot 10^{-4} \text{ ft}^3/\text{in}^3 = 4.550 \text{ lb}$$

Asumsi :

Tanah atas pondasi berupa cement sand & gravel dengan minimum safe bearing power = 5 ton/ft<sup>3</sup> dan maksimum safe bearing power = 10 ton/ft<sup>3</sup> (Hesse, tabel 12.2 hal 224)

Berat total keseluruhan :

$$W_{\text{total}} = 113834,85 + 4550 = 118384,85 \text{ lb}$$

Tekanan dari sistem pondasi terhadap luas tanah (P)

$$P = \frac{W_{\text{total}}}{A} = \frac{118384,85 \text{ lb}}{3.600 \text{ in}^2} = 32,89 \text{ lb/in}^2$$

Acuan harga safety didasarkan pada minimum bearing power yaitu :

$$6000 \text{ kg/ft}^2 = 91,8617 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan pondasi terhadap tanah = 7,294764 lb/in<sup>2</sup> < 91,8617 lb/in<sup>2</sup> berarti pondasi dapat digunakan.

#### Spesifikasi Kolom Destilasi :

##### 1. Silinder

- Diameter dalam : 27,625 in
- Diameter luar : 28 in
- Tinggi : 181,09 in
- Tebal : 3/16 in
- Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

##### 2. Tutup Atas dan Tutup Bawah

- Tinggi : 4,67 in
- Tebal : 3/16 in
- Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

##### 3. Tray

- Jumlah Tray : 9 tray
- Tray spacing : 20 in
- Susunan Pitch : Segitiga
- Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

##### 4. Downcomer

- Luas : 4,16 ft<sup>2</sup>

- Bahan konstruksi: Carbon Steel SA 135 Grade B

#### 5. Nozzle

- Diameter Nozzle feed masuk : 2,25 in
- Diameter Top Kolom : 1,16 in
- Diameter Refluks Kondensor : 0,557 in
- Diameter Uap Reboiler : 0,281 in
- Diameter Bottom Kolom : 0,82 in

#### 6. Flange dan Gasket

- Diameter Flange : 31 in
- Tebal Flange : 2,28 in
- Bahan Konstruksi : High Alloy Steel SA 336 Grade F8 type 304
- lebar Gasket : 0,018 in
- Bahan konstruksi : Solid Flat Metal Iron

#### 7. Baut

- Ukuran Baut : 5/8 in
- Bolting minimal : 17 buah
- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8 type 304

#### 8. Skirt Support

- Tinggi : 60 in
- Tebal : 2 in
- Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

#### 9. Bearing Plate

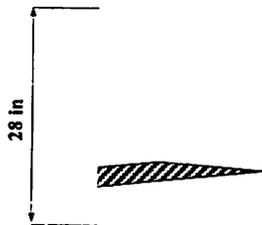
- Type : Eksternal Bolting Chair
- Diameter Dalam : 27,19 in
- Bahan konstruksi : Carbon Steel SA 135 Grade B

#### 10. Anchor Bolt

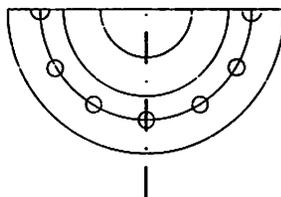
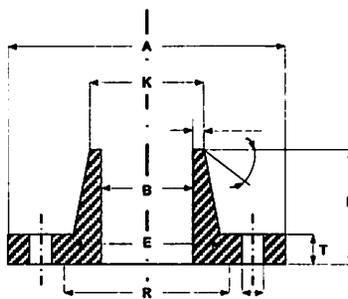
- Panjang : 12 in
- Diameter : 8 in
- Jumlah : 6 buah

#### 11. Pondasi

- Luas pondasi atas :  $40 \times 40 = 1600 \text{ in}^2$

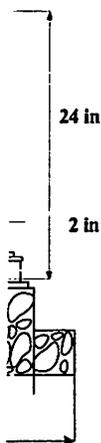


④



**DETAIL NOZZLE**

NOZZLE	NPS	A	T	R	E	L	B
A	2,5	7	7/8	4 1/8	3 9/16	1 1/8	2,94
B	1,25	4 5/3	5/3	2 1/2	2 5/16	13/16	1,72
C	0,5	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/16	5/3	0,88
D	1	4 1/4	9/16	2	1 15/16	11/16	1,37
E	0,5	3 1/2	7/16	1 3/8	19/16	5/8	0,88



**SEL**



20	PONDASI	CEMENT, SAND AND GRAVEL
19	BEARING PLATE	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
18	GUSSET	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
17	COMPRESSING PLATE	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
16	ANCHOR BOLT	HAS SA-193 GRADE B8 TYPE 321
15	SKIRT SUPPORT	HAS SA-240 GRADE M TYPE-316
14	TUTUP BAWAH	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
13	NOZZLE BOTTOM KOLOM	HAS SA-268 GRADE TP410
12	STRAP	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
11	NOZZLE REBOILER	HAS SA-268 GRADE TP410
10	NOZZLE FEED	HAS SA-268 GRADE TP410
9	SHELL	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
8	DOWNCOMER	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
7	SIEVE TRAY	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
6	NOZZLE REFLUKS KONDENSOR	HAS SA-268 GRADE TP 410
5	BAUT	HAS SA-193 GRADE B8 TYPE 321
4	GASKET	IRON SOLID FLAT METAL
3	FLANGE	HAS SA-366 GRADE F8 TYPE 304
2	TUTUP ATAS	CARBON STEEL SA-135 GRADE B
1	NOZZLE TOP KOLOM	HAS SA-268 GRADE TP 410
No	NAMA BAGIAN	BAHAN KONSTRUKSI

JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

PERANCANGAN ALAT UTAMA  
**DESTILASI**

DIRANCANG OLEH :

*Rosi Syana Fahila*

ROSI SYANA FAHILA 1014029

DOSEN PEMBIMBING :

*Dr. Mulya...*

Dr. Mulya... MT  
 NIP. Y. 105970306

*Dr. Ana...*

Dr. Ana Anugerawati ST, MT  
 NIP. 197009282005012001



## BAB VII

### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Memasuki perkembangan era industrialisasi yang bersifat global seperti sekarang ini, persaingan industri untuk memperebutkan pasar baik pasar tingkat regional, nasional maupun internasional, dilakukan oleh setiap perusahaan secara kompetitif. Industrialisasi tidak terlepas dari sumber daya manusia, yang dimana setiap manusia diharapkan dapat menjadi sumber daya siap pakai dan mampu membantu tercapainya tujuan perusahaan dalam bidang yang dibutuhkan.

Selain itu peranan sumber daya manusia juga sangat penting dalam menentukan suatu produksi. Dengan pertimbangan tersebut diatas perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan dan menjaga keselamatan pekerja.

#### 7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan pengetahuan dalam penerapan alat ukur dan sistem pengendalian pada suatu sistem dengan menggunakan harga numerik variabel besaran proses dan dengan tujuan agar parameter berada dalam batas daerah tertentu atau mencapai tujuan kinerja yang diinginkan. Operasi di industri proses sangat bergantung pada pengukuran dan pengendalian besaran proses. Beberapa besaran proses yang harus diukur dan dikendalikan pada suatu industri proses, misalnya aliran di dalam pipa, tekanan (pressure) di dalam sebuah vessel, temperatur di unit heat exchanger, tinggi permukaan (*level*) zat cair di sebuah tangki, *conductivity*, *density or specific gravity*, dan sebagainya.

Pada proses manual biasanya peralatan itu hanya terdiri dari instrumentasi petunjuk dan pencatat saja yang sepenuhnya ditangani oleh tenaga manusia.



Penggunaan alat kontrol dalam pabrik secara otomatis bertujuan untuk:

1. Menjaga keamanan operasi suatu proses dengan jalan:
  - Menjaga variabel proses supaya tetap berada dalam batas yang diperbolehkan.
  - Mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutuskan hubungan secara otomatis.
2. Untuk mendapatkan rate produksi yang diinginkan.
3. Untuk menjaga kualitas produksi.
4. Agar biaya produksi rendah.

Dalam Pra Rencana Pabrik Ftalik Anhidrida dari Naftalena ini, instrumen yang digunakan berupa alat kontrol otomatis maupun manual. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor perimbangan teknis serta ekonomis.

Instrumentasi yang digunakan pada pabrik Ftalik Anhidrida ini adalah:

- a. Temperature Control ( TC )  
Berfungsi sebagai pengendali untuk mengatur suhu proses pada melter, vaporizer, heater, reactor, cooler, evaporator.
- b. Pressure Control ( PC )  
Berfungsi sebagai pengendali tekanan pada alat reactor dan evaporator.
- c. Temperatur Indikator ( TI )  
Berfungsi sebagai sensor untuk mengetahui keadaan suhu pada coloumn destilasi.

Pemasangan instrumen pada Pra Rencana Pabrik Ftalat Anhidrida dari Naftalena dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 7.1. Instrumentasi Pra Rencana Pabrik Ftalat Anhidrida dari Naftalena

No.	Nama Alat	Kode alat	Instrumen	Jumlah
1.	Melter Tank	Q - 110	TC	1
2.	Vaporiser	V - 120	TC	1
3.	Heater	E - 134	TC	1
4.	Reaktor	R - 130	TC	1
			PC	1

5.	Cooler	E - 141	TC	1
6.	Evaporator	V - 140	TC	1
			PC	1
7.	Heater	E - 144	TC	1
8.	Distillation Coloumn	D- 150	TI	1

## 7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan hal yang penting bagi perusahaan, karena dampak kecelakaan dan penyakit kerja tidak hanya merugikan karyawan, tetapi juga perusahaan baik secara langsung maupun tidak langsung. Terdapat beberapa pengertian tentang keselamatan dan kesehatan kerja yang didefinisikan oleh beberapa ahli, dan pada dasarnya definisi tersebut mengarah pada interaksi pekerja dengan mesin atau peralatan yang digunakan, interaksi pekerja dengan lingkungan kerja, dan interaksi pekerja dengan mesin dan lingkungan kerja.

Keselamatan kerja berarti proses merencanakan dan mengendalikan situasi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja melalui persiapan prosedur operasi standar yang menjadi acuan dalam bekerja. Kesehatan kerja adalah kondisi bebas dari gangguan fisik, mental, emosi atau rasa sakit yang disebabkan lingkungan kerja.

Alat pelindung diri adalah kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai kebutuhan untuk menjaga keselamatan pekerja itu sendiri dan orang di sekelilingnya. Pada umumnya alat-alat tersebut terdiri dari:

1. Safety Helmet, berfungsi sebagai pelindung kepala dari benda yang bisa mengenai kepala secara langsung.
2. Sepatu Pelindung (Safety Shoes), berfungsi untuk mencegah kecelakaan fatal yang menimpa kaki karena tertimpa benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dan sebagainya.
3. Sarung Tangan, berfungsi sebagai alat pelindung tangan pada saat bekerja di tempat atau situasi yang dapat mengakibatkan cedera tangan.

4. Penutup Telinga (Ear Plug/ Ear Muff), berfungsi sebagai pelindung telinga pada saat bekerja di tempat yang bising.
5. Kacamata Pengaman (Safety Glasses), berfungsi sebagai pelindung mata ketika bekerja (misal mengelas).
6. Masker (Respirator), berfungsi sebagai penyaring udara yang dihirup saat bekerja di tempat dengan kualitas udara yang buruk (misal berdebu, beracun, berasap, dan sebagainya).
7. Hydrant (Unit pemadam kebakaran) berfungsi untuk mencegah terjadinya kebakaran pada semua areal pabrik.

Untuk mendapatkan kondisi tersebut diatas, maka diperlukan alat – alat pelindung keselamatan kerja seperti yang terlihat pada tabel berikut:

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja Pabrik Ftalat Anhidrida

No.	Nama Alat Pengaman	Lokasi Pengamanan
1.	Masker	Storage, laboratorium.
2.	Topi pengaman/ Helm	Storage, Unit proses.
3.	Sepatu karet	Storage, Unit proses.
4.	Sarung tangan	Storage, laboratorium.
5.	Hydrant/ Unit pemadam kebakaran	Semua ruang di areal pabrik.
6.	Baju Khusus ( jas lab )	Laboratorium.
7.	Kacamata Pengaman	Storage, unit proses, laboratorium.
8.	Pelindung telinga	Unit Proses.

Usaha-usaha untuk mencegah dan mengurangi terjadinya bahaya-bahaya yang timbul dalam Pra rencana Pabrik Ftalat Anhidrida ini diantaranya:

### 1. Bangunan Pabrik

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan:

- Perlu mendapatkan perhatian tentang kelengkapan peralatan penunjang untuk pengamanan terhadap bahaya alam, seperti angin, gempa, petir dan sebagainya.

- Konstruksi bangunan gedung harus mendapat perhatian yang cukup besar sesuai site karakteristik tanah.

## **2. Perpipaan**

Jalur proses yang terletak dibawah permukaan tanah harus lebih baik dibandingkan yang terletak diatas permukaan tanah, karena hal tersebut akan mempermudah pendeteksian adanya kebocoran, korosi dan perbaikan maupun penggantian.

## **3. Alat-alat Bergerak**

Peralatan yang bergerak hendaknya ditempatkan pada tempat yang tertutup atau setidak-tidaknya ditempatkan pada jarak yang aman dengan peralatan lain. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah penanganan dan perbaikan serta menjaga keamanan dan keselamatan para pekerja.

## **4. Listrik**

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang telah disediakan, dengan demikian para pekerja dapat terjamin keselamatannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Peralatan listrik dibawah tanah sebaiknya diberi tanda-tanda tertentu dengan jelas.
- Sebaiknya disediakan pembangkit tenaga (power supply) cadangan.
- Pemberian penerangan yang cukup pada semua bagian pabrik.
- Penempatan yang aman untuk peralatan-peralatan yang sangat penting seperti switcher dan transformator.

## **5. Ventilasi**

Pada ruang proses maupun ruang lainnya, pertukaran udara diusahakan berjalan dengan baik sehingga dapat memberikan kesegaran para karyawan serta dapat menghindari gangguan terhadap pernafasan.

## **6. Tangki-Tangki**

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

- Perencanaan tangki harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, memperhitungkan factor-faktor korosi, dll.
- Pemasangan alat control yang baik dan sesuai yaitu pressure control, level control dan temperature control.
- Penempatan boiler pada tempat yang jauh dari kerumunan pekerja.

#### **7. Karyawan**

Para karyawan terutama operator, perlu diberi bimbingan atau pengarahan yang dimaksudkan agar para karyawan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dan tidak membahayakan keselamatan jiwanya maupun keselamatan orang lain.

Selain itu demi keselamatan karyawan dan kelancaran proses produksi, maka alat-alat pencegah bahaya dibawah ini perlu diperhatikan:

- Alat-alat berputar dan bergerak harus dilengkapi dengan penutup seperti motor, bucket elvator dan flaker.
- Pemakaian topi pelindung bila karyawan beroperasi disekitar lahan proses.
- Pemakaian pelindung telinga bagi para operator di genset.
- Penggunaan sepatu khusus untuk operator yang beroperasi disekitar lokasi gudang bahan baku serta tempat lain yang perlu pemberian isolasi pada pipa yang panas.

#### **8. Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran**

Beberapa kemungkinan yang menjadi penyebab kebakaran berikut pencegahannya antara lain:

- Terjadinya nyala terbuka yang datang dari utilitas, workshop, laboratorium, unit proses dan sebagainya. Demikian pula gangguan peralatan utilitas seperti pada combustion chamber boiler. Pencegahannya adalah penempatan dan pengaturan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari power plant tetapi praktis dari unit proses. Penempatan bangunan-bangunan seperti workshop, laboratorium dan kantor sebaiknya diletakkan sejauh mungkin dari unit proses.
- Terjadinya loncatan bunga api pada saklar dan stop kontak serta pada instrumentasi lainnya. Pencegahannya adalah pemasangan isolasi yang baik pada seluruh kabel tranmisi yang ada. Selain itu juga diberikan tanda-

tanda larangan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran seperti tanda larangan merokok.

### **9. Pengamanan dan Pengontrolan Terhadap Kebakaran**

Apabila terjadi kebakaran, api harus dilokalisir, harus dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasi.

Untuk pemakaian alat-alat pemadam kebakaran harus diketahui terlebih dahulu jenis-jenis api, yang dibedakan atas:

- Kelas A, api biasa yang ditimbulkan oleh bahan-bahan yang dapat terbakar seperti kayu, kertas dan kotoran-kotoran yang terdapat di dalam pabrik. Untuk penanganan jenis api ini diperlukan pembasahan pada bagian yang terbakar dan sekitarnya.
- Kelas B, api yang ditimbulkan oleh cairan yang mudah terbakar, seperti residu. Penanganan api jenis ini dengan cara memberikan penutup/pembungkus bahan-bahan yang dapat dianggap sesuai dengan keperluan diatas.
- Kelas C, api jenis ini ditimbulkan dari perlengkapan listrik atau dari hubungan pendek. Untuk keperluan pemadamannya, alat harus tidak mengandung listrik atau tidak dapat dialiri listrik.
- Kelas D, api yang ditimbulkan oleh bahan-bahan yang mudah meledak. Untuk hal seperti ini diperlukan jenis penanganan tertentu.

Media yang dapat digunakan untuk pemadaman jenis-jenis api diatas antara lain:

- Soda Acid Extinguished untuk api kelas A.
- Carbon Dioxide Extinguished untuk api kelas A, C dan D.
- Dry Chemical Extinguished untuk api kelas A, B, C, dan D.

- Luas pondasi bawah :  $60 \times 60 = 3600 \text{ in}^2$
- Tinggi Pondasi : 24 in
- Bahan konstruksi : Cement Sand and Gravel

## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Adapun unit utilitas yang diperlukan dalam Pra Rencana Pabrik ftalat anhidryde ini meliputi tiga unit :

1. Unit penyediaan air
  - Air umpan boiler
  - Air sanitasi
  - Air proses
2. Unit penyediaan tenaga listrik
3. Unit penyediaan bahan baker

#### **8.1 Unit Pengolaan Air**

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

##### **8.1.1. Air Proses**

Air proses yang digunakan pada pra-rencana pabrik ftalat anhidrida, air proses yang digunakan yaitu pada melter ( Q-115 ).

##### **8.1.2. Air sanitasi**

Air sanitasi yang diperlukan digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, untuk konsumsi mandi, mencuci, taman dan lain-lain. Syarat yang harus dipenuhi sebagai air sanitasi, yaitu :

1. Syarat fisika
  - Suhu: dibawah suhu udara
  - Warna: jernih
  - Rasa: tidak berasa

- Bau: tidak berbau
  - Kekeruhan: lebih kecil dari 1 mg  $\text{SiO}_2$ /Liter
  - pH netral
2. Syarat kimia
- Tidak beracun
  - Tidak mengandung zat-zat organik maupun zat anorganik yang tidak larut dalam air, seperti  $\text{PO}_4^{3-}$ , Hg, Cu dan sebagainya
3. Syarat mikrobakteri
- Tidak mengandung kuman atau bakteri, terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air.

Kebutuhan air sanitasi pada pra rencana pabrik ftalat anhidrida adalah:

1. Untuk kebutuhan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang = 120 kg/hari.

Pemakaian air sanitasi untuk 207 karyawan sebanyak 345 kg/jam.

2. Untuk laboratorium dan taman

Direncanakan kebutuhan air untuk taman dan laboratorium adalah sebesar 50% dari kebutuhan karyawan. Kebutuhan air untuk laboratorium dan taman sebanyak 172,5 kg/jam

3. Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air

Air sanitasi untuk pemadam kebakaran dan air cadangan direncanakan sebesar 40% dari kebutuhan air sanitasi. Kebutuhan air sanitasi sebanyak 724,5 kg/jam

Total kebutuhan air sanitasi untuk pra rencana pabrik ftalat anhidrida sebanyak 1240,40334 kg/jam

### 8.1.3. Air pendingin

Air berfungsi sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena :

- a. Air merupakan materi yang mudah didapat
- b. Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- c. Dapat menyerap panas
- d. Tidak mudah menyusut karena pendinginan

- e. Tidak mudah terkondensasi

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

- a. Besi penyebab korosi
- b. Silica penyebab kerak

Air pendingin pada pra rencana pabrik ftalat anhidrida sebanyak 22.472.441 kg/jam, digunakan pada cooler ( E-131 ) sebanyak 10.299.017,84 kg/jam, kondensor ( E-132) sebanyak 12.102.437,44 kg/jam dan kondensor (E-136) sebanyak 10,85301083 kg/jam.

#### 8.1.4. Air Umpan Boiler ( Penghasil Steam )

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam dihitung berdasarkan penggunaannya pada proses untuk pabrik ftalat anhidrida sebesar 55.787,5690 kg/jam. Biasanua air umpan boiler disediakan berlebih 20% untuk pengganti steam yang hilang. Yang diperkirakan adanya kebocoran akibat dari transmisi sebesar 10 % dan factor keamanan 10%.

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

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

- a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

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

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

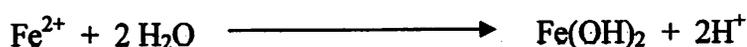
b. Tidak boleh membentuk kerak dalam boiler.

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

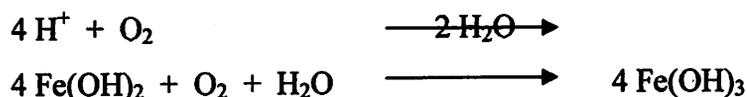
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran karena boiler mendapat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas-gas  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

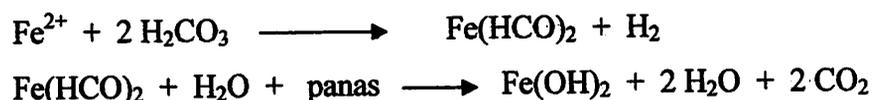


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya  $CO_2$ , karena pemanasan dan adanya tekanan.  $CO_2$  yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini membentuk  $CO_2$  lagi.

Reaksi yang terjadi :



### **Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air**

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

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah :

Air sungai dengan kapasitas 22.472.441 kg/jam disaring terlebih dahulu menggunakan filter ( H-211 ) kemudian dipompa dengan pompa (L-212) menuju bak sedimentasi (F-213) yang berfungsi untuk mengendapkan kotoran-kotoran yang memiliki ukuran partikel cukup besar. Selanjutnya air dari bak sedimentasi dipompa dengan pompa (L-214) menuju bak skimmer (F-215) yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai. Keluar dari bak skimmer air dipompa (L-216) menuju bak clarifier (H-210), disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum (  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  ) sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar alum dan air dapat tercampur secara homogen.

Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air menuju ke *sand filter* (H-217). Keluar dari *sand filter* air masuk ke bak air bersih (F-218) dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu :

□ Pengolahan air sanitasi

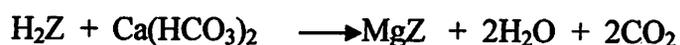
Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-241) menuju bak klorinasi (F-240) dan ditambahkan desinfektan klor ( $Cl_2$ ) sebanyak 1 ppm yang diinjeksikan langsung ke dalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi (F-243) dengan menggunakan pompa (L-242) dan siap untuk dipergunakan sebagai air sanitasi.

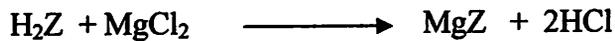
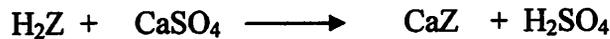
□ Pelunakan air umpan Boiler

Pelunakan air Boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger (D-220 A) dan anion exchanger (D-220 B). Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit ( $H_2Z$ ) dan anion yang digunakan adalah de-acidite (DOH).

Air dari bak air bersih (F-218) dialirkan dengan pompa (L-221) menuju kation exchanger (D-210 A).

Dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi, dengan menggunakan media penukar ion zeolit untuk menghilangkan Ca dan Mg, yaitu sebagai berikut:





Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk  $\text{CO}_2$  dan air,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-220 B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH).

Setelah keluar dari tangki demineralisasi, air lunak ini digunakan sebagai air umpan boiler. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-222) yang selanjutnya dipompa (L-231) ke deaerator (D-232) untuk menghilangkan gas-gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator dibawa ke bak boiler feed water (F-233) kemudian air siap diumpankan ke Boiler (Q-230) dengan pompa (L-234). Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan di recycle.

Kemudian untuk memenuhi kebutuhan air proses, air lunak ditampung dalam bak air lunak (F-222) yang selanjutnya dipompa (L-227) menuju ke air proses.

#### □ Pengolahan air pendingin

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin dari bak air bersih (F-218), air dipompa (L-223) ke bak air pendingin (F-224) kemudian dialirkan ke peralatan dengan pompa (L-225). Setelah digunakan air direcycle ke cooling tower (P-226) dan selanjutnya dari cooling tower, air di recycle ke bak air pendingin kembali.

#### □ Pengolaan air proses

Pelunakan air proses yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi

### 8.2. Unit penyediaan Molten Salt

Pada proses ini Molten Salt diperlukan sebagai pendingin dari reaksi eksotermis yang terjadi di dalam reaktor (R-120). Jadi dengan adanya molten salt di daerah jacket diharapkan kondisi operasi, khususnya kondisi temperatur dapat dijaga secara konstan.

### 8.3 Unit Penyediaan Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Ftalat anhidryda ini meliputi :

- Proses : 53337.50 watt = 53.337 kW
- Penerangan : 165197.5 watt = 165.19 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada matinya listrik, maka digunakan satu generator bertenaga diesel berkekuatan 300 kW

### 8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan pada pabrik, yaitu pada boiler dan generator sebesar 728.587 kg/hari. Bahan bakar yang digunakan adalah Fuel Oil. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut :

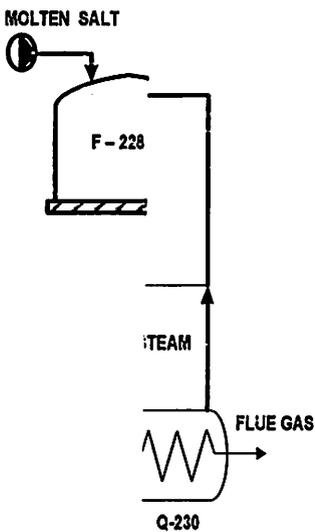
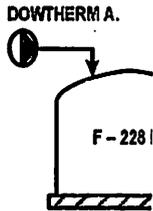
- Harganya relative murah
- Mudah didapat
- Viscosity relative lebih rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Heating valuenya relatif tinggi
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat-alat

Dari table 9.9 dan fig. 9.9, Perry 6<sup>th</sup> ed, spesifikasi bahan bakar didapat :

- Flash point : 38°C (100°F)
- Pour point : -6°C (21,2°F)
- Densitas : 55 lb/ft<sup>3</sup>
- Heating value: 19000 Btu/lb

### 8.5 Unit Penyediaan Steam

Kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler pada Pra Rencana Pabrik Ftalat anhidryda ini berdasarkan pada kebutuhan steam. Untuk berdasarkan kebutuhan steam hasil dari perhitungan adalah 5578,756906 kg/jam



31	F-240	BAK KLORINASI
30	F-243	BAK SANITASI
29	L-242	POMPA KE BAK SANITASI
28	L-241	POMPA KE BAK KLORINASI
27	Q-230	BOILER
26	L-234	POMPA AIR KE BOILER
25	F-233	BAK BOILER FEED WATER
24	D-232	DEAERATOR
23	L-231	POMPA DEAERATOR
22	D-220 B	ANION EXCHANGER
21	D-220 A	KATION EXCHANGER
20	L-229 B	POMPA DOWTHERM A.
19	L-229 A	POMPA MOLTEN SALT
18	F-228 B	STORAGE DOWTHERM A
17	F-228 A	STORAGE MOLTEN SALT
16	L-227	POMPA AIR PROSES
15	P-226	COOLING TOWER
14	L-225	POMPA AIR PENDINGIN
13	F-224	BAK AIR PENDINGIN
12	L-223	POMPA AIR LUNAK
11	F-222	BAK AIR LUNAK
10	L-221	POMPA AIR BERSIH
9	H-210	CLARIFIER
8	F-218	BAK AIR BERSIH
7	H-217	SAND FILTER
6	L-216	POMPA SKIMMER
5	F-215	BAK SKIMMER
4	L-214	POMPA BAK SEDIMENTASI
3	F-213	BAK SEDIMENTASI
2	L-212	POMPA AIR SUNGAI
1	H-211	FILTER
NO.	KODE ALAT	NAMA ALAT

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

**UNIT PENGOLAHAN UTILITAS  
PRA RENCANA PABRIK FTALAT ANHIDRIDA**

DIRANCANG OLEH

DOSEN PEMBIMBING

DIEGO SANSABAH A.R. 10.14.007  
ROSI SYANA FAHILA 10.14.029

I.R. MULYASSAROH, MT  
NIP. Y. 103970306

DWI ANA ANGGOROWATI, ST, MT  
NIP. 197009282005012001

## **BAB IX**

### **TATA LETAK PABRIK**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan factor yang sangat berkaitan erat dengan efisiensi perusahaan ditinjau dari segi ekonomis, sedangkan tata letak pabrik dan tata letak peralatan proses merupakan factor penting dalam kelancaran operasional pabrik. Oleh karena itu lokasi, tata letak pabrik dan tata letak peralatan pabrik merupakan dua factor yang tidak bisa dipisahkan untuk menciptakan lingkungan kerja yang efektif dan efisien sehingga kegiatan operasional pabrik menjadi sangat ekonomis dan menguntungkan. Namun yang tidak kalah penting adalah tersedianya infra struktur yang harus diciptakan oleh pemerintah setempat agar investor menjadi tertarik untuk mendirikan pabrik didaerahnya, sehingga tercipta kawasan industry yang dapat meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD).

#### **9.1.Lokasi Pabrik**

Keputusan untuk menentukan lokasi pabrik pada suatu perusahaan adalah sangat penting, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik strategis dan menguntungkan. Faktor – faktor ini dapat dibagi 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 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 pengangkutnya.
- Keseimbangan berat antara biaya pengiriman dan pemasaran.

#### **b. 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.
- Kebutuhan akan produk pada saat 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**

Utilitas suatu pabrik terdiri dari :

- Air.
- Listrik dan bahan bakar.

##### **1. Air**

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan media pendinginan, 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)

Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air dari sumber langsung akan lebih ekonomis. Untuk itu perlu diperhatikan mengenai :

- Kemampuan sumber air tersebut untuk melayani kebutuhan pabrik.
- Kualitas sumber air yang tersedia.
- Pengaruh perubahan musim terhadap kemampuan penyediaan.
- Pengaruh polusi air yang diakibatkan.

## 2. Listrik dan Bahan Bakar

Listrik dan bahan bakar ddalam industri mempunyai peranan yang sangat penting terutama sebagai motor penggerak, selain sebagai penerangan untuk memenuhi kebutuhan lainnya.

Hal – hal yang perlu dipertimbangkan adalah :

- Ada atau tidaknya serta jumlah tenaga listrik didaerah 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

Hal-hal yang perlu diperhatikan 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 singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas – fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui mobil dengan kapasitas tonase yang tinggi.
- Jalan kereta api.
- Sungai yang dapat dilayani 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 pendirian pabrik ini. 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.



minimex rasahit- Harga tanah dan fasilitasnya.

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas dipilih lokasi pabrik di daerah kawasan industri di daerah Kabupaten Gresik , Jawa Timur. Dasar pemilihan lokasi ini karena beberapa faktor, antara lain:

#### 1. Letak Sumber Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Phthalic Anhydride adalah Naphthalene yang sampai saat ini masih diimpor. Dengan penempatan lokasi pabrik di Kabupaten Gresik diharapkan sistem pengangkutan bahan baku dapat dilakukan dengan mudah karena lokasi pabrik tidak begitu jauh dari pelabuhan bongkar muat Internasional, dan juga adanya sarana jalan raya yang dapat mempermudah pengangkutan bahan baku.

#### 2. Sarana Pemasaran

Biaya dan waktu yang diperlukan untuk mengangkut produk ke pelanggan atau pasar merupakan suatu pertimbangan utama untuk mencapai keseimbangan biaya, antara biaya operasi proses dengan biaya penjualan produk. Dengan pertimbangan ini, maka pemilihan lokasi pabrik di daerah Kabupaten Gresik , Jawa Timur adalah sangat tepat hal ini ditunjang dengan beberapa industri disekitar lokasi yang membutuhkan Phthalic Anhydride sebagai bahan baku maupun bahan pembantu dalam proses produksinya. Dengan prioritas utama pasar didalam negeri, maka diharapkan lokasi di daerah Jawa Timur tidak jauh dari konsumen, sehingga biaya pengangkutan akan lebih murah dan harga jual dapat ditekan lebih rendah yang pada akhirnya dapat diperoleh hasil penjualan yang maksimal.

#### 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 untuk pra-rencana pabrik Phthalic Anhydride dapat dipenuhi oleh air yang diambil dari sungai Lamong yang terletak disekitar pabrik.

Pada pra-rancangan pabrik Phthalic Anhydride ini, digunakan bahan bakar fuel oil yang disuplay dari Pertamina. Diharapkan dengan suplay fuel oil yang memadai, kelancaran proses dapat berjalan dengan lancar. Sedangkan bila



ditinjau dari segi transportasi maka biaya angkut dapat ditekan seminim mungkin.

#### 4. Terdapatnya Sarana Pengangkutan

Lokasi pabrik terletak didaerah yang sudah ada sarana transportasi darat maupun laut 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 didaerah industri dan sekitarnya karena selain merupakan kawasan industri, di daerah Kabupaten Gresik, memiliki jumlah penduduk usia kerja yang cukup besar.

#### 6. Karakteristik Lokasi

Karakteristik lokasi ini menyangkut iklim serta kondisi sosial masyarakat di daerah Kabupaten Gresik, memiliki kelayakan. Disamping itu secara hukum daerah Kecamatan Kebomas, Kelurahan Segoromadu adalah daerah yang dipersiapkan untuk daerah industri sehingga pemerintah lebih mudah memberikan izin untuk pendirian suatu pabrik.

#### 7. Perluasan Pabrik

Di daerah Kabupaten Gresik, Jawa Timur memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena masih mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk akan menuntut adanya peningkatan kapasitas produk.



Keterangan :

● Menunjukkan Lokasi Pabrik.

## **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. Tata letak pabrik meliputi perencanaan kebutuhan ruangan untuk semua aktivitas dalam suatu pabrik yang meliputi kantor, gudang, kamar dan semua fasilitas lain yang ada hubungannya dengan keseluruhan operasi proses dalam rangka menghasilkan produk.

Tujuan utama perencanaan tata letak pabrik adalah untuk memperoleh laba maksimum dengan jalan pengaturan semua fasilitas pabrik 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 phthalic anhydride adalah :

- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan sarana utilitas meliputi steam, air, listrik dan bahan bakar.
- Kemungkinan perluasan pabrik dimassa 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.
- Pondasi dan bangunan dan mesin – mesin.
- Bentuk dan kerangka bangunan.
- Penerangan ruangan, ventilasi pendinginan ruangan dan fasilitas – fasilitas lain seperti menara pendingin, peralatan udara tekan, sistem pengolahan air limbah, peralatan tenaga listrik darurat, pemadam kebakaran dan lain – lain.

### 9.3. Tata Letak Peralatan Proses (Process Lay Out)

Dalam perencanaan *process layout* 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. Aliran udara

Aliran udara dan ventilasi di sekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan – bahan kimia yang berbahaya.

3. Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai apalagi pada tempat – tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus.

4. 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.

5. Jarak antar alat proses

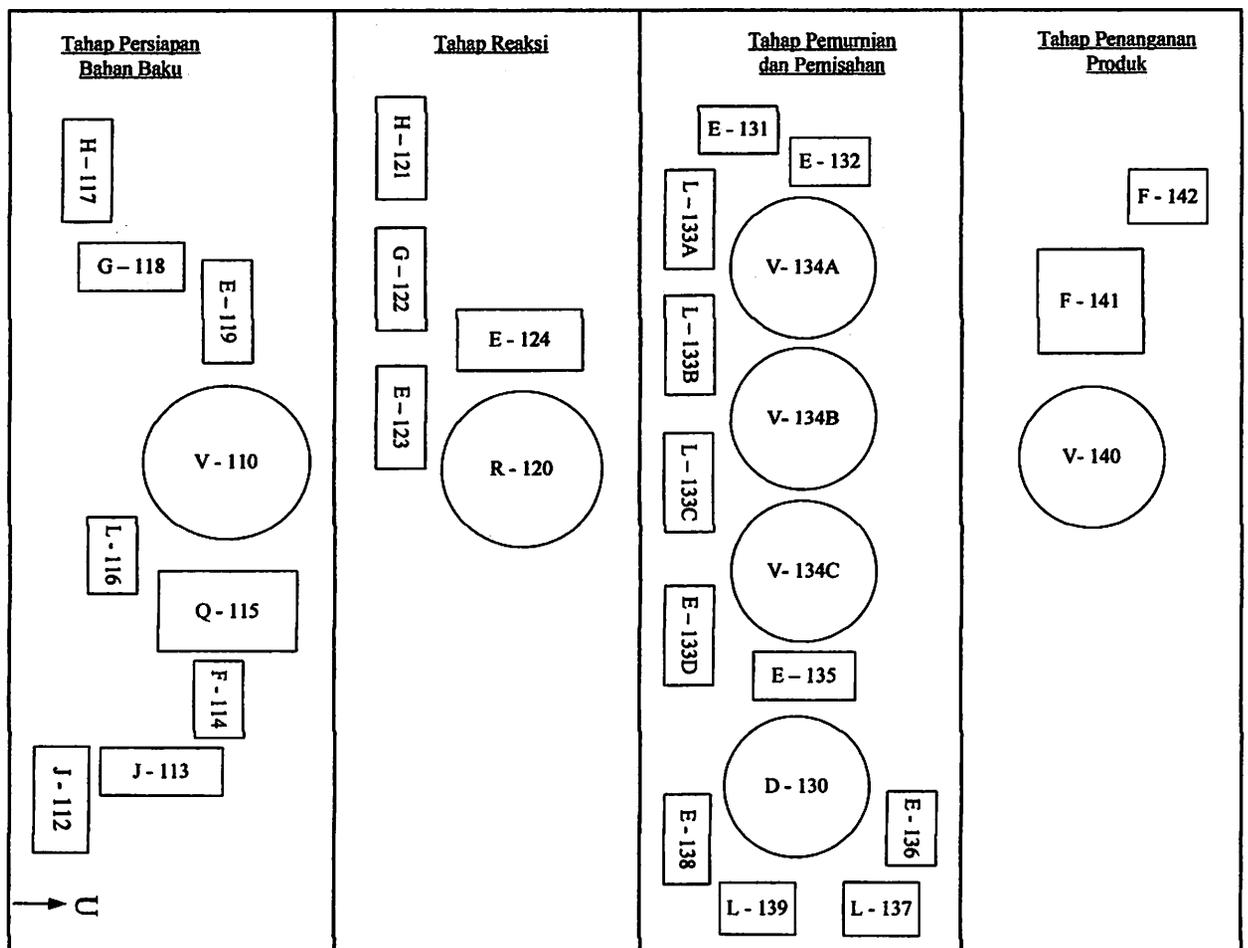
Untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja. Tata letak peralatan proses dapat dilihat pada Gambar Tata Letak Peralatan Proses Pabrik Phtalic Anhydride.

Tabel 9.1. Rincian Peralatan Proses Pabrik Ftalat Anhidrida.

Jenis-jenis alat	Nomor Alat
Naftalena Storage	F - 111
Screw Conveyor.	J - 112
Bucket Elevator	J - 113
Naftalena Hopper	F - 114
Melter	Q - 115
Naftalena Pump	L - 116
Air filter	H - 117
Blower	G - 118
Heater	H - 119
Vaporizer	V - 110
Filter Udara	H - 121
Blower	G - 122
Heater	E - 123
Heater	E - 124
Reactor	R - 120
Cooler	E - 131
Kondensor	E - 132
Pompa	L - 133A
Pompa	L - 133B
Pompa	L - 133C
Pompa	L - 133D
Evaporator	V - 134A
Evaporator	V - 134B
Evaporator	V - 134C
Heater	E - 135
Kondensor	E - 136
Pompa	L - 137
Reboiler	E - 138

Ftalat Anhidrida Pompa	L - 139
Coloumn Destilasi	D - 130
Ftalat Anhidrida Hopper	F - 141
Storage Ftalat Anhidrida	F - 142
Flaker Ftalat Anhidrida	C - 140



Gambar 9.1. Tata Letak Peralatan Proses Pra Rencana Pabrik Ftalat Anhidrida

#### 9.4. Perkiraan Luas Pabrik (Master Plot Plant)

Master Plot Plant adalah suatu peletakan peralatan dan bangunan secara keseluruhan yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien.

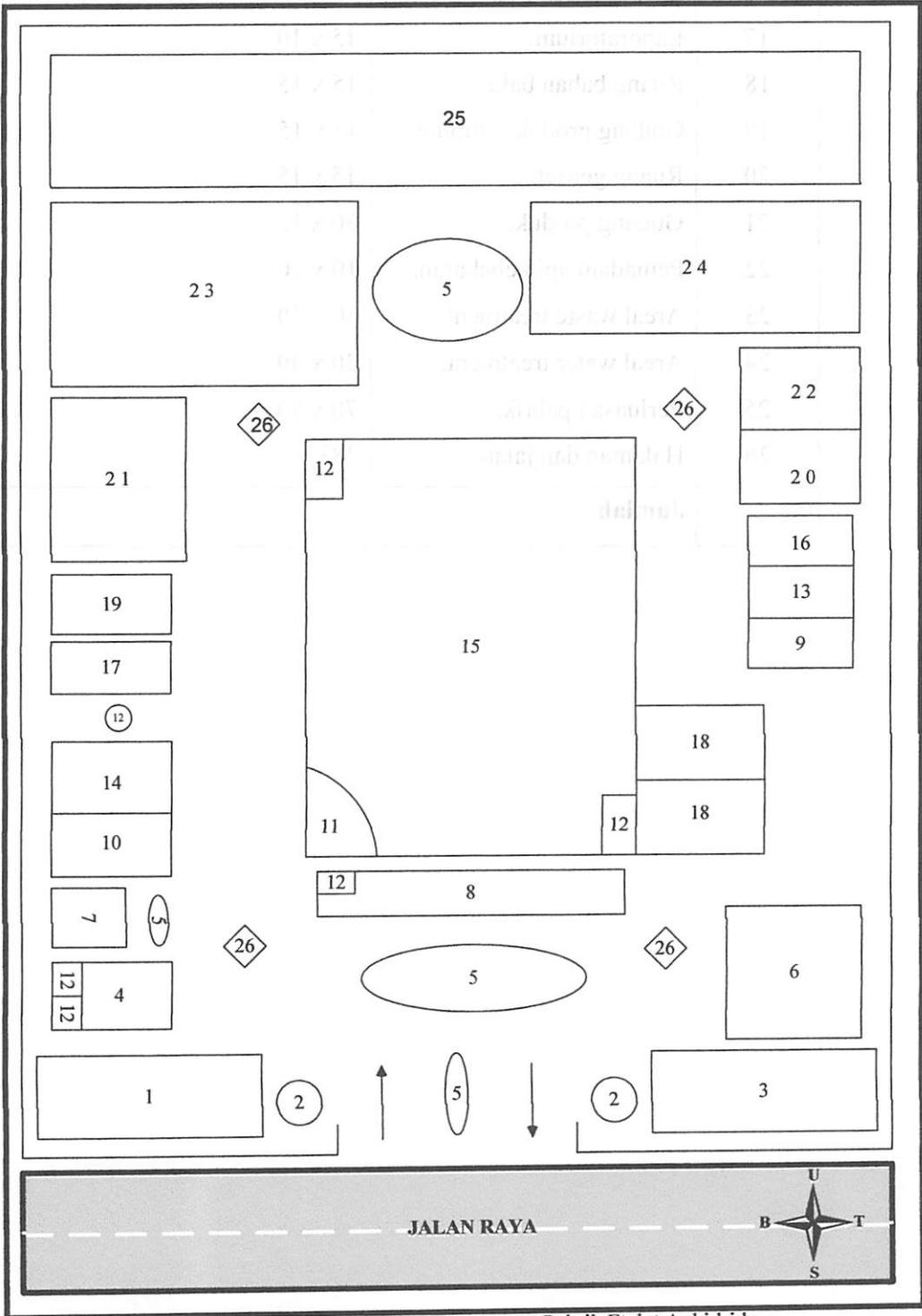
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan peralatan di dalam pabrik :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan peralatan yang lainnya untuk memudahkan pengoperasian, pemeriksaan, perawatann serta dapat menjamin keselamatan kerja menurut fungsinya masing – masing
- Adanya kesinambungan antara alat yang satu dengan alat yang lain.
- Diusahakan dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan

Tabel 9.2. Perincian Luas Daerah Pabrik Ftalat Anhidrida.

Nomor Lokasi	Daerah	Ukuran ( m )	Luas ( m <sup>2</sup> )
1	Parkir tamu.	30 x 3	90
2	Pos keamanan.	2 ( 4 x 5 )	40
3	Parkir pegawai.	30 x 3	90
4	Musholla.	10 x 5	50
5	Taman.	15 x 80	1200
6	Aula.	30 x 30	900
7	Poliklinik.	10 x 5	50
8	Perkantoran dan tata usaha	20 x 25	500
9	Garasi.	10 x 10	100
10	Kantin.	20 x 5	40
11	Ruang kepala pabrik.	10 x 8	80
12	Toilet.	2(4 x 3) + 2(10 x 5) + 2(3 x 3)	142
13	Bengkel.	15 x 10	150
14	Perpustakaan.	15 x 5	75
15	Ruang proses produksi.	60 x 40	2400

16	Areal tangki bahan bakar	15 x 15	225
17	Laboratorium.	15 x 10	150
18	Ruang bahan baku.	15 x 15	225
19	Gudang produk samping	15 x 15	225
20	Ruang genset.	15 x 15	225
21	Gudang produk.	30 x 15	450
22	Pemadam api kebakaran.	10 x 10	100
23	Areal waste treatment.	30 x 30	900
24	Areal water treatment.	30 x 40	1200
25	Perluasan pabrik.	70 x 80	5600
26	Halaman dan jalan.	4831	4831
	<b>Jumlah</b>		<b>20.725</b>



Gambar 9.2. Plant Lay Out Pra Rencana Pabrik Ftalat Anhidrida

## **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 sesuatu perubahan, yang pada hakekatnya merupakan suatu bentuk yang dengan sadar diciptakan manusia untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Pada umumnya organisasi dibuat dalam suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tentang hubungan atau kerjasama antar departemen yang terdapat dalam kerangka usaha untuk mencapai suatu tujuan tersebut.

#### **10.1. Umum**

Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)

Lokasi Pabrik : Manyarejo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

Kapasitas Produksi : 70.000 Ton/ tahun.

Modal : Penanaman modal dalam negeri.

#### **10.2. Bentuk Perusahaan**

Pabrik Phthalic Anhydride merupakan perusahaan swasta nasional yang akan didirikan dengan bentuk perusahaan perseroan Terbatas (PT). Bentuk ini dipilih dengan alasan :

1. Tanggung jawab pemegang saham terbatas sebab segala sesuatu yang menyangkut perusahaan dipegang oleh pemimpin perusahaan.
2. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu dengan yang lainnya. Pemilik PT adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan direksi.
3. Mudah mendapatkan modal yaitu dari hasil penjualan saham setelah pabrik berjalan optimum dengan validitas yang jelas.

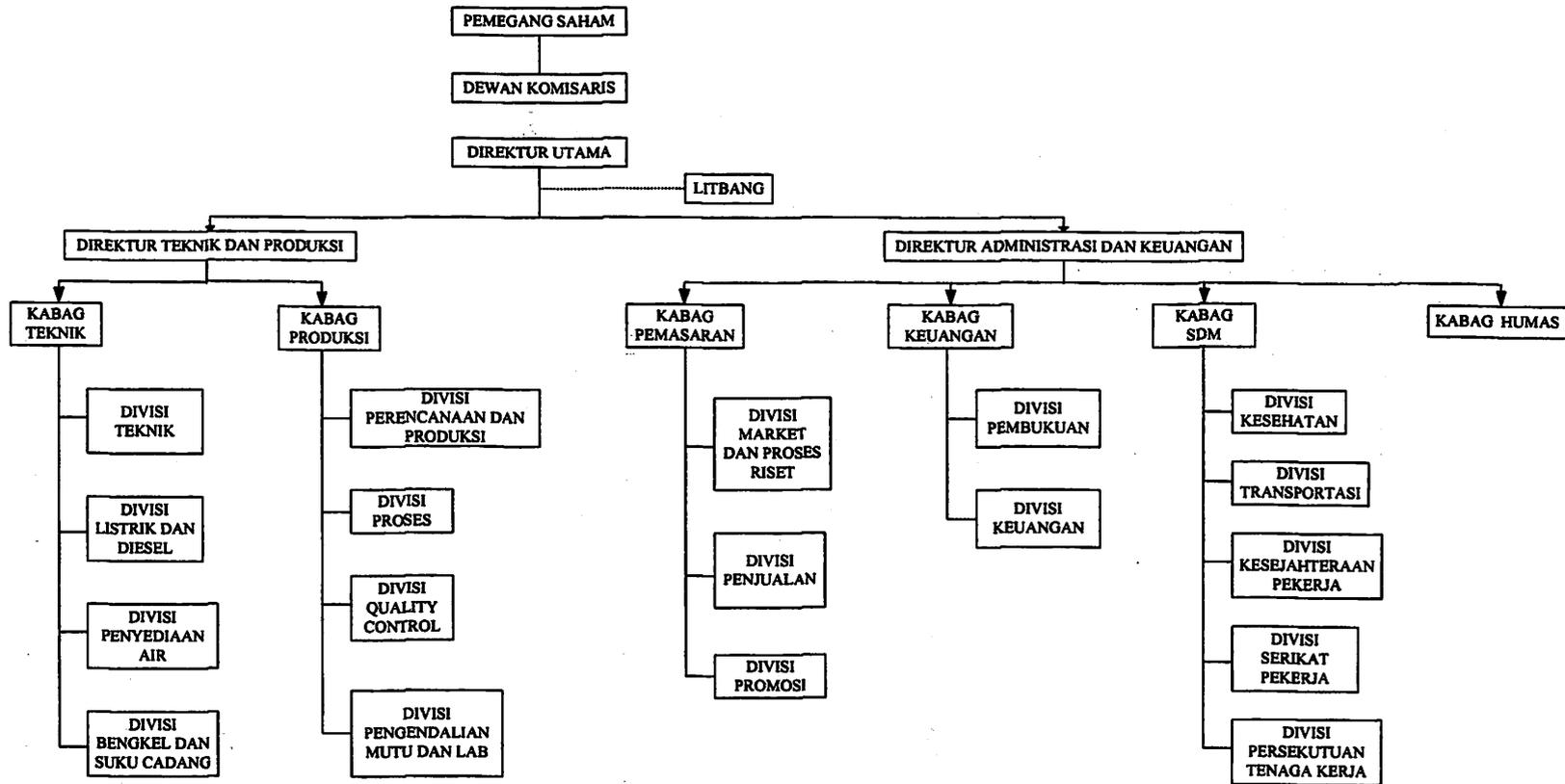
4. Kehidupan sebuah PT lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi maupun stafnya dan juga karyawan perusahaan.
5. Adanya efisiensi dalam manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris, juga dapat memilih direktur utama yang cakap dan berpengalaman. Dalam setiap orang atau divisi yang mempunyai bagian dan tugas yang jelas.

### **10.3. Struktur Organisasi Perusahaan**

Sistem organisasi yang diterapkan adalah sistem organisasi garis dan staf. Beberapa hal yang menjadikan alasan pemilihan adalah:

1. Sistem organisasi garis dan staf sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
2. Biasa diterapkan pada organisasi yang cukup besar dengan produksi kontinyu.
3. Masing – masing kepala bagian atau manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk pencapaian tujuan.
4. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
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 staf ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Bagan struktur organisasi diberikan pada gambar 10.1.



Gambar 10.1. Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Phtalic Anhydride.

#### **10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab Dalam Organisasi.**

##### **a. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian pabrik dan berjalannya operasi pabrik tersebut dengan cara membeli saham perusahaan. Para pemilik saham adalah merupakan pemilik perusahaan yang mana melalui rapat pemegang saham, mereka menetapkan:

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Mengesahkan hasil-hasil usaha, neraca dan perhitungan laba rugi tahunan.

##### **b. Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham dan semua keputusan dipegang dan ditentukan oleh rapat persero, biasanya yang menjadi ketua dewan komisaris adalah peegang saham. Masa kerja dewan komisaris ini adalah dua tahun atau yang ditentukan dalam perjanjian.

Tugas-tugas Dewan Komisaris:

- Menyetujui atau menolak rencana yang diajukan oleh direktur
- Memilih dan memberhentikan direktur
- Mengawasi tugas direksi
- Memberi nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

##### **c. Direktur Utama**

Direktur utama adalah pemimpin perusahaan yang bertanggung jawab pada perusahaan induk, dimana direktur utama membawahi

- Direktur teknik dan produksi.
- Direktur keuangan dan administrasi.

Tugas dan Wewenang Direktur Utama:

- Bertanggung jawab kepada dewan komisaris.
- Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib baik keluar maupun kedalam perusahaan.
- Mengkoordinasi kerja sama antara direktur teknik dan produksi dengan Direktur Keuangan dan Administrasi.

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

**d. Penelitian dan Pengembangan.**

Penelitian dan pengembangan bertugas dalam meneliti dan mengembangkan penggunaan bahan baku serta produksi yang lebih baik dan lebih ekonomis. Dimana orang-orang yang duduk didalamnya merupakan orang yang ahli dibidangnya masing-masing. Penelitian dan Pengembangan juga dapat berfungsi sebagai staf ahli yang mengontrol dan menanggulangi masalah yang timbul.

**1. Direktur Teknik dan Produksi.**

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

- Biaya-biaya produksi.
- Laba rugi perusahaan.
- Neraca keuangan.

• **Kepala Bagian Teknik.**

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

Divisi yang dibawahinya:

- Divisi Teknik.

Bertugas untuk merawat, memelihara & mempersiapkan peralatan & fasilitas yang digunakan untuk proses produksi.

- Divisi Listrik dan Diesel.

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

- Divisi Penyediaan Air.

Bertugas mensuplay aliran air yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

- **Divisi Bengkel dan Suku Cadang.**  
Bertugas memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat digunakan lagi dalam proses produksi.

- **Kepala Bagian Produksi.**

Kepala bagian produksi adalah kepala bagian yang bertanggung jawab di atas semua kegiatan produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produksi.

- **Divisi Perencanaan Produksi**  
Perencanaan produksi merancang kebutuhan bahan baku, meramal hari produksi yang akan dibuat. Dengan perencanaan yang baik akan dihasilkan produk yang baik pula.
- **Divisi Proses.**  
Bertugas dalam segala hal yang berkaitan dengan kegiatan produksi secara langsung. Dalam hal ini masih terbagi atas divisi-divisi kecil yang menangani secara khusus mengenai spesialisasi prosesnya, misalnya: divisi reaktor, divisi kolom distilasi, dan sebagainya yang sesuai dengan proses produksinya.
- **Divisi Quality Control.**  
Bertugas pada pengepakan atau pengemasan produk jadi dan menimbun atau menyimpan dalam gudang serta merencanakan pengiriman produk keluar pabrik.
- **Pengendalian Mutu dan Laboratorium.**  
Bertugas mengawasi dan mengontrol kualitas produksi, agar produk yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan keinginan konsumen dan memiliki standar yang telah ditetapkan sama seperti divisi-divisi yang lainnya. Divisi yang tergabung dalam bagian produksi mempunyai tugas masing-masing bertanggung jawab langsung terhadap kepala bagian produksi.

## **2. Direktur Administrasi dan Keuangan**

### **a. Kepala Bagian Pemasaran.**

Kepala bagian pemasaran mempunyai tugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi. Kepala bagian pemasaran membawahi divisi-divisi sebagai berikut:

- Divisi Market dan Proses Riset.

Bertugas meneliti dan mengupayakan agar hasil-hasil produksi dapat dissalurkan dengan tepat sehingga hasil produksi mempunyai harga jual yang terjangkau.

- Divisi Penjualan

Bertugas menjual hasil produksi engan harga jual yang telah ditetapkan, dan juga memiliki tugas mengatur pembelian bahan baku dan peralatan lainnya.

- Divisi Promosi.

Bertugas mengenalkan produk kepada konsumen-konsumen yang membutuhkan atau pabrik-pabrik lainnya yang menggunakan produksi sebagai bahan baku lain. Selain itu juga menarik minat konsumen untuk membeli.

### **b. Kepala Bagian Keuangan.**

Kepala bagian Keuangan bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian baik bahan baku maupun peralatan. Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur administrasi mengenai pengeluaran dan pemasukan keuangan.

- Divisi Pembukuan

Bertanggung jawab kepada kepala bagian administrasi dan keuangan, tugas pokoknya yaitu:

- a. Melakukan pembayaran dan penerimaan uang serta menggunakannya

- b. Mengadakan perencanaan dan pengontrol terhadap kegiatan yang menggunakan uang.

- Divisi Keuangan

Bertanggung jawab kepada kepala bagian administrasi dan keuangan, tugas pokoknya yaitu:

- i. Mengawasi dan melaksanakan distribusi bahan baku dan peralatan baik yang keluar maupun yang masuk gudang
- ii. Mengontrol persediaan *spare part* yang diperlukan.

**c. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia.**

Kepala bagian Sumber Daya Manusia mempunyai tugas untuk merencanakan, mengelola dan menyalahgunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur administrasi. Selain itu Kepala Bagian Sumber Daya Manusia juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karir, dan masalah penempatan karyawan. Divisi-divisi yang dibawahnya meliputi:

- Divisi kesehatan.

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga kesehatan karyawan. Berbentuk klinik dengan seorang dokter untuk mengantisipasi apabila terjadi kecelakaan pada waktu kegiatan pabrik berlangsung. Divisi ini juga bertugas untuk memberikan tes kesehatan bagi karyawan baru.

- Divisi transportasi.

Bertugas mengatur transportasi karyawan, khususnya bagi karyawan wanita yang bekerja pada shift malam.

- Divisi serikat pekerja.

Divisi ini berdasarkan atas amanat pemerintah yang mengurus setiap perusahaan mempunyai serikat pekerja sebagai hasil wakil pekerja dalam perusahaan dalam membuat perjanjian hubungan kerja.

- Divisi rekrutmen.

Divisi ini bertugas untuk mencari tenaga kerja baru apabila perusahaan membutuhkan tenaga kerja baru. Tugasnya menilai dari penyebaran iklan lowongan, pengadaan tes, pemilihan dan pelatihan tenaga baru.

#### **d. Kepala Bagian Hubungan Masyarakat.**

Kepala bagian ini mempunyai tugas yang berhubungan dengan lingkungan diluar perusahaan, mulai dari keamanan, kebersihan, keindahan taman dan pengelolaan area parkir. Agar pabrik yang didirikan tidak mengganggu lingkungan sekitar. Kegiatan diluar perusahaan tetapi berkaitan dengan perusahaan merupakan tanggung jawabnya. Sebagai bagian kecil hubungan masyarakat. Tugas lainnya adalah menerima serta menyeleksi mahasiswa yang akan melakukan Praktek kerja Nyata ( PKN ). Divisi-divisi yng berada dibawahnya meliputi: satpam, petugas kebersihan, taman, parkir. Dan divisi ini tidak perlu diterangkan karena sudah mempunyai spesifikasi jabatan tersendiri.

#### **10.5. Jam Kerja**

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan selama 24 jam dalam sehari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan serta shut down.

Sesuai dengan peraturan pemerintah jumlah jam kerja untuk karyawan yang bekerja dikantor, total jam kerja 40 jam dalam seminggu, yang dibedakan dalam dua bagian, yaitu:

##### **a. Untuk pegawai Non-Shift:**

Senin – Kamis	: 08.00 – 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)
Jum at	: 08.00 – 16.00 (istirahat 11.00 – 13.00)
Sabtu dan Minggu	: libur
Hari besar	: libur

##### **b. Untuk pegawai Shift.**

Untuk karyawan yang bekerja di pabrik terbagi menjadi 4 regu karyawan.

Adapun jalan kerja untuk masing – masing shift adalah :

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

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai diperlukan 4 regu dimana tiga regu bekerja dan satu regu libur. Kerjanya seperti ditabelkan dibawah ini.

Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Shift.

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Pertama</b>	P	P	P	S	S	S	M	M	M	L	L	L
<b>Kedua</b>	S	S	S	M	M	M	L	L	L	P	P	P
<b>Ketiga</b>	M	M	M	L	L	L	P	P	P	S	S	S
<b>Keempat</b>	L	L	L	P	P	P	S	S	S	M	M	M

Keterangan: P = Pagi      M = Malam  
S = Siang      L = Libur

### 10.6. Pengolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Pengolongan karyawan dan tingkat pendidikan dalam struktur organisasi pada pra Rencana Pabrik Phthalic Anhydride dari Naphthalene.

1. Pemegang Saham : Sarjana Teknik Kimia
2. Dewan Komisaris : Sarjana Teknik Kimia
3. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia
4. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
5. Direktur:
  - a. Direktur Teknik dan Produksi : Sarjana Teknik Kimia.
  - b. Direktur Administrasi dan Keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA).
6. Kepala Bagian:
  - a. Kepala Bagian Produksi : Sarjana Teknik Kimia
  - b. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik Mesin
  - c. Kepala Bagian Pemasaran : Sarjana Ekonomi
  - d. Kepala Bagian Keuangan : Sarjana Ekonomi
  - e. Kepala Bagian SDM : Sarjana Psikologi Industri
  - f. Kepala Bagian Humas : Sarjana Teknik Industri
7. Kepala divisi

- |                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| a. Divisi Teknik                     | : Sarjana Teknik Kimia                |
| b. Divisi Listrik dan Diesel         | : Sarjana Teknik Kimia                |
| c. Divisi Penyediaan Air             | : Sarjana Teknik Kimia                |
| d. Divisi Bengkel dan Suku Cadang    | : Sarjana Teknik Mesin                |
| e. Divisi Perencanaan Produksi       | : Sarjana Teknik Kimia                |
| f. Divisi Proses                     | : Sarjana Teknik Kimia                |
| g. Divisi Quality Control            | : Sarjana Teknik Kimia                |
| h. Divisi Pengendalian Mutu dan Lab. | : Sarjana Teknik Kimia                |
| i. Divisi Penjualan                  | : Sarjana Ekonomi                     |
| j. Divisi Promosi                    | : Diploma Public Relation & Promotion |
| k. Divisi Market dan Proses Riset    | : Sarjana Ekonomi                     |
| l. Divisi Kesehatan                  | : Sarjana Akper                       |
| m. Divisi Kesejahteraan Pekerja      | : Sarjana Ekonomi                     |
| n. Divisi Rekrutmen                  | : Sarjana/ Diploma Teknik             |
| o. Divisi Serikat Pekerja            | : Sarjana/ Diploma Teknik             |
| p. Divisi Keuangan                   | : Sarjana Ekonomi                     |
| q. Divisi Pembukuan                  | : Sarjana Ekonomi                     |
| r. Divisi Transportasi<br>Mesin      | : Sarjana / Diploma Teknik            |
| s. Karyawan<br>SMK/ SMU/ SLTP        | : Sarjana/ Diploma Teknik/            |

### 10.7. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional didasarkan pada pembagian proses yang dilakukan. Pada pra rencana Pabrik Phtalic Anhydride, proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Proses Utama
  1. Penyiapan Bahan Baku, terdiri dari:
    - Transportasi
  2. Tahap Proses, terdiri dari:

- Tahap Peleburan
  - Tahap Pemanasan
  - Tahap Reaksi
3. Tahap Pemisahan Dan Pemurnian, terdiri dari:
- Pada bagian evaporator
  - Pada bagian Kolom destilasi
4. Tahap Penanganan Produk, terdiri dari:
- Pada bagian transportasi
  - Pada bagian packing
  - Pada bagian gudang
- b. Tahap Tambahan/ Pembantu
1. Laboratorium
  2. Utilitas, terdiri dari:
    - Pengolahan Air
    - Boiler
    - Pengolahan limbah
    - Bengkel
    - Pemeliharaan

Sehingga proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 13 tahap. Dari *Vilbrant & Dryen*, Fig. 6.35, hal. 235, diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi 70.000 ton/ th dan beroperasi 300 hari/ tahun yaitu:

Jumlah Karyawan = 49 orang Jam / hari / tahapan

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 13 tahap, maka :

Karyawan proses = 49 orang Jam/hari/tahapan  $\times$  13 tahap = 637 orang jam/hari

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

Karyawan Proses =  $\frac{637 \text{ orang jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 212,333 \text{ orang jam/shift}$

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

Karyawan proses =  $\frac{212,333 \text{ orang jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 26,5417 \approx 27 \text{ orang hari/shift}$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :

Jumlah karyawan proses keseluruhan = 27 orang hari/shift x 4 regu = 108 orang setiap hari (untuk 4 regu).

Jumlah karyawan staf = 108 orang

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Phtalic Anhydride ini adalah 207 orang.

Tabel 10.2. Perincian Kebutuhan Tenaga Kerja.

No.	Jabatan (Tugas)	JUMLAH
1.	Pemegang Saham	1
2.	Dewan Komisaris	1
3.	Direktur utama	1
4.	Penelitian dan Pengembangan	1
5.	Karyawan Penelitian dan Pengembangan	2
6.	Direktur Teknik dan Produksi	1
7.	Direktur Administrasi dan Keuangan	1
9.	Sekretaris	2
10.	Kepala Bagian Produksi	1
11.	Kepala Bagian Teknik	1
12.	Kepala Bagian Pemasaran	1
13.	Kepala Bagan Keuangan	1
14.	Kepala Bagian SDM	1
15.	Kepala Bagan Humas	1
16.	Divisi Teknik	1
17.	Karyawan Divisi Teknik	5
18.	Divisi Listrik dan Diesel	1
19.	Karyawan Divisi Listrik dan Diesel	5
20.	Divisi Penyediaan Air	1
21.	Karyawan Divisi Penyediaan Air	5
22.	Divisi Bengkel dan Suku Cadang	1

23.	Karyawan Divisi Bengkel dan Suku Cadang	6
24.	Divisi Perencanaan dan Produksi	1
25.	Kariawan Divisi Perencanaan Produksi	108 (3 Shift)
26.	Divisi Proses	1
27.	Karyawan Divisi Proses	2
28.	Divisi QC	1
29.	Karyawan Divisi QC	3
30.	Divisi Pengendalian Mutu dan Lab.	1
31.	Karyawan Divisi Pengendalian Mutu dan Lab.	2
32.	Divisi Market dan Proses Riset	1
33.	Karyawan Divisi Market dan Proses Riset	2
34.	Divisi Penjualan	1
35.	Karyawan Divisi Penjualan	5
36.	Divisi Promosi	1
37.	Karyawan Divisi Promosi	5
38.	Divisi Pembukuan	1
39.	Karyawan Divisi Pembukuan	1
40.	Divisi Keuangan	1
41.	Karyawan Divisi Keuangan	1
42.	Divisi Pembukuan	1
43.	Karyawan Divisi Pembukuan	3
44.	Divisi Keuangan	1
45.	Karyawan Divisi Keuangan	5
46.	Divisi Kesejahteraan Pekerja	1
47.	Karyawan Divisi Kesejahteraan Pekerja	5
48.	Divisi Serikat Pekerja	1
49.	Karyawan Divisi Serikat Pekerja	5
50.	Divisi Persekutuan Tenaga Kerja	1
51.	Karyawan Divisi Persekutuan Tenaga Kerja	5
<b>JUMLAH</b>		<b>207</b>

### 10.8. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pabrik Phtalic Anhydride 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 membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan

No.	Jabatan	Jml	Gaji (Rp/orang)	TOTAL
1	Dewan Komisaris	1	20,000,000	20,000,000
2	Direktur Utama	1	15,000,000	15,000,000
3	Penelitian dan pengembangan	1	5,000,000	5,000,000

4	Karyawan Penelitian dan pengembangan	2	1,500,000	3,000,000
5	Diraktur Produksi dan Teknik	1	9,000,000	9,000,000
6	Direktur Administrasi	1	9,000,000	9,000,000
7	Sekretaris	2	1,250,000	2,500,000
8	Kepala Bagian Produksi	1	5,000,000	5,000,000
9	Kepala Bagian Teknik	1	5,000,000	5,000,000
10	Kepala Bagian Pemasaran	1	5,000,000	5,000,000
11	Kepala Bagian Keuangan	1	5,000,000	5,000,000
12	Kepala Bagian SDM	1	5,000,000	5,000,000
13	Kepala Bagan Humas	1	5,000,000	5,000,000
14	Divisi Teknik	1	5,000,000	5,000,000
15	Karyawan Divisi Teknik	5	2,000,000	10,000,000
16	Divisi Listrik dan Diesel	1	1,000,000	1,000,000
17	Karyawan Divisi Lstrik dan Diesel	5	500,000	2,500,000
18	Divisi Penyediaan Air	1	2,000,000	2,000,000
19	Karyawan Divisi Penyediaan Air	5	1,000,000	5,000,000
20	Divisi Bengkel dan Suku Cadang	1	2,000,000	2,000,000
21	Karyawan Divisi Bengkel dan Suku Cadang	6	1,000,000	6,000,000
22	Divisi Perencanaan Produksi	1	2,500,000	2,500,000
23	Karyawan Divisi Perencanaan Produksi	108	1,500,000	162,000,000
24	Divisi Proses	1	2,000,000	2,000,000
25	Karyawan Divisi Proses	2	1,000,000	2,000,000
26	Divisi QC	1	2,500,000	2,500,000
27	Karyawan Divisi QC	3	1,500,000	4,500,000
28	Divisi Pengendalian Mutu dan Lab	1	2,500,000	2,500,000
29	Karyawan Divisi Pengendalian Mutu dan Lab	2	1,500,000	3,000,000

30	Divisi Market dan Proses Riset	1	2,000,000	2,000,000
31	Karyawan Divisi Market dan Proses Riset	2	1,000,000	2,000,000
32	Divisi Penjualan	1	2,000,000	2,000,000
33	Karyawan Divisi penjualan	5	1,000,000	5,000,000
34	Divisi Promosi	1	2,000,000	2,000,000
35	Karyawan Divisi Promosi	5	1,000,000	5,000,000
36	Divisi Kesehatan	1	5,000,000	5,000,000
37	Karyawan Divisi Kesehatan	3	2,000,000	6,000,000
38	Divisi Transportasi	1	2,000,000	2,000,000
39	Karyawan Divisi Transportasi	5	1,000,000	5,000,000
40	Divisi Kesejahteraan Pekerja	1	2,000,000	2,000,000
41	Karyawan Divisi Kesejahteraan Pekerja	5	1,000,000	5,000,000
42	Divisi Serikat Pekerja	1	2,000,000	2,000,000
43	Karyawan Divisi Serikat Pekerja	5	1,000,000	1,000,000
44	Divisi Persekutuan Tenaga Kerja	1	2,000,000	2,000,000
45	Karyawan Divisi Persekutuan Tenaga Kerja	5	1,000,000	5,000,000
46	Divisi Pembukuan	1	2,000,000	2,000,000
47	Karyawan Divisi Pembukuan	1	1,000,000	1,000,000
48	Divisi Keuangan	1	2,000,000	2,000,000
49	Karyawan Divisi Keuangan	1	1,000,000	1,000,000
<b>Total</b>		<b>207</b>		<b>362,000,000</b>

### 10.9. 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, kaca mata pelindung 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. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive 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



## BAB XI

### ANALISA EKONOMI

#### A. Metode Penafsiran Harga

Penafsiran harga peralatan setiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan perekonomian yang ada. Untuk menafsir harga peralatan diperlukan indeks yang dapat digunakan untuk mengkonversi harga peralatan pada masa lalu, sehingga diperoleh harga alat saat ini. Untuk menafsir harga alat, dipakai persamaan (Peter & Timmerhaus, hlm 164):

$$C_k = C_x \times \frac{I_k}{I_x} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$C_x$  = Tafsiran harga alat saat ini

$C_k$  = Harga tafsiran alat pada tahun k

$I_x$  = Indeks harga saat ini

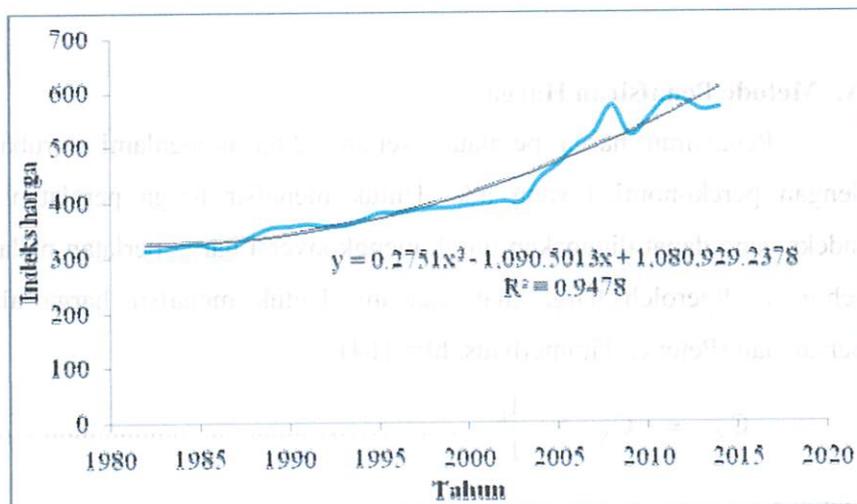
$I_k$  = Indeks harga tahun k

Tabel E. 1. Tabel Indeks Harga Alat

Tahun	Indeks	Tahun	Indeks	Tahun	Indeks
(x)	(y)	(x)	(y)	(x)	(y)
1982	314.0	1993	359.2	2004	444.2
1983	316.9	1994	368.1	2005	468.2
1984	322.7	1995	381.1	2006	499.6
1985	325.3	1996	381.7	2007	525.4
1986	318.4	1997	386.5	2008	575.4
1987	323.8	1998	389.5	2009	521.9
1988	342.5	1999	390.6	2010	550.8
1989	355.4	2000	394.3	2011	585.7
1990	357.6	2001	398.0	2012	584.6
1991	361.3	2002	401.8	2013	567.3



1992	358.2	2003	402.0	2014	571.5
------	-------	------	-------	------	-------



Grafik 11.1 indeks harga dalam beberapa tahun ke depan

Dari grafik, didapat persamaan :

$$y = 0.2751x^2 - 1.090.5013x + 1.080.929.2378$$

Indeks harga pada tahun 2018 (y = 2018) :

$$x = 593.9468$$

### B. Harga Peralatan

Setelah didapatkan harga indeks pada saat ini maka dengan menggunakan metode penaksiran maka didapatkan harga peralatan proses dan peralatan utilitas.

Menggunakan persamaan :

$$\text{Harga alat saat ini (C}_{BM}\text{)} = \text{Harga alat tahun ke B} \times \frac{593.9468}{\text{Indeks harga tahun B}}$$

Daftar harga peralatan didapat dari [www.matche.com](http://www.matche.com)

Daftar harga peralatan proses :

Nama Alat	(Unit)	CBM	( \$ )	( Rp )
storage naftalena	1	4000	3538.364042	40691186.48
screw conveyor	1	5200	4599.873255	52898542.43

bucket conveyor	1	15500	13711.16066	157678347.6
naftalena hopper	1	5400	4776.791457	54933101.75
melter	1	69124	61146.46901	703184393.6
pompa	9	14700	13003.48785	1345860993
vaporizer	1	47399	41928.72931	482180387
heater	4	1400	1238.427415	56967661.08
filter	2	69200	61213.69793	1407915052
reaktor	1	740623	655148.448	7534207152
gas cooler	1	97000	85805.32802	986761272.2
kondensor	2	6300	5572.923366	128177237.4
evaporator	3	102200	90405.20127	3118979444
coloumn destilasi	1	221100	195583.0724	2249205333
reboiler	1	3900	3449.904941	39673906.82
flaker	1	49374	43675.79655	502271660.4
hopper ftalat anhidrida	1	40487	35814.43624	411866016.8
akumulator	1	24687	21837.89828	251135830.2
<b>Jumlah</b>	33			Rp19.524.587.517,6

#### Daftar harga peralatan utilitas

Nama Alat	(Unit)	CBM	( \$ )	( Rp )
Filter	1	12800	11322.76493	130211796.7
Pompa	12	16200	14330.37437	164799305.3
Bak	8	139000	122958.1505	1414018730
Sand Filter	1	147500	130477.174	1500487502
Clarifier	1	162400	143657.5801	1652062171
Cooling Tower	1	388500	343663.6076	3952131487
Storage Molten Salt	1	42600	37683.57705	433361136
Kation Exchanger	1	97700	86424.54173	993882229.9
Anion Exchanger	1	97700	86424.54173	993882229.9

Deerator	1	1800	1592.263819	18311033.92
Boiler	1	95900	84832.27791	975571195.9
<b>JUMLAH</b>	29			<b>Rp12,228,718,817.91</b>

Harga peralatan total :

= harga peralatan proses + harga peralatan utilitas

= Rp. 31,753,306,335.52

**C. Biaya bahan baku**

Naftalena (C<sub>10</sub>H)

biaya pemakaian pertahun :

Kebutuhan naftalena 8732.943498 kg/jam

= 8732.943498 kg/jam x 24 jam x 300 x Rp.8000

= 503.017.344.000 kg/tahun

**D. Utilitas**

1. Bahan bakar boiler

Pemakaian = 30 L/jam

harga solar = Rp. 6.500,00/L

biaya pemakaian pertahun :

= 30 x Rp. 6.500,00/L x 24 jam/hari x 330

= 1.544.400.000

2. Listrik

Pemakaian listrik dari PLN = 218.535 kWh

Harga listrik = Rp. 1.023,00/kWh

Biaya beban pertahun :

= 218,535 x 1.023,00 x 24 jam/hari x 330 hari

= Rp. 1.770.605.536 / tahun

Total biaya utilitas per tahun ;

= 1.544.400.000 + 1.770.605.536

= Rp. 3.315.005.536

**F. Penjualan Produk**Ftalat Anidrida ( $C_8H_4O_3$ )

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Ftalat Anidrida} &= 9.722,2 \text{ kg/jam} \times \text{Rp } 10000 \times 24 \text{ jam} \times 300 \text{ hari} \\ &= 699.999.840.000,00 \end{aligned}$$

**G. Gaji Karyawan**

No.	Jabatan	Jml	Gaji (Rp/orang)	TOTAL
1	Dewan Komisaris	1	20,000,000	20,000,000
2	Direktur Utama	1	15,000,000	15,000,000
3	Penelitian dan pengembangan	1	5,000,000	5,000,000
4	Karyawan Penelitian dan pengembangan	2	1,500,000	3,000,000
5	Diraktur Produksi dan Teknik	1	9,000,000	9,000,000
6	Direktur Administrasi	1	9,000,000	9,000,000
7	Sekretaris	2	1,250,000	2,500,000
8	Kepala Bagian Produksi	1	5,000,000	5,000,000
9	Kepala Bagian Teknik	1	5,000,000	5,000,000
10	Kepala Bagian Pemasaran	1	5,000,000	5,000,000
11	Kepala Bagian Keuangan	1	5,000,000	5,000,000
12	Kepala Bagian SDM	1	5,000,000	5,000,000
13	Kepala Bagan Humas	1	5,000,000	5,000,000
14	Divisi Teknik	1	5,000,000	5,000,000
15	Karyawan Divisi Teknik	5	2,000,000	10,000,000
16	Divisi Listrik dan Diesel	1	1,000,000	1,000,000
17	Karyawan Divisi Lstrik dan Diesel	5	500,000	2,500,000
18	Divisi Penyediaan Air	1	2,000,000	2,000,000
19	Karyawan Divisi Penyediaan Air	5	1,000,000	5,000,000
20	Divisi Bengkel dan Suku Cadang	1	2,000,000	2,000,000
21	Karyawan Divisi Bengkel dan Suku Cadang	6	1,000,000	6,000,000

22	Divisi Perencanaan Produksi	1	2,500,000	2,500,000
23	Karyawan Divisi Perencanaan Produksi	108	1,500,000	162,000,000
24	Divisi Proses	1	2,000,000	2,000,000
25	Karyawan Divisi Proses	2	1,000,000	2,000,000
26	Divisi QC	1	2,500,000	2,500,000
27	Karyawan Divisi QC	3	1,500,000	4,500,000
28	Divisi Pengendalian Mutu dan Lab	1	2,500,000	2,500,000
29	Karyawan Divisi Pengendalian Mutu dan Lab	2	1,500,000	3,000,000
30	Divisi Market dan Proses Riset	1	2,000,000	2,000,000
31	Karyawan Divisi Market dan Proses Riset	2	1,000,000	2,000,000
32	Divisi Penjualan	1	2,000,000	2,000,000
33	Karyawan Divisi penjualan	5	1,000,000	5,000,000
34	Divisi Promosi	1	2,000,000	2,000,000
35	Karyawan Divisi Promosi	5	1,000,000	5,000,000
36	Divisi Kesehatan	1	5,000,000	5,000,000
37	Karyawan Divisi Kesehatan	3	2,000,000	6,000,000
38	Divisi Transportasi	1	2,000,000	2,000,000
39	Karyawan Divisi Transportasi	5	1,000,000	5,000,000
40	Divisi Kesejahteraan Pekerja	1	2,000,000	2,000,000
41	Karyawan Divisi Kesejahteraan Pekerja	5	1,000,000	5,000,000
42	Divisi Serikat Pekerja	1	2,000,000	2,000,000
43	Karyawan Divisi Serikat Pekerja	5	1,000,000	1,000,000
44	Divisi Persekutuan Tenaga Kerja	1	2,000,000	2,000,000
45	Karyawan Divisi Persekutuan Tenaga Kerja	5	1,000,000	5,000,000
46	Divisi Pembukuan	1	2,000,000	2,000,000
47	Karyawan Divisi Pembukuan	1	1,000,000	1,000,000
48	Divisi Keuangan	1	2,000,000	2,000,000

49	Karyawan Divisi Keuangan	1	1,000,000	1,000,000
<b>Total</b>		<b>207</b>		<b>367,000,000</b>

**Total gaji pegawai per tahun = Rp 367.000.000 x 12 bulan**  
**= Rp 4.404.000.000,00**

### **ANALISA PROFITABILITAS**

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

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

Asumsi yang diambil adalah :

- a. Bunga kredit sebesar 13% pertahun
- b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- c. Umur pabrik 10 tahun
- d. Kapasitas produksi :
  - Tahun I : 60% produksi total
  - Tahun II : 80% produksi total
  - Tahun III : 100% produks total

#### **1. Laba Perusahaan**

Lab a Perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan pertahun ( S ) = Rp 699.999.840.000

Lab a kotor = Harga jual – Biaya produksi  
 = Rp 699.999.840.000 – 639.837.396.517,96  
 = Rp 60.162.443.482,04

Pajak penghasilan = 20% x lab a kotor  
 = 20% x Rp 60.162.443.482,04  
 = Rp 12.032.488.696,41

Lab a bersih = lab a kotor – pajak penghasilan  
 = Rp 60.162.443.482,04 – Rp 12.032.488.696,41  
 = Rp 48.129.954.785,63

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak ( $C_{Aat}$ ):

$$\begin{aligned} C_{Aat} &= \text{laba bersih} + \text{depresiasi alat} \\ &= \text{Rp } 48.129.954.785,63 + \text{Rp } 17.983.739.069,57 \\ &= \text{Rp } 66.113.693.855,2 \end{aligned}$$

**2. Laju pengembalian modal (ROI)**

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

a. ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned} ROI_{BT} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 60.162.443.482,04}{\text{Rp } 138.336.454.381,31} \times 100\% \\ &= 43,49\% \end{aligned}$$

b. ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} ROI_{AT} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp } 48.129.954.785,63}{\text{Rp } 138.336.454.381,31} \times 100\% \\ &= 34,7\% \end{aligned}$$

**3. Lama Pengembalian Modal (POT)**

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

$$\begin{aligned} POT &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\ &= \frac{\text{Rp } 138.336.454.381,31}{\text{Rp } 66.113.693.855,2} \times 1 \text{ tahun} \\ &= 2,0924 \text{ tahun} \end{aligned}$$

**4. Break event point ( BEP )**

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

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

**a. Biaya tetap ( FC )**

FC = Rp 138.336.454.381,31

**Biaya Variabel ( VC )**

Bahan baku pertahun = Rp 503.017.344.000

Biaya utilitas pertahun = Rp 1.542.872.954,27

Biaya pengemasan pertahun = Rp 49.115.198.470

Total biaya variabel ( VC ) = Rp 553.675.415.424,27

**b. Biaya Semi Variabel ( SVC )**

Biaya umum ( GE ) = Rp 28.655.605.542,02

Biaya overhead = Rp 144.800.000

Penyediaan operasi = Rp 2.766.729.087,63

Biaya laboratorium dan kontrol = Rp 28.960.000

Gaji kariawan langsung = Rp 362.000.000

Supervise = Rp 54.300.000

Perawatan dan pemeliharaan = Rp 13.833.645.438,13

Total Biaya Semi Variabel ( SVC ) = Rp 45.846.040.067,78

**a. Harga Penjualan ( S )**

S = Rp 699.999.840.000

Maka,

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

=

$$\frac{Rp 138.336.454.381,31 + (0,3 \times Rp 45.846.040.067,78)}{Rp 699.999.840.000 - 0,7 \times Rp 45.846.040.067,78 - Rp 553.675.415.424,27} \times 100\%$$

$$= 46,19\%$$

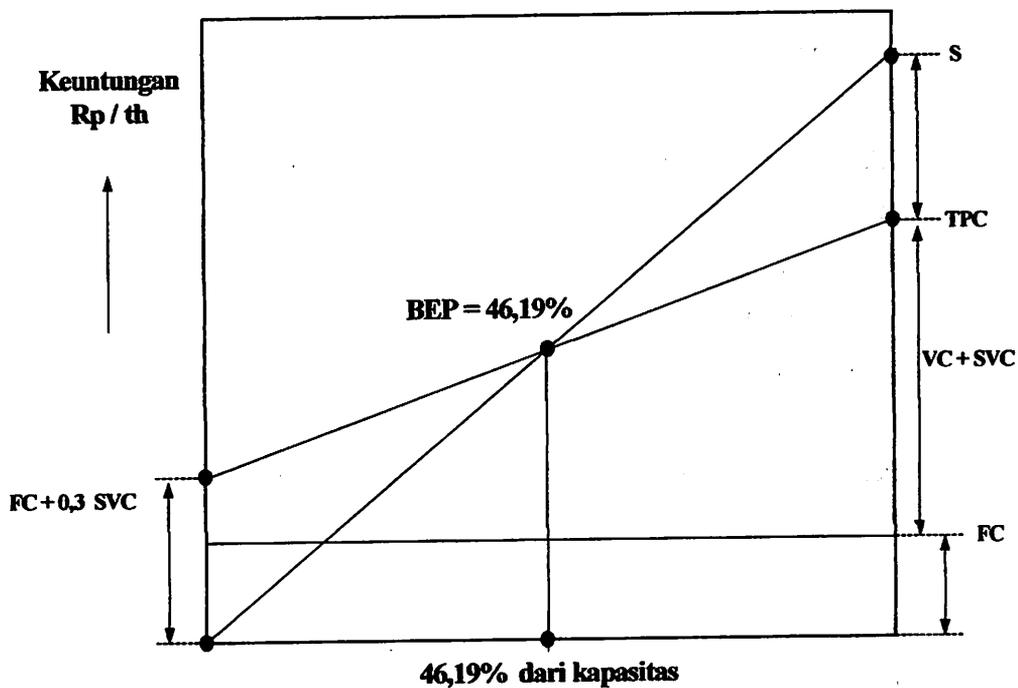
Kapasitas Produksi = 70.000ton/tahun

Titik BEP terjadi pada kapasitas = BEP x Kapasitas produksi

$$= 46,19\% \times 70.000\text{ton/tahun}$$

$$= 32.334 \text{ ton/tahun}$$

Nilai BEP untuk pabrik Ftalat Anhidrida berada diantara 35% - 65% sehingga nilai BEP diatas memadai.



Untuk produksi tahun pertama kapasitas 60% dari kapasitas yang sebenarnya, sehingga keuntungan adalah:

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

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai ( dibawah ).

PB = keuntungan pada kapasitas 100%.

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai.

$$\frac{PB_i}{Rp} = \frac{(100 - BEP) - (100 - 60\%)}{(100 - BEP)}$$

$$PBi = \text{Rp } 39.185.406.751,51$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun kedua :

$$\begin{aligned} C_A &= \text{laba bersih tahun kedua} + \text{depresiasi alat} \\ &= \text{Rp } 39.185.406.751,51 + \text{Rp } 17.983.739.069,57 \\ &= \text{Rp } 57.169.145.821,08 \end{aligned}$$

**5. Shut Down Point ( SDP )**

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

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= \\ &= \frac{0,3 \times \text{Rp } 45.846.040.067,78}{\text{Rp } 699.999.840.000 - 0,7 \times \text{Rp } 45.846.040.067,78 - \text{Rp } 553.675.415.424,27} \times 100\% \\ &= 12,04\% \end{aligned}$$

Titik Shut Down Point terjadi pada kapasitas penjualan,

$$\begin{aligned} &= 12,04\% \times 70000 \text{ ton/tahun} \\ &= 8.428,1566 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

**6. Net Present Value ( NPV )**

Metode ini menggunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan khas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Diasumsikan masa konstruksi selama 2 tahun,

( tahun ke-1 = 40% dan tahun ke-2 = 60% )

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^2 \\ &= 40\% \times \text{Rp } 138.336.454.381,31 \times (1 + 13\%)^2 \\ &= \text{Rp } 79.681.797.723,63 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60\% \times \text{Rp } 138.336.454.381,31 \times (1 + 13\%)^1 \\ &= \text{Rp } 119.522.696.585,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= -C_{A-1} - C_{A-2} \\ &= -\text{Rp } 26.449.376.730 - \text{Rp } 19.925.197.140 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } -199,204,494,309.08$$

Menghitung NPV tiap tahun :

$$\text{NPV} = C_A \times F_d$$

$$F_d = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dimana :

$F_d$  = Factor diskon

$C_A$  = Cash flow setelah pajak

$i$  = tingkat bunga bank

$n$  = tahun ke-n

Tabel E.1. Cash Flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke-	Cash Flow ( $C_A$ ) ( Rp )	$F_d = \text{NPV1}$ $i = 20\%$	NPV ( Rp )
0	-199,204,494,309.08	1.0000	-199,204,494,309.08
1	57,169,145,821.08	0.8333	47,640,954,850.90
2	66,113,693,855.20	0.6944	45,912,287,399.44
3	66,113,693,855.20	0.5787	38,260,239,499.54
4	66,113,693,855.20	0.4823	31,883,532,916.28
5	66,113,693,855.20	0.4019	26,569,610,763.57
6	66,113,693,855.20	0.3349	22,141,342,302.97
7	66,113,693,855.20	0.2791	18,451,118,585.81
8	66,113,693,855.20	0.2326	15,375,932,154.84
9	66,113,693,855.20	0.1938	12,813,276,795.70
10	66,113,693,855.20	0.1615	10,677,730,663.08
Nilai Sisa	0	0.1615	0
WCI	Cash Flow ( $C_A$ ) ( Rp )	0.1615	3,351,316,454.97
<b>Jumlah</b>			<b>73,872,848,078.03</b>

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

**7. IRR ( Internal Rate of Return )**

Tabel E.2. Cash flow untuk IRR

Tahun ke-	Cash Flow ( CA ) ( Rp )	Fd = NPV2 i = 40%	NPV2 ( Rp )
0	-199,204,494,309.08	1.0000	-199,204,494,309.08
1	57,169,145,821.08	0.7143	40,835,104,157.91
2	66,113,693,855.20	0.5102	33,731,476,456.73
3	66,113,693,855.20	0.3644	24,093,911,754.81
4	66,113,693,855.20	0.2603	17,209,936,967.72
5	66,113,693,855.20	0.1859	12,292,812,119.80
6	66,113,693,855.20	0.1328	8,780,580,085.57
7	66,113,693,855.20	0.0949	6,271,842,918.27
8	66,113,693,855.20	0.0678	4,479,887,798.76
9	66,113,693,855.20	0.0484	3,199,919,856.26
10	66,113,693,855.20	0.0346	2,285,657,040.18
Nilai Sisa	0	0.0346	0
WCI	20,750,468,157.20	0.0346	717377155.40
<b>Jumlah</b>			<b>-45.305.987.997,66</b>

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

Dimana :

$i_1$  = bunga pinjaman ke-1 yang ditrial

$i_2$  = bunga pinjaman ke-2 yang ditrial

Sehingga,

$$IRR = 20\% + \frac{Rp\ 73,872,848,078.03}{Rp\ 73,872,848,078.03 - Rp\ -45,305,987,997.66} \times (40\% - 20\%)$$

$$= 32,3970\%$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai IRR % pertahun.

Karena harga IRR lebih besar dari bunga bank ( 15% ), maka pabrik Ftalat Anhidrida ini layak didirikan.



## BAB XII

### KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pra rencana Pabrik Ftalat Anhidrida dapat diambil kesimpulan: bahwa rencana pendirian ini adalah cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek:

#### 1. Dari Segi Proses

Proses oksidasi Naftalena fase uap lebih menguntungkan karena dilakukan dalam kondisi suhu dan tekanan yang cukup rendah sehingga dilihat dari segi keamanan akan terjamin dan dari segi perancangan alat menjadi lebih mudah.

#### 2. Dari Segi Sosial

Pendirian pabrik ini dinilai menguntungkan, karena:

- Menciptakan lapangan kerja.
- Memberi kesempatan kepada penduduk untuk memperoleh tambahan penghasilan.

#### 3. Dari Segi Lokasi

- Sarana penunjang untuk memperoleh bahan baku sangat memadai yaitu dekat dengan pelabuhan dan jalan raya..
- Sarana penunjang utilitas sangat memadai.

#### 4. Ikut menunjang program pemerintah dalam usaha mewujudkan rencana jangka panjang pemerintah yaitu menjadikan negara Indonesia sebagai negara industri baru.



## 5. Dari Segi Perhitungan Ekonomi

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap pra rencana pabrik Phtalic Anhydride dari Naphtalene phase uap, dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

- Internal Rate of Return ( IRR ) = 32.3970 %.

- Pay Out Time ( POT ) = 2.0924 tahun

- Break Event Point (BEP ) = 46.19 %

- ROI<sub>BT</sub> = 43.49 %

- ROI<sub>AT</sub> = 34.79 %

## DAFTAR PUSTAKA

1. Biro Pusat Statistik. Surabaya.
2. Brownell E. Lloyd, "Process Equipment Design", John Willey and Sons Inc, New Delhi, India, 1959.
3. Geankoplis, Christie, "Transport Processes and Unit Operations", 3<sup>rd</sup> Edition, Prentice Hall Inc. New Deldhi, India, 1997.
4. Hesse, H.C. and Rushton, J.H, "Process Equipment Design", D. Van Nostrand Co, New Jersey, 1981.
5. Hougen, A. Olaf and Watson, K.M, "Chemical Process Principles", 2<sup>nd</sup> Edition, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.
6. <http://Msds.com/Ftalat-Anhidrida.html>. Diakses pada tanggal 24/03/2014.
7. <http://Msds.com/Maleic-Acid.html>. Diakses pada tanggal 24/03/2014.
8. <http://Msds.com/Naftalena.html>. Diakses pada tanggal 24/03/2014.
9. <http://Msds.com/Vanadium.html>. Diakses pada tanggal 24/03/2014.
10. Jurnal Phthalic Anhydride, CAS N<sup>o</sup>:85-44-9, OECD SIDS, Paris, France, 19-22 April 2005.
11. Kern D.Q, "Process Heat Transfer", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw Hill Inc, Singapore, 1988.
12. Kirk R.F and Othmer D.F, "*Encyclopedya Of Chemical Tecnology*", Vol.4, 3<sup>rd</sup> Edition, John Willey and Sons Inc, New York, 1954.
13. Kusnarjo, "Desain Alat Pemindah Panas", 2010.
14. Kusnarjo, "Desain Pabrik Kimia", 2010.
15. Kusnarjo, "Ekonomi Teknik", 2010.
16. Kusnarjo, "Utilitas Pabrik Kimia", 2010.
17. Perry, Robert H, "Perry's Chemical Engineering Handbook", 6<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1998.

18. Perry, Robert H, "Perry's Chemical Engineering Handbook", 7<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill Company, New York, USA, 1998.
19. Peter S. and Timmerhause, "Plant Design and Economic for Chemical Engineering", 4<sup>th</sup> Edition, McGraw Hill, Singapore, 1991.
20. Smith, J.M, and Van Ness H.C, "Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics", 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1959.
21. Ulrich D. Gael, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic", John Willey and Sons Inc, New York, USA, 1984.
22. [www.keselamatan-dan-kesehatan-kerja.com](http://www.keselamatan-dan-kesehatan-kerja.com). Diakses pada tanggal 05/05/2014.
23. [www.instrumentasi.com](http://www.instrumentasi.com). Diakses pada tanggal 05/05/2014.
24. [www.dowterm-A.com](http://www.dowterm-A.com). Diakses pada tanggal 28/04/2014.
25. [www.PAN.com](http://www.PAN.com). Diakses pada tanggal 03/04/2014.
26. <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirMinum/.pdf>. Diakses pada tanggal 08/08/2014