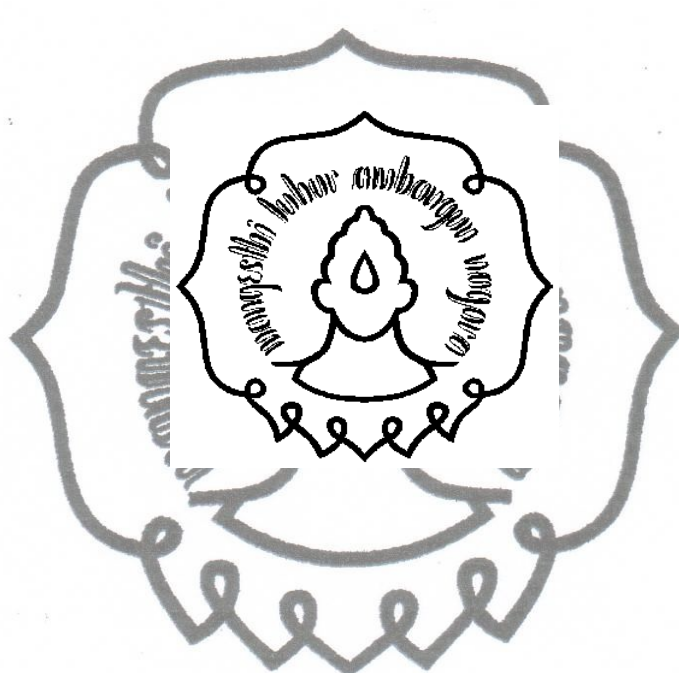


**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK *PARAXYLENE***  
**DARI *TOLUENE***  
**KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**



**Oleh:**

**Fais Hamdan Prayogi**

**I 1507023**

**Hermanto**

**I 1507029**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
**2012**

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, hanya karena rahmat dan ridho-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Paraxylene* dari *Toluene* Kapasitas 200.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
2. Dwi Ardiana S, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I dan Ir. Paryanto, MS selaku dosen pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
3. Ir. Arif Jumari, M.Sc. dan Inayati, S.T., M.T., selaku pembimbing akademik.
4. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS.
5. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 07.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, November 2012

*commit to user*

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi .....	iii
Daftar Tabel .....	viii
Daftar Gambar .....	xi
Intisari .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2 Kapasitas Pabrik .....	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	6
1.4 Tinjauan Pustaka .....	8
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan <i>paraxylene</i> .....	9
1.4.2 Pemilihan Proses .....	12
1.4.3 Kegunaan Produk .....	12
1.4.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk .....	12
1.4.5 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Pembantu .....	16
1.4.6 Tinjauan Proses Secara Umum .....	17
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES</b>	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	19
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	19

*commit to user*

2.1.2	Spesifikasi Bahan Pembantu .....	19
2.1.3	Spesifikasi Produk .....	20
2.2	Konsep Proses .....	21
2.2.1	Dasar Reaksi .....	21
2.2.2	Mekanisme Reaksi .....	22
2.2.3	Tinjauan Termodinamika .....	23
2.2.4	Tinjauan Kinetika Reaksi .....	25
2.3	Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses .....	26
2.3.1	Diagram Alir Proses .....	26
2.3.2	Diagram Alir Proses Kualitatif .....	26
2.3.3	Diagram Alir Proses Kuantitatif .....	26
2.3.4	Langkah Operasi .....	30
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas .....	32
2.4.1	Neraca Massa .....	32
2.4.2	Neraca Panas .....	38
2.5	Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses .....	40
2.5.1	Lay Out Pabrik .....	40
2.5.2	Lay Out Peralatan Proses .....	45

### BAB III SPESIFIKASI ALAT PROSES

3.1	Tangki Penyimpanan .....	50
3.2	Reaktor .....	55
3.3	Menara Distilasi .....	56
3.4	Condenser .....	59

*commit to user*

3.5 Reboiler .....	61
3.6 Accumulator .....	62
3.7 Flash Drum .....	63
3.8 Vaporizer .....	64
3.9 Furnace .....	65
3.10 Cristallizer .....	66
3.11 Centrifuge .....	67
3.12 Screw Conveyor .....	68
3.13 Melter .....	69
3.14 Heat Exchanger .....	69
3.15 Cooler .....	70
3.16 Pompa .....	73
3.17 Kompresor .....	77

#### BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1 Unit Pendukung Proses .....	79
4.1.1 Unit Pengadaan Air .....	80
4.1.1.1 Air Pendingin dan Air Pemadam Kebakaran ....	80
4.1.1.2 Air Umpan Boiler .....	81
4.1.1.3 Air Konsumsi dan Sanitasi .....	81
4.1.1.4 Pengolahan Air dari PT KTI.....	82
4.1.1.5 Kebutuhan Air .....	85
4.1.2 Unit Pengadaan Udara Tekan .....	87
4.1.3 Unit Pengadaan Listrik .....	88

*commit to user*

4.1.4.1	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas .....	89
4.1.4.2	Listrik untuk penerangan .....	90
4.1.4.3	Listrik untuk AC .....	92
4.1.4.4	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi ....	92
4.1.4	Unit Pengadaan Steam .....	93
4.1.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	95
4.1.6	Unit Refrigrasi .....	96
4.2	Laboratorium .....	97
4.2.1	Laboratorium Fisik .....	99
4.2.2	Laboratorium Analitik .....	99
4.2.3	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan .....	99
4.2.4	Prosedur Analisa Bahan Baku .....	99
4.3	Unit Pengolahan Limbah .....	102

## BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1	Bentuk Perusahaan .....	104
5.2	Struktur Organisasi .....	105
5.3	Tugas dan Wewenang .....	110
5.3.1	Pemegang Saham .....	110
5.3.2	Dewan Komisaris .....	110
5.3.3	Dewan Direksi .....	111
5.3.4	Staf Ahli .....	112
5.3.5	Penelitian dan Pengembangan (Litbang) .....	112
5.3.6	Kepala Bagian .....	113

*commit to user*

5.3.7	Kepala Seksi .....	118
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	118
5.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i> .....	118
5.4.2	Karyawan <i>Shift</i> .....	119
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah .....	120
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	121
5.6.1	Penggolongan Jabatan .....	121
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji .....	122
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	125
5.8	Manajemen Perusahaan .....	127
5.8.1	Perencanaan Produksi .....	127
5.8.2	Pengendalian Produksi .....	129

## BAB VI ANALISIS EKONOMI

6.1	Penaksiran Harga Peralatan .....	131
6.2	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	135
6.2.1	Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ) .....	136
6.2.2	Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment</i> ) .....	137
6.3	Biaya Produksi Total ( <i>Total Poduction Cost</i> ) .....	137
6.3.1	<i>Manufacturing Cost</i> .....	137
6.3.1.1	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	137
6.3.1.2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	138
6.3.1.3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC) .....	138
6.3.2	<i>General Expense</i> (GE) .....	139

*commit to user*



6.4	Keuntungan Produksi .....	139
6.5	Analisis Kelayakan.....	140
Daftar Pustaka .....		xiii
Lampiran		





## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pembangunan di bidang industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia dan juga sekaligus ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan.

Salah satu jenis industri kimia yang amat besar pengaruhnya terhadap industri kimia lainnya di Indonesia adalah *paraxylene*. *Paraxylene* adalah salah satu isomer *xylene* yang paling penting. Dewasa ini *paraxylene* digunakan sebagai bahan baku bagi pabrik penghasil *dimethyl terephthalate* (DMT) dan *terephthalic acid* (TPA) dimana keduanya adalah perantara dalam produksi polyester. Keduanya digunakan dalam pembuatan *polyethylene terephthalate* (PET). DMT juga digunakan dalam pembuatan *polubutylene terephthalate* (PBT) selain itu *paraxylene* digunakan untuk bahan *fiber*, *plasticizer film*, resin dan sebagainya.

Selain *paraxylene*, pabrik ini juga menghasilkan *benzene* sebagai salah satu produk petrokimia yang juga penting bagi pembuatan bahan kimia lainnya, misalnya:

- *Alkyl benzene*

Bahan ini digunakan untuk pembuatan deterjen dan *unadictive* minyak pelumas

*commit to user*

- *Styrene*

*Styrene* dibuat dari *ethyl benzene* yang berasal dari *benzene*. *Styrene* berfungsi sebagai pembuat SBR, *elastomer* untuk keperluan dari karet sintetis.

- *Cumene*

Bahan ini digunakan untuk pembuatan *phenol*. Dimana bahan ini digunakan untuk membuat berbagai lem dan bahan kimia seperti indikator *phenol phtalein*.

Disamping bahan-bahan tersebut diatas, masih banyak lagi kegunaan *benzene*. Namun dewasa ini ternyata kegunaan *benzene* dan *paraxylene* masih merupakan bahan impor dari luar negeri. Sehingga dengan berdirinya pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *paraxylene* di Indonesia. Selain pertimbangan diatas, pendirian pabrik ini juga didasarkan pada hal-hal berikut:

1. Menciptakan lapangan kerja baru, berarti juga mengurangi jumlah pengangguran.
2. Memacu pertumbuhan-pertumbuhan industri baru yang menggunakan bahan baku *paraxylene* dan *benzene*.
3. Mengurangi ketergantungan pada Negara asing.
4. Meningkatkan lapangan pendapatan Negara dari sektor industri, serta menghemat devisa Negara.
5. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia Indonesia lewat alih teknologi

## 1.2 Kapasitas pabrik

Pabrik *paraxylene* ini direncanakan didirikan pada tahun 2017. Penentuan kapasitas produksi pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor yaitu:

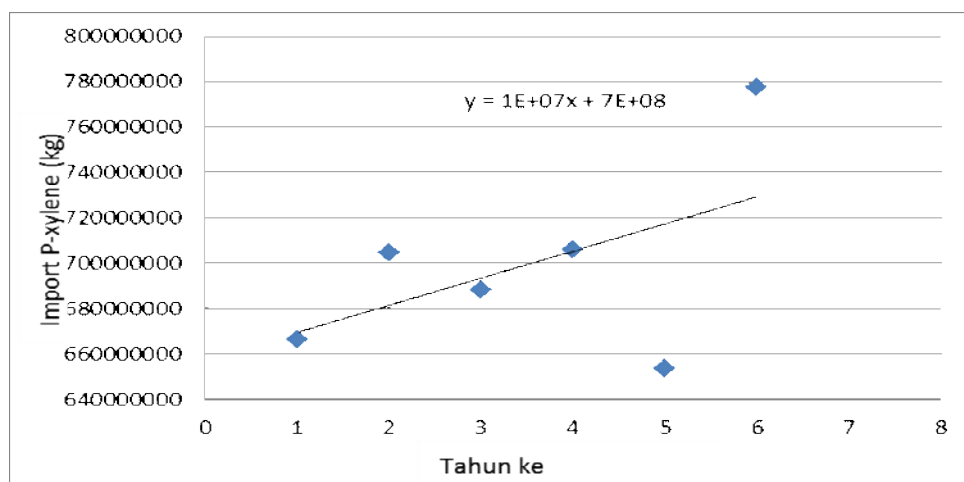
1. Proyeksi kebutuhan *paraxylene* di Indonesia

Tabel 1.1 Data impor paraxylene dari tahun 2005 sampai 2010

Tahun	Impor (kg/tahun)
2005	666.435.698
2006	704.751.553
2007	688.176.329
2008	706.167.764
2009	653.540.011
2010	777.529.497

( Sumber : UN Data, 2011)

Dengan menggunakan metode least square  $y = bx + a$ , maka dapat diperkirakan kebutuhan impor paraxylene (kg/tahun) sebagai berikut:



Gambar I.1 Grafik kebutuhan *paraxylene* di Indonesia setiap tahun

Kenaikan harga dianggap linier :  $y = bx + a$

Sehingga diperoleh persamaan:

$$y = 10.000.000x + 700.000.000$$

Pada tahun 2017 :

$$y = 10.000.000x + 700.000.000$$

$$= 10.000.000(13) + 200000000$$

$$= 830.000.000 \text{ kg/tahun}$$

Kebutuhan paraxylene di Indonesia naik tiap tahunnya sehingga kebutuhan paraxylene pada tahun 2017 diperkirakan mencapai 830.000.000 kg/tahun

Tabel 1.2 Daftar industri berbahan dasar paraxylene

Produk	Perusahaan	Kapasitas produksi (ton/tahun)
PTA	Amoco Mitsui PTA	400.000
	Bakrie Kasei corp	225.000
PTA	Pertamina	350.000
	Polysindo Eka Perkasa	420.000
PET	Bakrie Kasei Corp.	50.000
Resin	(Bottle Grade) Indorama	79.000
	Petnesia Resindo	84.000
	Polypet Karyapersada	55.000

Dari table 1.2. dapat dilihat bahwa produksi bahan kimia berbahan baku paraxylene sangat besar. Diperkirakan pada tahun 2017 produksinya sebanding

*commit to user*

dengan impor *paraxylene*. Oleh karena itu perlu didirikan pabrik *paraxylene* yang dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

## 2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku harus benar-benar diperhatikan. Bahan baku yang dipergunakan adalah toluene yang diimpor dari Qingdao Hailifeng chemical Industry Co., Ltd. Dimana pabrik tersebut dapat menghasilkan toluene sebanyak 20.000 ton/bulan.

## 3. Kapasitas yang menguntungkan

Tabel 1.3 Daftar industri *paraxylene* yang telah ada di dunia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/thn)
Amoco	Decatur, Alabama	651.000
	Texas City, Texas	685.000
Chevron	Pascagoula, Missisipi	242.000
Exxon	Baytown, Texas	454.000
Koch	Corpus Christi, Texas	590.000
Lyondell	Houston, Texas	181.000
Mobil	Chalmette, Louisiana	70.000
Phillps	Guayama, Puerto Rico	371.000

Melihat dari kapasitas-kapasitas pabrik yang sudah ada di dunia kapasitas pabrik *paraxylene* yang akan dirancang dipilih sebesar 200.000 ton/tahun. Diasumsikan dengan kapasitas sebesar tersebut sudah mendapatkan keuntungan yang banyak.

Karena dibandingkan dengan data yang ada terdapat pabrik yang hanya memproduksi 70.000 ton/tahun jauh lebih sedikit dari kapasitas perancangan pabrik *paraxylene* yang akan didirikan.

### 1.3 Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keberhasilan perusahaan. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain, penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi dan tenaga kerja. Berdasarkan tinjauan tersebut maka lokasi pabrik *paraxylene* ini dipilih di Cilegon, Banten dengan pertimbangan:

1. Dekat dengan bahan baku dan bahan pembantu

Bahan baku memegang peranan penting, dimana proses produksi pabrik sangat tergantung pada ketersediaan bahan baku ini. Lokasi pabrik yang dekat dengan bahan baku lebih menguntungkan. Penyediaan bahan baku yang berupa toluene didatangkan dari Qingdao Hailifeng Chemical Industry Co., Ltd. yang berada di China. Bahan pembantu gas hidrogen yang akan disalurkan oleh PT. *Air Liquide* dengan jalur perpipaan, Zeolit yang berasal dari Bandung.

2. Dekat dengan daerah pemasaran

Pemilihan lokasi pabrik di Cilegon dekat dengan pabrik-pabrik yang membutuhkan *paraxylene* dalam jumlah yang cukup besar, misalnya:

- a. PT Bakrie Kasei Corp.

Produksi PTA : 600.000 ton/tahun  
*commit to user*

---



b. PT Amoco mitsui PTA Indonesia

Produksi PTA : 400.000 ton/tahun

3. Transportasi

Kawasan industri Cilegon dekat dengan pelabuhan Cigading, telah ada sarana transportasi jalan raya, sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk.

4. Tenaga kerja

Kawasan industri Cilegon terletak di daerah Jawa Barat dan Jabotabek yang syarat dengan lembaga pendidikan formal maupun non formal dimana banyak dihasilkan tenaga kerja ahli maupun non ahli, sehingga tenaga kerja mudah didapatkan.

5. Utilitas

Utilitas yang diperlukan seperti air, bahan baku dan tenaga listrik dapat dipenuhi karena lokasi terletak di kawasan industri.

- Penyediaan air, untuk kebutuhan air minum dan sanitasi diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri.
- Penyediaan tenaga listrik, diperoleh dari PLN dan generator pabrik.

*commit to user*

---





Gambar 1.2 Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik

#### 1.4 Tinjauan Pustaka

*Paraxylene* (*dimetil-benzene*) merupakan suatu cairan yang tak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dan *paraxylene* ini merupakan campuran gugus aromatik yang terdiri dari 3 isomer, yaitu *ortoxylyene*, *paraxylene*, *methaxylene*.

Diantara ketiga isomer diatas yang paling penting peranannya adalah *paraxylene*. Dimana reaksi oksidasi *paraxylene* akan didapati (TPA) atau (DMT) dan selanjutnya apabila TPA direaksikan dengan *ethylene glycol* akan didapatkan *polyethylene terephthalate* yang banyak digunakan dalam industri plastik, tekstil, ban, *fiber* ataupun resin.

Sedangkan jika dikehendaki juga dapat diambil *metaxylene* dan *ortoxylyene* sebagai hasil samping, dimana kegunaan dari kedua isomer *paraxylene* diatas adalah sebagai berikut:

*commit to user*

- *Orthoxylene*

Bahan ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan *phthalic anhydride* (PA). Dimana pada konversi lebih lanjut akan diubah menjaduh *polyester* resin dan alkyl resin yang sangat berguna bagi industri cat, tinta cetat dan coating. Kecuali itu, *phthalic anhydride* juga berfungsi sebagai bahan baku dalam pembuatan *dioctyl phthalate* (DOP) yang berfungsi sebagai plasticizer. *Plastisizer* juga sangat banyak berperan dalam bidang-bidang industri seperti industri kabel, plastik, resin dan sebagainya.

- *Metaxylene*

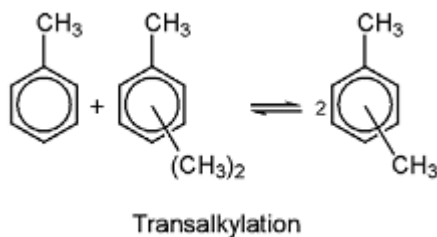
Bahan ini dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *isophthalic acid* yang pada konversi lebih lanjut akan diubah menjadi *polyester* resin dan alkyl resin juga. Disamping itu, *metaxylene* juga digunakan untuk isophthalonytril

#### 1.4.1 Macam-macam proses

Proses utama pembentukan *xylene* dari *toluene* ada dua, yaitu transkilasi dan disproposiasi.

##### 1. Transalkilasi

Transkilasi merupakan reaksi toluene dengan C<sub>9</sub> aromatik menghasilkan *xylene*. Reaksi dapat ditulis sebagai berikut:

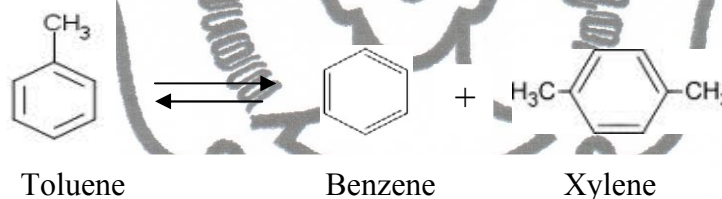


commit to user

Salah satu proses komersil pembuatan p-xylene yang menggunakan transalkilasi yaitu *Tatory process*. Dikembangkan pertama kali oleh Toray dan dilisensi oleh UOP. Pada proses ini toluene dan C<sub>9</sub> aromatik direaksikan dalam *fixed bed* reaktor berisi katalis TA-4 dengan bantuan gas hydrogen. Reaksi berlangsung pada suhu 350-530°C dan tekanan 10-50 atm. Yield xylene 97% dan konversi toluene berkisar 40%-50%. Senyawa C<sub>9</sub> aromatik yang biasa digunakan *trimetilbenzene*.

## 2. Proses Disproporsianasi Toluene

Disproporsionasi merupakan reaksi 2 mol toluene menjadi 1 mol benzene dan 1 mol *paraxylene*. reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut:



Perkembangan proses disproporsinasi Toluene:

### 1) *Low Temperature Disproportionation*

Dikembangkan pertama kali pada tahun 1970. Proses ini merupakan proses umpan cair dengan menggunakan katalis zeolit. Reaksi berlangsung pada tekanan 45 atm dan suhu awal 127 °C. Untuk menjaga konversi toluene karena terjadi aktivasi katalis maka suhu dinaikkan hingga 315 °C dimana katalis harus diregenerasi. Umur katalis lebih kurang 1,5 tahun.

## 2) *Mobile Toluene Disproportionation* (MTDP process)

Dikembangkan pada pertengahan tahun 1970. Umpan pada fase gas direaksikan dengan ZSM-5 tipe zeolit pada suhu 495 °C dan tekanan 41 atm. konversi *toluene* 48% berat dengan selektivitas *paraxylene* 24%

## 3) *Mobil Selective Disproportionation* (MSTDp process)

Dikembangkan pada akhir tahun 1980-an dengan menggunakan HZSM-5 yang telah *dipreatreatment*, selektivitas *paraxylene* dapat dinaikkan hingga 82,2% dengan konversi *toluene* sebesar 30%. Reaksi berlangsung pada suhu 400–470 °C dan tekanan 21 atm. (Kirk-Othmer, 1991)

Tabel I 4 Kelebihan dan kekurangan dari tiap – tiap proses

No	Jenis Proses	Kelebihan	Kekurangan
1.	Transalkilasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yield xylene 97%</li> <li>• Konversi per pass 40%-50%</li> </ul>	Kondisi T = 530 °C dan P= 50 atm
2.	<i>Low Temperature Disproportionation</i>	-	P = 45 atm
	<i>Mobile Toluene Disproportionation</i> (MTDP)	Konversi per pass 48%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi 495 °C dan 41 atm</li> <li>• Selektivitas <i>paraxylene</i> 24%</li> </ul>
3.	<i>Mobil Selective Disproportionation</i> (MSTDp)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selektivitas <i>paraxylene</i> 82,2%</li> <li>• Kondisi 400–470 °C dan 21 atm</li> </ul>	Konversi 30%



### 1.4.2. Pemilihan Proses

Pada perancangan pabrik paraxylene ini memilih *Mobil Selective Disproportionation* (MSTDP) dengan pertimbangan selektivitas *paraxylene* yang dihasilkan lebih tinggi dan kondisi operasi yang lebih rendah dibandingkan dengan proses lain. Sehingga alat – alat proses lebih murah dan menghasilkan produk lebih banyak.

### 1.4.3 Kegunaan produk

*Paraxylene* digunakan secara luas sebagai bahan industri tekstil, plastik dan *polyester fiber*. Sedangkan *benzene* banyak digunakan pada industri garmen, farmasi, pembuatan bahan kimia lain, dan banyak juga digunakan pada sektor pertanian untuk pembuatan pestisida.

### 1.4.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

#### 1. Toluene ( $C_7H_8$ )

##### a. Sifat fisis

Massa molar : 92,14 gr/mol

Temperatur leleh normal : 178,15 K

Titik didih normal : 383,15 K

Densitas Padat pada 93,15 K : 11,18 L/mol

Cair pada 298,15 K : 9,38 L/mol

Tekanan kritis : 4,108 MPa

Temperatur kritis : 591,8 K

*commit to user*

Volume kritis : 0,316 L/mol

Faktor kompresibilitas kritis : 0,264

Viskositas : 0,548 mPa.s(cPa)

Panas pembentukan : 50,17 kJ/mol

Panas penguapan : 33,59 kJ/mol

Panas pembakaran : -3734 kJ/mol

(Kirk & Othmer, 1991)

Kelarutan dalam air : 0,05 (perry, 1997)

b. Sifat kimia

*Toluene* merupakan *derivate* dari *benzene* yang memiliki sifat kimia dari *benzene*. Adapun sifat kimianya adalah:

- Jika gugus *chlor* dialirkan dalam *toluene* yang mendidih dengan bantuan sinar UV, maka gugus H di dalam gugus metil tergantikan gugus Cl
- Jika gas *chlor* dialirkan pada suhu kamar dengan bantuan katalisator Fe, maka atom hydrogen dalam siklus yang tergantikan.
- Jika *toluene* direaksikan dengan HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, akan terbentuk *nitrotoluene* dan jika diteruskann akan menjadi tri nitro toluene (TNT)
- Jika *toluene* dioksida maka akan terbentuk benzaldehid dan bila dilanjutkan akan terbentuk benzoat

(Kirk and Othmer, 1991)

*commit to user*

## 2. Paraxylene ( $C_8H_{10}$ )

### a. Sifat fisis

Boiling point : 242,36 °C

Melting point : 13,26 °C

Critical point pressure: 35,46 atm

Critical temperature : 343,11 °C

(Kirk and Othmer, 1991)

### b. Sifat kimia

- Reaksi sulfonasi

Reaksi sulfonasi pada senyawa *paraxylene* terjadi sangat lambat dan memungkinkan pemecahan *paraxylene*

- Reaksi oksidasi

Jika *paraxylene* dioksidasi maka akan membentuk asam phthalate, terephthalate dan isophthalate

(Kirk and Othmer, 1991)

## 3. Benzene ( $C_6H_6$ )

### Sifat fisika

Berat molekul : 78,115

Titik beku, °C : 5,530

Titik didih, °C : 80,094

Densitas, g/cm<sub>3</sub>

Pada 20°C : 0,8789

*commit to user*



Pada 25°C	: 0,8736
Tekanan uap, kPa	: 12,6
Viskositas, cp	: 0,6010
Temperature kritis, °C	: 289,01
Tekanan kritis, kPa	: $4,898 \times 10^3$
Panas pembentukan, kJ/mol	
Gas	: 82,93
Liquid	: 49,08
Panas pembakaran, kJ/mol	: $3,2676 \times 10^3$
Panas penguapan, kJ/mol	: 33,899
Kelarutan dalam H <sub>2</sub> O, g / 100 g H <sub>2</sub> O	: 0,180
(Kirk and Othmer, 1991)	

a. Sifat kimia

Ilmuan August Kekule mengemukakan jika dilihat dari rumus molekul benzene, maka akan nampak seperti senyawa olefin yang tidak jernih namun ternyata dengan penambahan larutan Br dan KMnO<sub>4</sub>, benzene tidak membentuk gugus –OH. Hal ini menunjukkan bahwa *benzene* bukan senyawa alkalis tetapi benzene memiliki gugus H yang berkedudukan sama dengan –OH. Sehingga disimpulkan bahwa senyawa *benzene* terbentuk cincin.

Adapun reaksi dalam *benzene* adalah:

- Adisi Hidrogen dengan katalisator Ni dan Pt membentuk sikloheksan
- Dengan *chlor* terbentuk chlorobenzene dengan katalis serbuk Fe

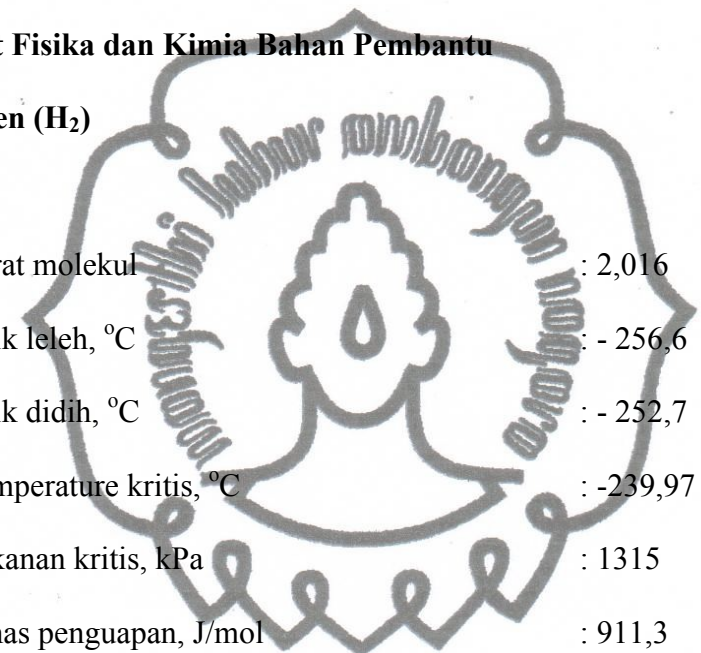
*commit to user*

- Jika *benzene* direaksikan dengan HNO<sub>3</sub> pekat dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan terbentuk nitrobenzene
- Jika *benzene* direaksikan dengan asam sulfat berasap maka akan terbentuk *benzene* sulfonat

#### 1.4.5. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Pembantu

##### 1. Hidrogen (H<sub>2</sub>)

Sifat fisis

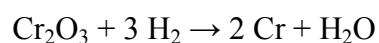
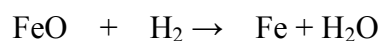


Berat molekul	: 2,016
Titik leleh, °C	: - 256,6
Titik didih, °C	: - 252,7
Temperature kritis, °C	: -239,97
Tekanan kritis, kPa	: 1315
Panas penguapan, J/mol	: 911,3
Densitas, g/cm <sup>3</sup> (pada 30 °C 25 atm)	: 0,002

(Kirk and Othmer, 1991)

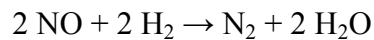
Sifat kimia

Hidrogen bereaksi dengan sejumlah oksida logam pada suhu tinggi untuk menghasilkan logam dan air.



Dibawah kondisi tertentu, hidrogen bereaksi dengan nitrit oksida menghasilkan nitrogen.

*commit to user*



(Kirk and Othmer, 1991)

## 2. Katalisator

Bahan	: Zeolit (ZSM-5)
Diameter, inch	: 0,291
Komposisi	: Phospor, Boron , Magnesium
Racun Katalis	: Belerang, Arsen, Timbal, Tembaga

(Kirik & othmer, 1991)

### 1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Pembuatan *paraxylene* dari toluene dengan proses selektivitas disproporsionasi toluene merupakan reaksi katalitik fase gas. Reaksi ini merupakan reaksi endotermis. Reaksi berlangsung dalam reaktor *fix bed multitube* menggunakan katalis HZMS-5 type zeolite pada suhu 400-470 °C dan tekanan 21 atm.

Awalnya *toluene* (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>) sebagai bahan baku diumpankan dengan pompa dari tangki bahan baku menuju *vaporizer* untuk diuapkan. Kemudian dari *vaporizer* dikompres sampai 21 atm dengan suhu 213°C. Setelah itu masuk kedalam funace hingga suhunya 470°C, untuk menyesuaikan suhu di reaktor.

Hidrogen sebagai bahan pembantu dimasukkan pada awal proses bersama dengan umpan uap *toluene*. Hidrogen tidak ikut bereaksi dan dipisahkan dari senyawa – senyawa lain di dalam flash drum. Hidrogen berfungsi untuk meningkatkan konversi sampai 30%.

*commit to user*

Gas umpan reaktor yang bersuhu 470°C dan tekanan 21 atm dimasukkan secara kontinyu kedalam reaktor *fixed bed multitube* non-adiabatis non-isothermal yang menggunakan katalis ZSM-5.

Hasil keluaran reaktor dengan suhu 400°C, panasnya dimanfaatkan untuk memanaskan vaporizer. Dan diturunkan tekanannya dengan *throttling valve* hingga 1,9 atm sebelum masuk *flash drum*. Fraksi *non-condensable* yang berupa hidrogen, metan dan campuran *toluene* dan *xylene* yang terikut keatas dialirkan ke unit utilitas dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler dan sisanya diumpankan ke menara distilasi 1.

Dari menara distilasi 1 diperoleh *benzene* dan *toluene* sebagai distilat. Benzene dan toluene hasil distilat menara distilasi dipisahkan menggunakan menara distilasi 2. *Benzene* sebagai distilat kemudian dimasukkan kedalam tangki penyimpanan sebagai produk samping. Toluene yang merupakan hasil bawah menara distilasi 2 di recycle kembali dan dicampur dengan bahan baku fresh *toluene*. Hasil bawah menara distilasi 1 berupa produk *paraxylene* dimasukkan kedalam kristalizer untuk dimurnikan.

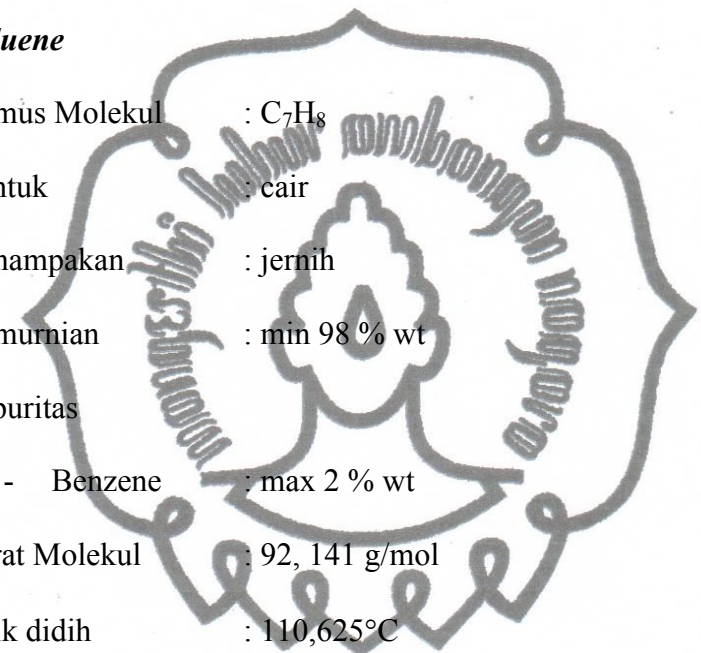
## BAB II

### DESKRIPSI PROSES

#### 2.1. SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

##### 2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

###### *Toluene*



Rumus Molekul	: $C_7H_8$
Bentuk	: cair
Kenampakan	: jernih
Kemurnian	: min 98 % wt
Impuritas	
- Benzene	: max 2 % wt
Berat Molekul	: 92, 141 g/mol
Titik didih	: 110,625°C
Titik beku	: -94,97 °C

Sumber: Qingdao Hailifeng Chemical Industri (qingdao-

[hailifeng.en.ywsp.com](http://hailifeng.en.ywsp.com))

##### 2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu

###### a. Hidrogen

Wujud	: gas
Kemurnian	: 99,99 % berat
Impuritas	: $CH_4$ (0,01 % berat)

Sumber: PT Air Liquid Indonesia ([www.uk.airliquide.com](http://www.uk.airliquide.com))

*commit to user*

### b. Katalis Zeolite HZSM-5

Fase	: padat
Bentuk	: granular
Diameter	: 0,738 cm
Ukuran pori –pori	: 2 – 4,3 Å
Bulk density	: 0,686 g/cm <sup>3</sup>

Sumber: PT Bupan (www.bupan.tk)

### 2.1.4. Spesifikasi Bahan Produk

#### a. Paraxylene

Rumus molekul	: p-C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
Fasa	: cair
Kenampakan	: jernih
Kemurnian	: min 99,11 %wt
Impuritas	
–m–xylene	: max 0,75 % wt
–o–xylene	: max 0,13 % wt
–toluene	: max 0,002 % wt
Titik didih	: 242,36°C
Titik Beku	: 13,26°C
Berat Molekul	: 106, 167 g/mol

(www.alibaba.com)

#### b. Benzene

Rumus molekul	: C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
---------------	---------------------------------



Fase	: cair
Kenampakan	: jernih
Kemurnian	: min 99,5%wt
Impuritas	
– Toluene	: max 0,5 % wt
Titik didih	: 80,09°C
Titik Beku	: 3,53°C
Berat Molekul	: 78, 114 g/mol

(www.alibaba.com)

### c. Xylene

Rumus molekul	: C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>
Fasa	: cair
Kenampakan	: jernih
Kemurnian	: 99,8%
- Impuritas	: 0,2%
Titik didih	: 142,2°C
Titik beku	: -25,3°C

(www.alibaba.com)

## 2.2 Konsep Proses

### 2.2.1 Dasar reaksi

Pembuatan *paraxylene* dari toluene dengan proses *selectivetoluene* disproportionation dapat dituliskan sebagai berikut :





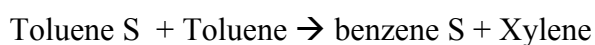
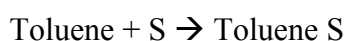
Proses disproporsionasi pada prinsipnya adalah pemindahan gugus *alkyl* dari senyawa aromatis yang satu ke senyawa aromatis yang lain. Pada proses ini konversi toluene mencapai 30%. Jadi dalam reaksi ini 2 mol toluene akan pecah menjadi 1 mol *xylene* dan 1 mol *benzene*. Dengan selectivitas *paraxylene* didalam *xylene* mencapai 90%.(Kirk – Othmer, 1991).

### 2.2.2. Mekanisme Reaksi

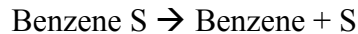
Pembuatan *xylene* dan *benzene* dari *toluene* merupakan reaksi katalitik. HZSM-5 tipe zeolit sebagai katalis berpengaruh pada ikatan gugus *alkyl* dengan aromatisnya menyebabkan ikatan menjadi lemah dan gugus *alkyl* akan lepas menjadi gugus *alkyl* radikal bebas, kemudian gugus *alkyl* akan menyerang aromatis lain. *Toluene* direaksikan dalam reaktor berisi katalisator dengan penambahan hidrogen. Penambahan hidrogen ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya penyumbatan pori – pori katalis.

Reaktor yang digunakan adalah reaktor *fixed bed multitube*. Sebelum masuk reaktor, suhu harus dinaikkan dalam *furnace*. Reaksi berjalan endotermis.

Mekanisme reaksi disproporsionasi *toluene* menjadi *benzene* dan *xylene* adalah sebagai berikut, dengan S adalah permukaan aktif katalis.



(Surface reaction “eley – Rideal mechanism”)  
*commit to user*



### 2.2.3. Tinjauan Termodinamika

#### *Reaksi pembuatan xylene dan benzene*

Berdasarkan data dan setelah dilakukan perhitungan, didapat harga perubahan entalpi pada suhu 298 K sebesar 0,4256 kJ/mol. Harga entalpi positif menandakan reaksi pembuatan *xylene* dan benzene merupakan reaksi endotermis.

Untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan eksotermis atau endotermis maka perlu perhitungan dengan menggunakan panas pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ ) pada 1 atm dan 298K dari reaktan dan produk.

$$\Delta H_{298}^0 = \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan}$$

Diketahui data – data pada suhu kamar :

$$\Delta H_f^0 \text{ C}_7\text{H}_8 = 50 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 \text{ C}_6\text{H}_6 = 82,98 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 \text{ m-C}_8\text{H}_{10} = 17,24 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 \text{ o-C}_8\text{H}_{10} = 19 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0 \text{ p-C}_8\text{H}_{10} = 17,95 \text{ kJ/mol}$$

Jika  $\Delta H = (-)$  maka reaksi bersifat eksotermis

Jika  $\Delta H = (+)$  maka reaksi bersifat endotermis

(Carl L Yaws, 1999)

*commit to user*

Untuk reaksi ini :

$$\begin{aligned}\Delta H_{298}^0 &= \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= 0.5 \times (\Delta H_f^0 \text{C}_6\text{H}_6 + (0.151 \times \Delta H_f^0 \text{ m-C}_8\text{H}_{10} + 0.027 \times \Delta H_f^0 \text{ o-C}_8\text{H}_{10} + 0.822 \times \Delta H_f^0 \text{ p-C}_8\text{H}_{10})) - \Delta H_f^0 \text{C}_7\text{H}_8 \\ &= 0,4256 \text{ kJ/mol} \\ &= 425,7000 \text{ J/kmol}\end{aligned}$$

Dengan demikian reaksi yang berlangsung adalah reaksi endotermis yang membutuhkan panas.

Ditinjau dari energi bebas Gibbs ( $\Delta G^0$ ) pada suhu 298<sup>0</sup>K (25<sup>0</sup>C) :

$$\Delta G_{298}^0 = \Delta G^0 \text{ produk} - \Delta G^0 \text{ reaktan}$$

Diketahui data – data pada suhu kamar :

$$\Delta G^0 \text{C}_7\text{H}_8 = 121,6827 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^0 \text{C}_6\text{H}_6 = 120,3236 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^0 \text{ m-C}_8\text{H}_{10} = 115,5576 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^0 \text{ o-C}_8\text{H}_{10} = 118,3924 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^0 \text{ p-C}_8\text{H}_{10} = 113,7236 \text{ kJ/mol}$$

Jika  $\Delta G = (-)$  maka reaksi Berlangsung

Jika  $\Delta G = (+)$  maka reaksi tidak berlangsung

(Carl L Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}\Delta G^0 &= \Delta G^0 \text{ produk} - \Delta G^0 \text{ reaktan} \\ &= 0.5 \times (\Delta G^0 \text{C}_6\text{H}_6 + (0.151 \times \Delta G^0 \text{ m-C}_8\text{H}_{10} + 0.027 \times \Delta G^0 \text{ o-C}_8\text{H}_{10} + 0.822 \times \Delta G^0 \text{ p-C}_8\text{H}_{10})) - \Delta G^0 \text{C}_7\text{H}_8 \\ \Delta G^0 &= -4,458 \text{ kJ/mol}\end{aligned}$$

*commit to user*

$$\Delta G^0 = -4.457,6 \text{ kJ/kmol}$$

$$\begin{aligned} \ln K_{298} &= -\Delta G_f^0 / (RT) \\ &= -((-4.457,6) / (8,314 \times 298)) \end{aligned}$$

$$\ln K_{298} = 1,799$$

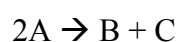
$$K_{298} = 6,045$$

$$\begin{aligned} \ln K_{743} &= -\frac{\Delta G_f^0}{RT} = -\frac{425,7}{8,314} \left( \frac{1}{743} - \frac{1}{298} \right) \\ &= -51,203(-0,00201) \\ \ln K_{743} - \ln K_{298} &= 0,103 \\ \ln K_{743} &= 0,103 + 1,799 \\ \ln K_{743} &= 1,902 \\ \ln K_{743} &= 0,103 + 1,799 \\ \ln K_{743} &= 6,700 \end{aligned}$$

Harga konstanta kesetimbangan lebih dari satu, berarti reaksi yang berlangsung *irreversible* (searah). Dengan demikian reaksi disproporsionasi *toluene* adalah reaksi yang bersifat endotermis dan searah (*irreversible*).

#### 2.2.4. Tinjauan Kinetika

Persamaan kecepatan reaksi disproporsionasi *toluene* menjadi *xylene* dapat ditulis sebagai berikut :



*commit to user*

Persamaan kecepatan reaksi :

$$-r_A = k \frac{(P_A^2 - \frac{P_B \cdot P_C}{K})}{(1 + k_{ad} \cdot P_A + k_c \cdot P_B)}$$

Dimana :

$$k = 1146 \exp(2639/T)$$

$$k_{ad} = \exp(6560/T)$$

$$K = 123 \exp(775/T)$$

$$k_c = 0,14 \exp(1995/T)$$

A : toluene

B : benzene

C : xylene

$-r_A$  : laju reaksi, kgmol toluene/(kg katalis. jam)

(TranslChemE, PartA, Oktober2004)

## 2.3 Diagram Alir Proses

### 2.3.1. Diagram Alir Proses

Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.1.

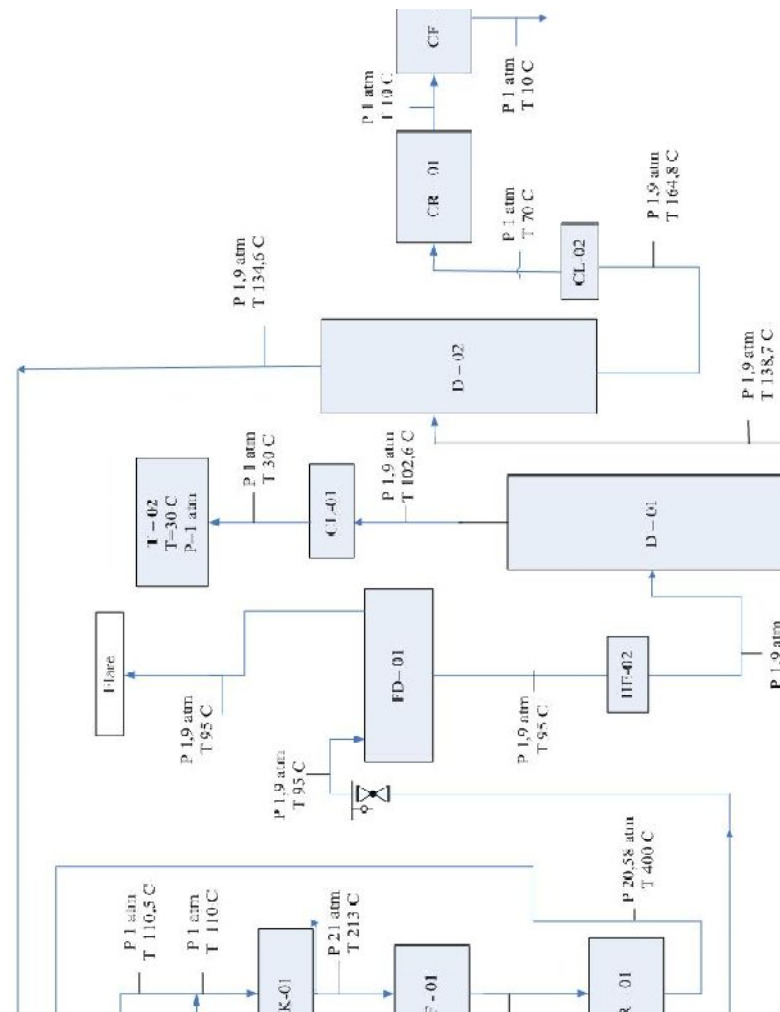
### 2.3.2. Diagram Alir Proses Kualitatif

Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.2.

### 2.3.3. Diagram Alir proses Kuantitatif

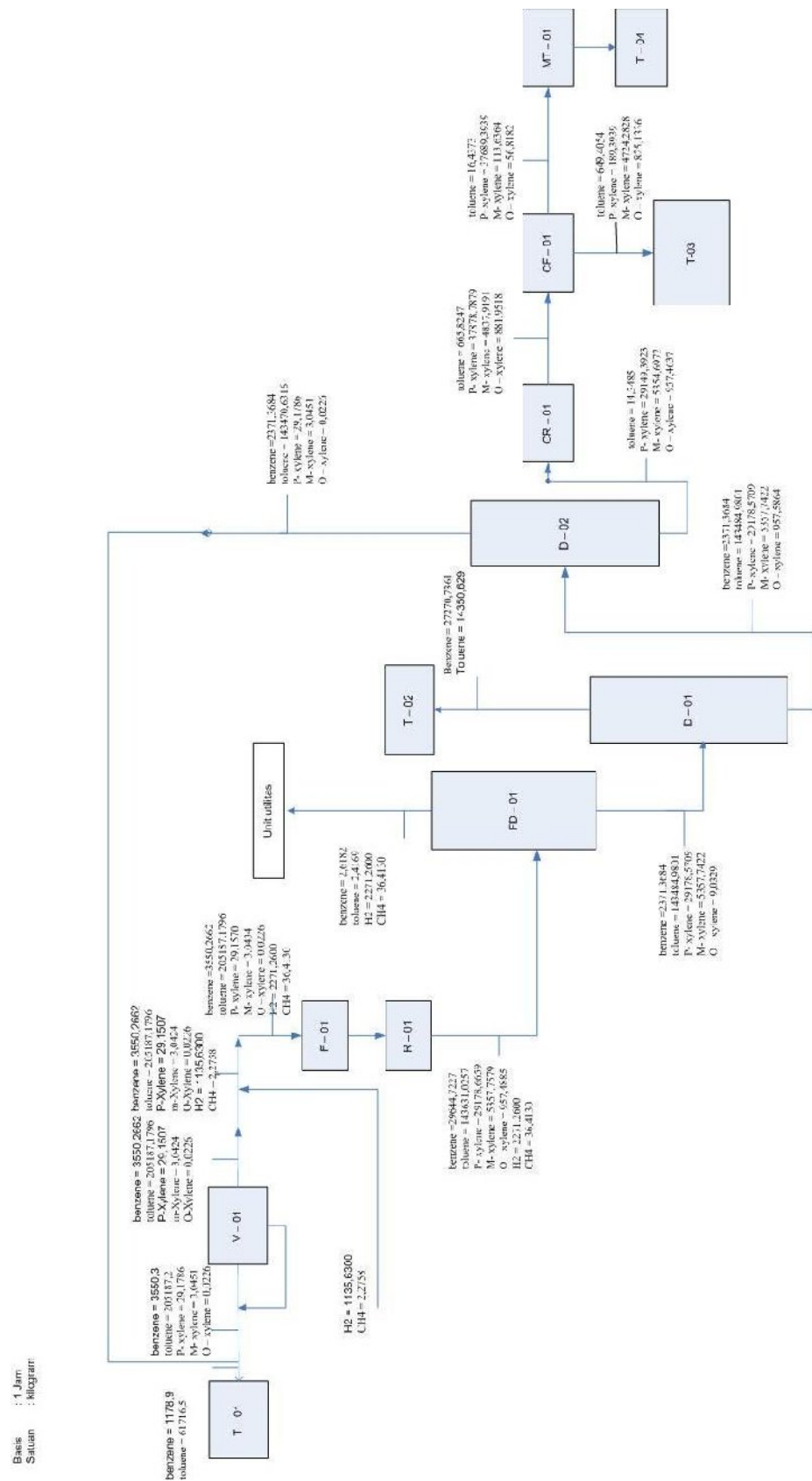
Diagram alir proses dapat dilihat pada gambar 2.3.







PRARANCANGAN PABRIK PARAXYLENE  
PROSES SELECTIVE TOLUENE DISPROPORTIONATION  
KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN



Gambar 2.3 Diagram Alir Kuantitatif

### 2.3.4. Langkah Operasi

Proses pembuatan paraxylene dari bahan baku toluene dapat dibagi dalam tiga tahap, yaitu :

#### 1. Tahap penyiapan bahan baku

Toluene ( $C_7H_8$ ) sebagai bahan baku dengan kemurnian 98% dipompa menggunakan pompa (P-01) dari tangki bahan baku (T-01), menuju *vaporizer* (V-01) untuk diuapkan. Kemudian dari *vaporizer* ditambahkan hidrogen dinaikkan tekanannya di kompresor (K-01) hingga tekanan 21 atm dan suhunya naik menjadi  $212^{\circ}C$  setelah itu masuk kedalam *furnace* (F-01) hingga suhu  $470^{\circ}C$  untuk menyesuaikan suhu dan tekanan di reaktor (R - 01) . Hidrogen tidak ikut bereaksi dan dipisahkan dari senyawa – senyawa lain di dalam flash drum (FD-01).

#### 2. Tahap reaksi dalam reaktor

Gas umpan reaktor (R -01) yang bersuhu  $470^{\circ}C$  dan tekanan 21 atm dimasukkan secara kontinyu ke dalam reaktor *fixed bed multitube non-adiabatis non-isothermal* yang menggunakan katalis zeolite tipe HZSM-5. Reaksi yang terjadi didalam reaktor reaksi endotermis.

### 3. Tahap pemurnian hasil

Tekanan hasil keluaran reaktor (R-01) diturunkan tekanannya dengan throttling valve hingga 1,9 atm sebelum masuk Flash drum (FD-01). Flash drum terjadi pemisahan antara fraksi yang *condensable* dan *non condensable*. Fraksi *non-condensable* yang berupa hidrogen dan metana dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler. Fraksi *condensable* di umpankan ke menara distilasi (MD-01), yang sebelumnya di naikan suhunya dengan *heat exchanger* (HE-01).

Dari menara distilasi 1 (MD-01) diperoleh benzene sebagai distilat. *Benzene* kemudian didinginkan oleh *cooler* (CL-01) lalu disimpan ditangki penyimpanan produk benzene (T-02). Hasil bawah menara distilasi 1 diumpankan kemenara distilasi 2 (D-02). *Toluene* yang keluar sebagai distilat direcycle kembali ke reaktor (R-01), hasil bawahnya dimasukkan ke *cristallizer* (CR-01) untuk mengkristalkan paraxylene.

Paraxylene yang telah mengkristal dipisahkan dari mother liquor dengan menggunakan *centrifuge* (CF-01). Mother liquor yang berupa campuran *xylene* disimpan pada tangki penyimpanan *mixed xylene* (T-03). Lalu kristal *paraxylene* dilelehkan di melter (MT-01) sebelum disimpan di tangki penyimpan produk *paraxylene* (T-04).

## 2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

### 2.4.1. Neraca Massa

Basis : 1 jam operasi

Satuan : kilogram

Tabel 2.1 Neraca Pada Massa Tee 1

Komponen	Input		Output
	Arus 1	Arus 13	Arus 2
<i>Benzene</i>	1.178,898	2.371,368	3.550,266
<i>Toluene</i>	61.716,548	143.470,632	20.5187,180
<i>Paraxylene</i>	0,000	29,179	29,179
<i>Metaxylene</i>	0,000	3,045	3,045
<i>Orthoxylene</i>	0,000	0,023	0,023
Jumlah	62.895,446	145.874,246	208.769,662
<b>Total</b>	<b>208.769,662</b>		<b>208.769,662</b>

Tabel 2.2 Neraca Pada Massa Tee 2

Komponen	Input		Output
	Arus 2	Arus 4	Arus 3
<i>Benzene</i>	3.550,266	379,027	3.929,293
<i>Toluene</i>	205.187,180	51.880,146	257.067,325
<i>Paraxylene</i>	29,151	16,378	45,529
<i>Metaxylene</i>	3,043	1,768	4,811

commit to user

<i>Orthoxylene</i>	0,023	0,015	0,038
Jumlah	208.769,662	52.277,334	261.046,996
<b>Total</b>	<b>261.047,996</b>		<b>261.047,996</b>

Tabel 2.3 Neraca Massa Pada Tee 3

Komponen	Input		Output
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
<i>Benzene</i>	3.550,266	0,0000	3550,266
<i>Toluene</i>	205.187,180	0,0000	205.187,180
<i>Paraxylene</i>	29,151	0,0000	29,151
<i>Metaxylene</i>	3,043	0,0000	3,043
<i>Orthoxylene</i>	0,023	0,0000	0,023
Hidrogen	0,0000	2.271,260	2.271,260
Metana	0,0000	36,413	36,413
Jumlah	208.769,663	2.307,673	211.077,336
<b>Total</b>	<b>211.077,336</b>		<b>211.077,336</b>

Tabel 2.4 Neraca Massa Pada Vaporizer (V-01)

Komponen	Input	Output	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
<i>Benzene</i>	3.929,293	379,027	3.550,266
<i>Toluene</i>	25.7067,325	51.880,146	205.187,180

<i>Paraxylene</i>	45,529	16,378	29,151
<i>Metaxylene</i>	4,811	1,768	3,043
<i>Orthoxylene</i>	0,038	0,015	0,023
Jumlah	261.047,997	52.277,334	208.769,663
<b>total</b>	<b>261.047,997</b>	<b>261.047,997</b>	

Tabel 2.5 Neraca Massa Pada Reaktor (R-01)

Komponen	Input Arus 7	Output Arus 8
<i>Benzene</i>	3.550,266	29.644,723
<i>Toluene</i>	205.187,177	143.631,026
<i>Paraxylene</i>	29,151	29.178,666
<i>Metaxylene</i>	3,043	5.357,760
<i>Oxylene</i>	0,023	957,489
Hidrogen	2.271,260	2.271,260
Metana	36,413	36,413
<b>jumlah</b>	<b>211.077,336</b>	<b>211.077,336</b>

commit to user



Tabel 2.6 Neraca Massa Pada Flash Drum (FD-01)

Komponen	Input (Arus 8)	Output	
		Arus 10	Arus 9
<i>Benzene</i>	29.644,722	29.642,105	2,618
<i>Toluene</i>	143.631,026	143.628,609	2,417
<i>Paraxylene</i>	29.178,666	29.178,576	0,000
<i>Metaxylene</i>	5.357,760	5.357,743	0,000
<i>Oxylene</i>	957,489	957,486	0,000
Hidrogen	2.271,260	0,000	2.271,260
Metana	36,413	0,000	36,413
Jumlah	211.077,336	208.764,518	2.312,708
<b>Total</b>	<b>211.077,336</b>	<b>211.077,336</b>	

Tabel 2.7 Neraca Massa Pada Menara Destilasi 1 (MD-01)

Komponen	Input (Arus 10)	output	
		Arus 11	Arus 12
<i>Benzene</i>	29.642,105	27.270,736	2.371,3684
<i>Toluene</i>	143.628,609	143,629	143.484,980
<i>Paraxylene</i>	29.178,576	0,005	29.178,571
<i>Metaxylene</i>	5.357,742	0,001	5.357,742
<i>Oxylene</i>	957,4864	0,000	957,486
Jumlah	208.764,5183	27.414,371	181.350,147
<b>Total</b>	<b>208.764,518</b>		<b>208.764,518</b>

*commit to user*

Tabel 2.8 Neraca Massa Pada Menara Destilasi 2 (MD-02)

Komponen	Input (Arus 7)	Output	
		Arus 8	Arus 9
Benzene	2.371,368	2.371,368	0,000
Toluene	143.484,980	143.470,632	14,349
<i>Paraxylene</i>	29.178,571	29,179	29.149,392
<i>Metaxylene</i>	5.357,742	3,044	5.354,697
<i>Oxylene</i>	957,486	0,023	957,463
Jumlah	181.350,147	145.874,246	35.475,901
<b>Total</b>	<b>181.350,147</b>	<b>181.350,147</b>	

Tabel 2.9 Neraca Massa Pada Crystallizer (CR-01)

Komponen	Input	Output
<i>Toluene</i>	14,349	14,348
<i>Paraxylene</i>	29.149,392	29.149,392
<i>Metaxylene</i>	5.354,697	5.354,697
<i>Oxylene</i>	957,463	957,464
<b>Jumlah</b>	<b>35.475,901</b>	<b>35.475,901</b>

Tabel 2.10 Neraca Massa Pada Centrifuge (CF-01)

Komponen	Input (Arus 14)	output	
		Arus 15	Arus 16
<i>Toluene</i>	14,348	13,838	0,511
<i>Paraxylene</i>	29.149,392	4.122,045	25.027,347
<i>Metaxylene</i>	5.354,697	5.164,129	190,568
<i>Oxylene</i>	957,464	923,388	34,075
Jumlah	35.475,901	10223,400	25.252,501
<b>Total</b>	<b>35.475,901</b>	<b>35.475,901</b>	

Tabel 2.11 Neraca Massa Total

Komponen	Input		Output			
	Arus 1	Arus 4	Arus 7	Arus 8	Arus 14	Arus 13
<i>Benzene</i>	1.178,998	0,000	2,618	27.270,736	0,000	0,000
<i>Toluene</i>	61.716,548	0,000	2,417	143,629	13,838	0,511
<i>Paraxylene</i>	0,000	0,000	0,090	0,005	4.122,045	25.027,347
<i>Metaxylene</i>	0,000	0,000	0,017	0,001	5.164,129	190,568
<i>Oxylene</i>	0,000	0,000	0,002	0,000	923,389	34,075
Hidrogen	0,000	2.271,260	2.271,260	0,000	0,000	0,000
Metana	0,000	36,413	36,413	0,000	0,000	0,000
<b>Jumlah</b>	62.895,446	2.307,673	2.312,817	27.414,371	10.223,401	25.252,501
<b>Total</b>	<b>65203.119</b>		<b>65203.119</b>			

## 2.4.2 Neraca Panas

Basis : 1 jam operasi

Satuan : kilojoule

Tabel 2.12 Neraca Panas Pada Vaporizer (V-01)

Komponen	Input	Output
Q heating	0,0000	6.355.690,301
Q vap	0,0000	101.942.305,597
Q pemanas	108.297.995,898	0,0000
<b>Total</b>	<b>108.297.995,898</b>	<b>108.297.995,898</b>

Tabel 2.13 Neraca Panas Pada Furnace (F-01)

Komponen	Input	Output
Q umpan	64.950.057,737	171.449.547,703
Q beban pemanas	108.499.489,966	
<b>Total</b>	<b>171.449.547,703</b>	<b>171.449.547,703</b>

Tabel 2.14 Neraca Panas Pada Reaktor (R-01)

Komponen	Input	Output	
Q umpan	188.625.211,457	Q2	188.579.832,155
Q beban pemanas	345.112,925	Qr	390.492,227
<b>Total</b>	<b>188.970.324,382</b>	<b>Total</b>	<b>188.970.324,382</b>

Tabel 2.15 Neraca Panas Pada *FlashDrum* (FD-01)

Komponen	Input	Output	
Q umpan	43.357.617,255	Qtop	2.299.746,335
		Qbott	26.389.008,479
		Q vapor	14.668.862,441
<b>Total</b>	<b>43.357.617,255</b>	<b>Total</b>	<b>43.357.617,255</b>

Tabel 2.16 Neraca Panas Pada Menara Destilasi 1 (MD-01)

Panas masuk ( kJ/jam )		Panas keluar ( kJ/jam )	
Qumpan	31.330.301,447	Qdestilat	2.758.153,354
Q reboiler	1142039,129	Qbottom	29.576.079,435
		Qkondenser	138.107,787
Jumlah	<b>32.472.340,576</b>	Jumlah	<b>32.472.340,576</b>

Tabel 2.17 Neraca Panas Pada Menara Destilasi 2 (MD-02)

Panas masuk ( kJ/jam )		Panas keluar ( kJ/jam )	
Qumpan	29.482.830,107	Qdestilat	22.197.475,666
Q reboiler	162.901.299,380	Qbottom	7.908.989,095
		Qkondenser	162.277.664,726
Jumlah	<b>192.384.129,487</b>	Jumlah	<b>192.384.129,487</b>

*commit to user*

Tabel 2.18 Neraca Panas Pada Crystallizer (CR-01)

Komponen	Input	Output	
Q umpan	986.517,124	Qproduk	-220.139,424
Q Kristal	174.133,886	Qbeban pendingin	1.380.790,434
<b>Total</b>	<b>1.160.651,010</b>	<b>total</b>	<b>1.160.651,010</b>

Tabel 2.19 Neraca Panas Pada Melter (MT-01)

Komponen	Input	Output	
Q umpan	-166.263,914	Qproduk	56.649,574
Q pemanas	267.886,506	Qlebur	44.973,018
<b>Total</b>	<b>101.622,593</b>	<b>total</b>	<b>101.622,593</b>

*commit to user*



Tabel 2.20 Neraca Panas total

Input		Output	
Komponen	kJ/jam	Komponen	kJ/jam
Arus 1	539.891,358	Vaporizer	102.630.085,248
Arus 4	168.720,192	Qreaksi	425,570
Furnace	108.499.489,966	Arus 7	2.304.484,506
HE-01	4.877.300,375	Arus 9	242.941,489
RB-01	1.142.039,129	Arus 13	236.039,893
RB-02	1.101.936,980	Arus 14	206.716,529
Melter	1.114.776,689	Cooler-01	2.913.557,915
		Cooler-02	6.939.703,352
		CD-01	138.107,787
		CD-02	478.302,326
		CR	1.380.790,43
<b>Total</b>	<b>117.444.155,048</b>	<b>Total</b>	<b>117.444.155,048</b>

## 2.5 Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses

### 2.5.1 Lay Out Pabrik

Tata letak (*layout*) pabrik merupakan hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik. Pengaturan tata letak pabrik harus dilakukan secara seksama sehingga penempatan peralatan-peralatan proses serta fasilitas penunjang lainnya dapat meminimalisasi biaya investasi lahan dan biaya

*commit to user*

perawatan, dapat mengakomodir seluruh pegawai yang bekerja di pabrik, serta memenuhi aspek-aspek keselamatan pekerja dan pabrik.

Pabrik *Paraxylene* ini akan didirikan pada areal seluas 3 hektar yang dapat menampung semua peralatan desain dan memungkinkan jika akan dilakukan perluasan pabrik. Untuk keamanan dan keselamatan kerja, maka area pabrik dibagi menjadi 2 bagian, yaitu OSBL (*Outside Battery Limit*) dan ISBL (*Inside Battery Limit*).

a. OSBL (*Outside Battery Limit*)

Area OSBL meliputi :

- Kantor
- Laboratorium
- Klinik
- *Maintenance*
- Tempat ibadah
- Pos keamanan
- Tempat parkir

b. ISBL (*Inside Battery Limit*)

Area ISBL meliputi daerah proses dan penanganan produk, *control room*, sistem utilitas. Di area ini diberlakukan sistem pengamanan dan keselamatan kerja yang ketat, ditandai dengan kewajiban untuk memakai helm, sepatu *safety*, dan alat-alat keselamatan lainnya. Secara keseluruhan, tata letak pabrik didasarkan atas tujuan efektivitas, kenyamanan, dan keselamatan produksi. Letak urutan peralatan

*commit to user*

---

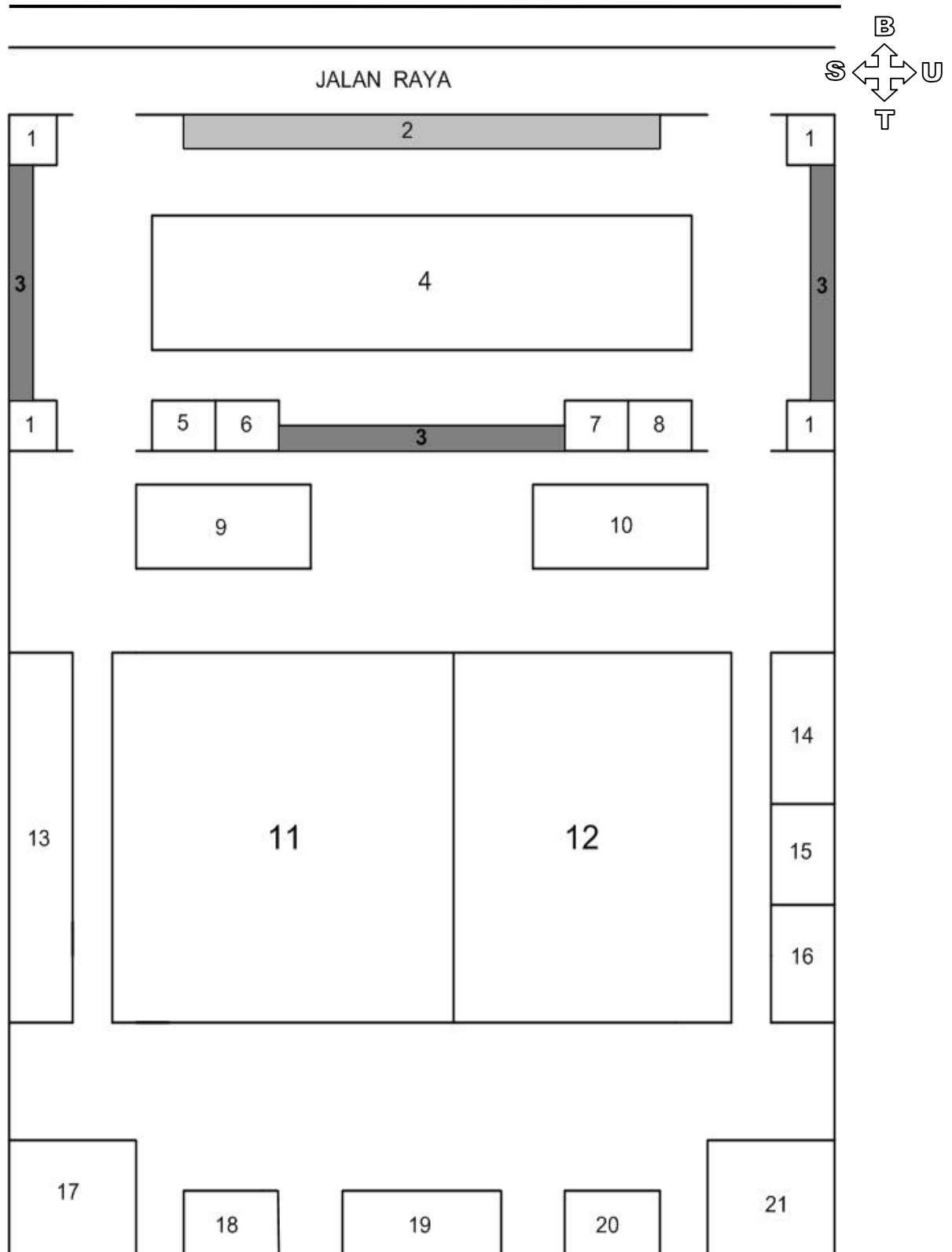
proses, ukuran peralatan, dan sifat bahan yang diolah merupakan beberapa hal yang sangat mempengaruhi tata letak suatu pabrik.

*Control room* sebagai pusat dari segala peralatan elektronik yang mengendalikan dan mengoperasikan pabrik, perlu diletakkan pada lokasi yang aman namun staf yang ada di sana dimungkinkan untuk segera melakukan tindakan manual jika terjadi sesuatu di plant. Beberapa pertimbangan untuk *control room*:

- Tekanan udara di dalam *control room* dibuat lebih tinggi untuk mencegah masuknya uap berbahaya dan beracun.
- Mendesain *control room* agar tahan dari *blast* dan ledakan.
- Menempatkan di lokasi yang memiliki resiko paling kecil, berdasarkan jarak pisah dengan peralatan dan kemungkinan terlepasnya gas berbahaya dan beracun.
- Memasang unit pemurnian udara yang masuk yang dapat meminimalisasi terpaparnya para pekerja dari uap beracun.
- Memasang *seal* di semua *sewer outlet* dari *control room*.
- Memasang unit pemadam kebakaran di dalam *control room*

Lay out pra perancangan paraxylene dapat dilihat pada gambar 2,4

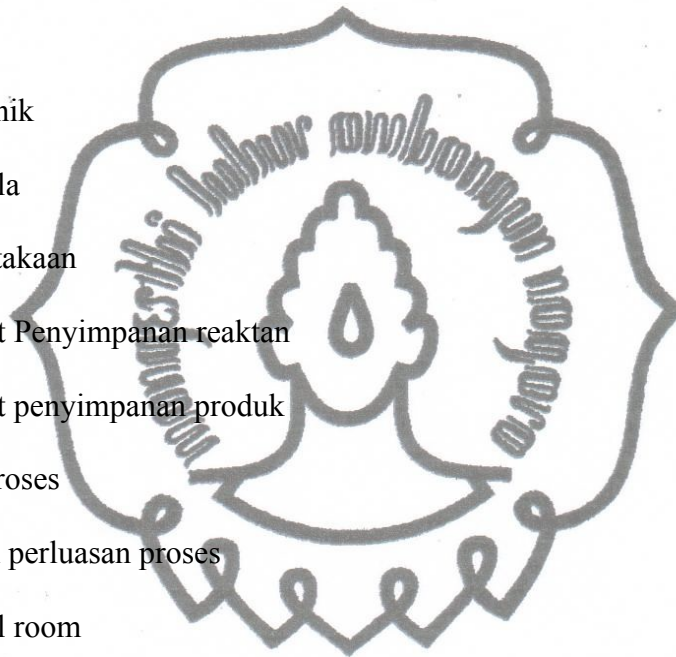
PRARANCANGAN PABRIK PARAXYLENE  
 PROSES SELECTIVE TOLUENE DISPROPORTIONATION  
 KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN



*commit to user*

Keterangan Gambar :

1. Pos Keamanan
2. Taman
3. Area Parkir
4. Kantor dan Aula
5. Kantin
6. Poliklinik
7. Mushola
8. perpustakaan
9. Tempat Penyimpanan reaktan
10. Tempat penyimpanan produk
11. Area proses
12. Daerah perluasan proses
13. Control room
14. Laboratorium
15. Gudang
16. Bengkel
17. Daerah pembangkit listrik
18. Pemadam kebakaran
19. Daerah utilitas
20. Daerah pengolahan limbah
21. Daerah penyediaan bahan bakar



Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik  
*commit to user*

### 2.5.2 Lay Out Peralatan Proses

Mode operasi yang digunakan dalam pabrik *Paraxylene* adalah kontinyu. Letak peralatan proses didasarkan dari fungsi peralatan tersebut dan urutannya dalam proses produksi agar lebih efisien. Ukuran peralatan perlu diperhatikan dalam rangka menyederhanakan konstruksi pabrik sehingga tidak boros lahan dan konstruksi. Sifat bahan yang diolah berpengaruh terhadap tata letak pabrik karena bahan kimia yang berbahaya harus mendapat penanganan khusus. Penentuan skema tata letak peralatan di dalam pabrik dilakukan dengan memperhitungkan faktor-faktor berikut ini :

#### a. Arah angin

Penempatan peralatan proses harus memperhatikan arah angin. Semua peralatan yang melibatkan zat-zat yang berbahaya dan mudah terbakar harus diletakkan di daerah yang searah dengan arah angin sehingga apabila terjadi kebocoran, angin tidak akan membawa zat tersebut ke seluruh pabrik di mana zat tersebut dapat tersulut dan terbakar. Fasilitas lain seperti perkantoran, *control room*, kantin, tempat ibadah, laboratorium, gudang, dan tempat parkir diletakkan di daerah yang berlawanan dengan arah angin sebab di fasilitas ini paling banyak terdapat orang.

#### b. Penempatan alat

Penempatan peralatan proses perlu dikelompokkan dalam kelompok-kelompok unit proses untuk efisiensi jumlah tenaga kerja. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah penempatan *control room*, dimana *control room* harus ditempatkan di suatu lokasi strategis yang dapat memantau wilayah area pabrik

*commit to user*



yang cukup luas. Faktor keselamatan lain yang harus dipertimbangkan adalah harus tersedianya *assembly point* apabila terjadi kecelakaan.

c. Jarak antar alat

Jarak antar alat, jarak antar alat dengan bangunan dan jarak antar alat dengan jalan umum diatur dengan memperhatikan karakteristik material yang digunakan, ukuran peralatan dan tipe proteksi terhadap proses terkait. Pengaturan jarak tersebut akan mempengaruhi panjang dan jalur sistem perpipaan, ukuran peralatan instalasi, pengangkutan, pemeliharaan, dan peralatan cadangan yang diperlukan. Penentuan jarak pisah antar peralatan juga ditentukan berdasarkan *hazards* yang dimiliki masing-masing peralatan dan kemudahan pengoperasian. Penentuan jarak pisah ini mengikuti aturan/kaidah CCPS (*Center for Chemical Process Safety*).

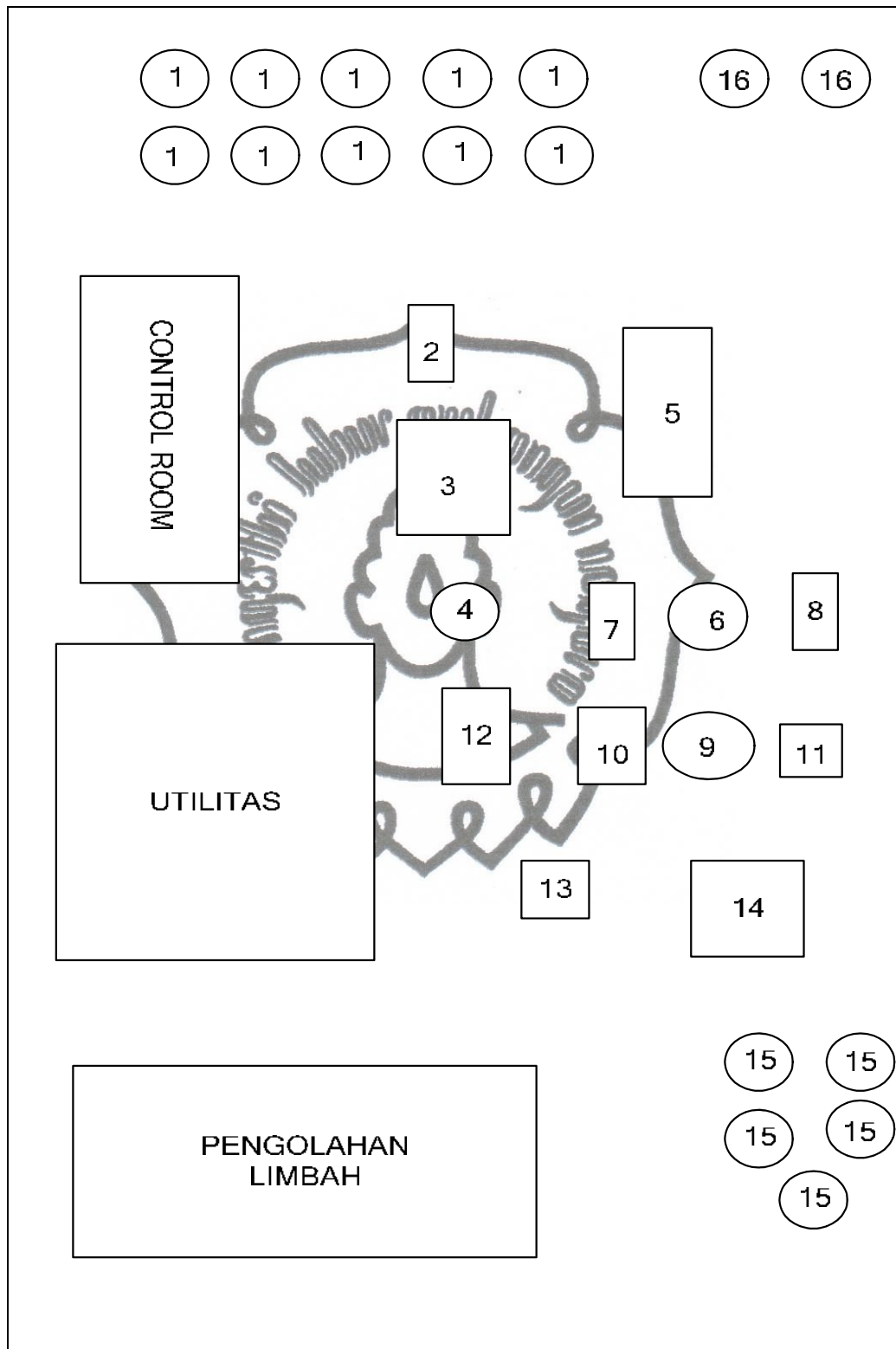
d. Elevasi alat

Sebaiknya suatu alat diletakkan di dasar, kecuali ada alasan khusus untuk menempatkannya pada elevasi (ketinggian) tertentu. Hal ini disebabkan oleh biaya konstruksi untuk menaikkan elevasi suatu alat atau membuat pabrik yang bertingkat jauh lebih besar dibandingkan jika semua peralatan ditempatkan di dasar. Selain itu, hal lain yang perlu dipertimbangkan dalam elevasi alat ini adalah aspek keselamatan yang memerlukan perhatian lebih apabila kemungkinan terjadi bahaya kebakaran, ledakan, maupun gempa bumi.

e. Perawatan (*Maintenance*)

Desain tata letak pabrik harus memudahkan proses perawatan peralatan-peralatan proses yang digunakan dalam pabrik, mengingat pabrik kimia memiliki biaya perawatan yang tinggi.

*commit to user*



*commit to user*

Keterangan Gambar :

1. Tangki toluene
2. Vaporizer
3. Furnace
4. Reactor
5. Flash drum
6. Menara destilasi 1
7. Reboiler 1
8. Condenser 1
9. Menara destilasi 2
10. Reboiler 2
11. Condenser 2
12. Crystalliser
13. Centrifuge
14. Melter
15. Tangki paraxylene
16. Tangki benzene



Gambar 2.5 Tata Letak Peralatan

*commit to user*

---

## BAB III

### SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

#### 3.1 Tangki Penyimpanan

##### 3.1.1. Tangki Penyimpanan *Toluene* (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku *Toluene* ( $C_7H_8$ )  
 selama 30 hari  
 Jumlah : 2 buah  
 Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan *conical headroof*  
 Bahan konstruksi : *Carbonsteel SA 283 grade C*  
 Kapasitas : 67244 m<sup>3</sup>  
**Kondisi operasi**  
 Suhu : 30°C  
 Tekanan : 1 atm  
 Kondisi penyimpanan : cair  
 Waktu penyimpanan : 1 bulan  
 Dimensi :

Diameter = 160 ft = 48,768 m

Tebal *shell* =

Course 1 = 3,500 in = 0,089 m

Course 2 = 3,313 in = 0,084 m

Course 3 = 3,125 in = 0,079 m

Course 4 = 2,938 in = 0,075 m

Course 5 = 2,688 in = 0,068 m

Course 6 = 2,500 in = 0,064 m

Course 7 = 2,313 in = 0,059 m

Course 8 = 2,125 in = 0,054 m

Course 9 = 1,938 in = 0,049 m

Course 10 = 1,688 in = 0,043 m

Tebal head : 0,019 m

Tinggi head : 5,512 m

Tinggi tangki total : 23,800 m

### 3.1.2. Tangki Penyimpanan Produk *Benzene* (T-02)

Fungsi : Menyimpan produk samping *Benzene* ( $C_6H_6$ )  
 selama 30 hari

Jumlah : 1 buah

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan *conical headroof*

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

Kapasitas : 27295,800 m<sup>3</sup>

#### Kondisi operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Kondisi penyimpanan : cair

Waktu penyimpanan : 1 bulan

Dimensi :

*commit to user*  
 Diameter = 160 ft = 48.769 m

Tebal *shell* =

Course 1 = 3,625 in = 0,092 m

Course 2 = 3,438 in = 0,087 m

Course 3 = 3,250 in = 0,083 m

Course 4 = 3,000 in = 0,076 m

Course 5 = 2,813 in = 0,071 m

Course 6 = 2,563 in = 0,065 m

Course 7 = 2,375 in = 0,060 m

Course 8 = 2,188 in = 0,056 m

Course 9 = 1,938 in = 0,049 m

Course 10 = 1,750 in = 0,044 m

Tebal head : 0,019 m

Tinggi head : 5,306 m

Tinggi tangki total : 23,5 m

### 3.1.3. Tangki Penyimpanan Produk *Mixedxylene* (T-03)

Fungsi : Menyimpan Produk *Paraxylene* ( $C_8H_{10}$ )

Jumlah : 1 buah

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan conical head roof

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

Kapasitas : 100072,1 m<sup>3</sup>

#### Kondisi operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm



Kondisi penyimpanan : cair

Waktu penyimpanan : 1 bulan

Dimensi :

Diameter = 120 ft = 36,576 m

Tebal shell =

Course 1 = 2,500 in = 0,064 m

Course 2 = 2,313 in = 0,059 m

Course 3 = 2,125 in = 0,054 m

Course 4 = 2,000 in = 0,051 m

Course 5 = 1,813 in = 0,046 m

Course 6 = 1,688 in = 0,043 m

Course 7 = 1,500 in = 0,038 m

Course 8 = 1,313 in = 0,033 m

Tebal head : 0,016 m

Tinggi head : 3,979 m

Tinggi tangki total : 18,609 m

### 3.1.4. Tangki Penyimpanan Produk *Paraxylene* (T-04)

Fungsi : Menyimpan Produk *Paraxylene* (p-C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>)

Jumlah : 1 buah

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (flat bottom) dan conical head roof

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 283 grade C

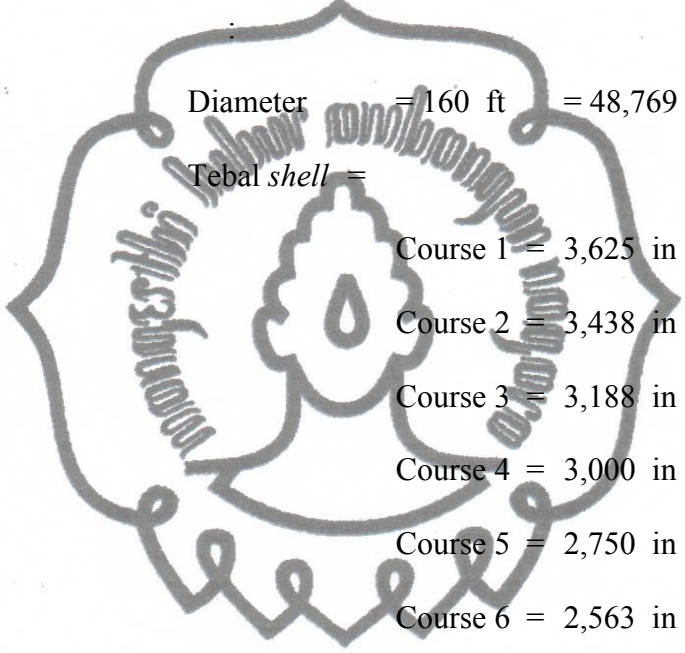
Kapasitas : 25325,6 m<sup>3</sup>

*commit to user*

### Kondisi operasi

Suhu : 30°C  
 Tekanan : 1 atm  
 Kondisi penyimpanan : cair  
 Waktu penyimpanan : 1 bulan

### Dimensi



Diameter	= 160 ft	= 48,769 m
Tebal shell	=	
Course 1	= 3,625 in	= 0,092 m
Course 2	= 3,438 in	= 0,087 m
Course 3	= 3,188 in	= 0,081 m
Course 4	= 3,000 in	= 0,076 m
Course 5	= 2,750 in	= 0,069 m
Course 6	= 2,563 in	= 0,065 m
Course 7	= 2,375 in	= 0,060 m
Course 8	= 2,125 in	= 0,054 m
Course 9	= 1,938 in	= 0,049 m
Course 10	= 1,750 in	= 0,044 m

Tebal head : 0,019 m  
 Tinggi head : 5,306 m  
 Tinggi tangki total : 23,594 m

### 3.2 Reaktor (R-01)

Fungsi: Tempat berlangsungnya reaksi disproporsionasi toluene menjadi  
*benzene dan paraxylene* dengan bantuan zeolite HZSM-5

Tipe : *Fixed BedMultitube* Reaktor

Jumlah : 1 buah

1. Kondisi Operasi

Suhu : 400 - 470 K

Tekanan : 21 atm

Waktu tinggal : 0,548detik

Non adiabatik dan non-isothermal

2. Spesifikasi

a. Katalisator

Bahan : Zeolite HZSM-5

Bentuk : *granular*

Umur : 3-5 tahun

Diameter : 0,738 cm

Porositas : 0,82

Densitas : 1100kg/m<sup>3</sup>

b. Tube

Panjangtube : 3,5 m

IDT : 0,036m

ODT : 0,038m

at :  $9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Jumlah : 1438

Susunan : *triangular*, dengan *pitch* 1,875 in

Jumlah *pass* : 1  
*commit to user*

Material : High Alloy steel SA 283 grade C

c. Shell

IDs : 80 in

Baffle space : 0,508m

Jumlah : 1

Jumlah pass : 1

Material : High Alloy steel SA 283 grade C

d. Pemanas

Bahan : Fuel gas

Suhu masuk : 1218 K

Suhu keluar : 875,48K

e. Head

Bentuk : *elliptical dished head*

Tinggi : 0,622 m

Tebal : 0,038 m

f. Reaktor

Tinggi : 4,745 m

Volume : 11,346m<sup>3</sup>

### 3.3 Menara Distilasi

#### 3.3.1. Menara Distilasi1 (MD-01)

Fungsi : Memisahkan fraksi ringan (*benzene*) dari fraksi berat  
 (*toluene, mixedxylene*)

Jenis : menara plate dengan *sieve* tray

Tipe : *Sieve* Tray dengan kondensor parsial dan reboiler parsial

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi : Tekanan = 1 atm  
 Suhu Umpan = 107°C  
 Suhu top = 80°C  
 Suhu Bottom = 114°C

Jumlah Plate : 27 plate

Plate Umpan : diantara plate 21 dan 22

Dimensi Menara

- Diameter : 4,98 m
- Tray spacing : 0,70 m
- Tebal
  - Bagian atas : 0,04 m
  - Bagian bawah : 0,04 m
- Material : Carbon steel SA 283 grade C

Bentuk head : Torispherical dished head

Tebal head

Bagian atas : 0,009 m

Bagian bawah : 0,01 m

Panjang head : 1,05 m

Tinggi menara : 22,77 m

### 3.3.2. Menara Distilasi 2 (MD-02)

Fungsi : Untuk memisahkan *benzene* dan *toluene*, sebagai  
 hasil atas dan *mixedxylene* sebagai hasil bawah

Jenis : *commit to user*  
 : menara plate dengan *sievetray*

---

Tipe	: SieveTray dengan kondensor parsial dan reboiler parsial
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm
	Suhu Umpan = 114 °C
	Suhu top = 110°C
	Suhu Bottom = 138 °C
Jumlah Plate	: 90 plate
Plate Umpan	: diantara plate 37 dan 38
Dimensi Menara	
- Diameter	: 4,57 m
- Tray spacing	: 0,50 m
Tebal	
Bagian atas	: 0,02 m
Bagian bawah	: 0,02 m
Material	: Carbonsteel SA 283 grade C
Bentuk head	: Torisphericaldishedhead
Tebal head	
Bagian atas	: 0,006 m
Bagian bawah	: 0,009 m
Panjang head	: 0,47 m
Tinggi menara	: 57,65 m

*commit to user*



### 3.4 Condenser

#### 3.4.1. Condenser 1 (CD-01)

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Menara Distilasi 1

Jenis : *Shell and Tube Condenser*

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Luas transfer : 24,7338 m<sup>2</sup>

Kondisi operasi : *Hot fluid* : 80,191<sup>0</sup>C – 80,046<sup>0</sup>C

*Cold fluid* : 30<sup>0</sup>C – 45<sup>0</sup>C

Spesifikasi :

*Shell side* (fluida panas) hasil atas MD-01

- ID : 0,203 m
- *Baffle space* : 0,152 m
- *Passes (n)* : 1
- *Pressure drop* : 0,12 atm

*Tube side* (fluida dingin) air

- OD : 0,019 m
- ID : 0,012 m
- BWG : 10
- *Pitch* : 0,031 m
- *Passes (n)* : 1
- *Pressure drop* : 0,054 atm
- Jumlah pipa (Nt) : 21

*commit to user*

### 3.4.2 Condenser 2

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas Menara Distilasi 2

Jenis : *Shell and Tube Condenser*

Jumlah : 1 buah

Bahan : *Carbon steel SA 283 grade C*

Luas transfer : 1617,100 m<sup>2</sup>

Kondisi operasi : *Hot fluid* : 110,318<sup>0</sup>C – 109,814<sup>0</sup>C

*Cold fluid* : 30<sup>0</sup>C – 45<sup>0</sup>C

Spesifikasi :

*Shell side* (fluida panas) hasil atas MD-02

ID : 0,838 m

*Baffle space* : 0,629 m

*Passes (n)* : 1

*Pressure drop* : 0,129 atm

*Tube side* (fluida dingin) air

OD : 0,038 m

ID : 0,035 m

BWG : 18

*Pitch* : 0,048 m

*Passes (n)* : 1

*Pressure drop* : 0,054 atm

Jumlah pipa (Nt) : 206

*commit to user*

### 3.5 Reboiler

#### 3.5.1 Reboiler 1

Fungsi	:	Menguapkan kembali hasil bawah Menara Distilasi 1
Jenis	:	Kettle Reboiler
Jumlah	:	1 buah
Kondisi Operasi	:	Fluida Panas = 200°C Fluida Dingin = 114,056°C – 114,343 °C
Luas Transfer Panas	:	73,02 ft <sup>2</sup>
Shell side :	ID	= 0,305 m
	Passes	= 1
Tube side :	Length	= 1,829 m
	OD	= 0,019 m
	BWG	= 10
	Pitch	= 0,024 m
	Passes	= 2

#### 3.5.2 Reboiler 2

Fungsi	:	Menguapkan kembali hasil bawah Menara Distilasi 2
Jenis	:	Kettle Reboiler
Jumlah	:	1 buah
Kondisi Operasi	:	Fluida Panas = 200 °C Fluida Dingin = 138,745 °C – 138,746 °C
Luas Transfer Panas	:	1946,32 ft <sup>2</sup>

*commit to user*

---

Shell side	: ID	= 0,940 m
	Passes	= 1
Tube side	: Length	= 5,48 m
	OD, BWG, Pitch	= 1,5 in, 18 BWG, 1,875 in
	Passes	= 1

### 3.6 Accumulator

#### 3.6.1 Accumulator 1

Fungsi	: Menampung distilat hasil Menara Distilasi 1
Tipe	: Tangki Silinder Horizontal
Jenis Head	: Torispherical Dished Head
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi	: Suhu = 80,05 °C
	Tekanan = 1atm
Volume	: 6,7226 m <sup>3</sup>
Dimensi tangki	: Diameter = 1,403 m
	Panjang = 4,204 m
	Tebal = 0,0048 m
Bahan Konstruksi	: CarbonSteel SA 283 Grade C

#### 3.6.2 Accumulator 2

Fungsi	: Menampung distilat hasil Menara Distilasi 2
Tipe	: Tangki Silinder Horizontal
Jenis Head	: Torispherical Dished Head
Jumlah	: 1 buah

*commit to user*

Kondisi Operasi : Suhu = 109,81 °C

Tekanan = 1 atm

Volume : 11,526 m<sup>3</sup>

Dimensi tangki : Diameter = 1,680 m

Panjang = 5,039 m

Tebal = 0,0048 m

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA 283 Grade C

### 3.7 Flash Drum

Kode : FD-01

Fungsi : memisahkan H<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub> dari produk keluar reaktor akibat penurunan tekanan

Tipe : horisontal drum

Bahan : Carbon steel SA 283 Grade C

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 17,45 m<sup>3</sup>

Kondisi Operasi :

- Tekanan (P) : 1,9 atm
- Suhu (T) : 95°C

Dimensi :

- Diameter : 1,83 m
- Panjang : 7,70 m
- Tebal *Shell* : 0,31 m
- Tebal *Head* : 0,0048 m

*commit to user*

### 3.8 Vaporizer

Kode : VP-01

Fungsi : Menguapkan toluene sebelum masuk furnace

Jumlah : 1 buah

Tipe : Shell and Tube Horizontal vaporizer

#### Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm

Fluida Panas : 400 °C – 158 °C

Fluida Dingin : 86,55°C – 110,47°C

#### Spesifikasi :

*Tube* : Fluida panas

- Kapasitas : 211.077,336 kg/jam
- Fluida : Produk reaktor
- Bahan : *Stainless SteelSA 213*
- Panjang : 6,08 m
- Jumlah : 1074 buah
- OD : 0,75 in
- BWG : 18
- Pitch : 1 in
- Passes : 1
- Pressure drop : 0,007 atm

*Shell* : Fluida dingin

- Kapasitas : 211.077,336 kg/jam

*commit to user*



---

▪ Fluida	: Toluene
▪ Bahan	: <i>Stainless Steel SA 182 F22</i>
▪ IDs	: 0,940 m
▪ Baffle space	: 0,705 m
▪ Passes	: 1
▪ Pressure drop	: 0,040 atm
▪ Luas Transfer Panas	: 581,0480 ft <sup>2</sup>
▪ U <sub>c</sub>	: 118,370 Btu/j.F.ft <sup>2</sup>
▪ U <sub>d</sub>	: 100,332 Btu/j.F.ft <sup>2</sup>
R <sub>d</sub> required	: 0,0015 F.ft <sup>2</sup> /Btu
R <sub>d</sub>	: 0,00152 F.ft <sup>2</sup> /Btu

### 3.9 Furnace

Kode	: F-01
Fungsi	: Menaikkan suhu campuran umpan dari 213°C menjadi 470°C
Jenis	: <i>Furnace two radiant chamber</i>
Material	: <i>Bata Tahan Api</i>
Jumlah	: 1 Buah
Beban Panas	: 123.675.153,720 kJ/jam
Kondisi Operasi	:
▪ Suhu Gas Masuk	: 213°C
▪ Suhu Gas Keluar	: 470°C
▪ Dimensi	:
Panjang	: 50,50 ft = 12,34 m

---

Lebar : 11,17 ft = 3,40 m

Tinggi : 42,40 ft = 12,92 m

### 3.10 Crystallizer

Kode : CR-01

Fungsi : Mengkristalkan paraxylene dari hasil bawah MD-02

Jumlah : 1 Unit

Tipe : *Swenson-Walker*

Dimensi

Panjang : 0,6604 m

Lebar : 0,6096 m

Tinggi : 3,048 m

Pengaduk

- Jenis pengaduk : *Spiral Agitator*

- Jumlah Pengaduk: 1 buah

- Diameter : 0,6091 m

- Kecepatan : 50rpm

- Daya : 2Hp

Pendingin

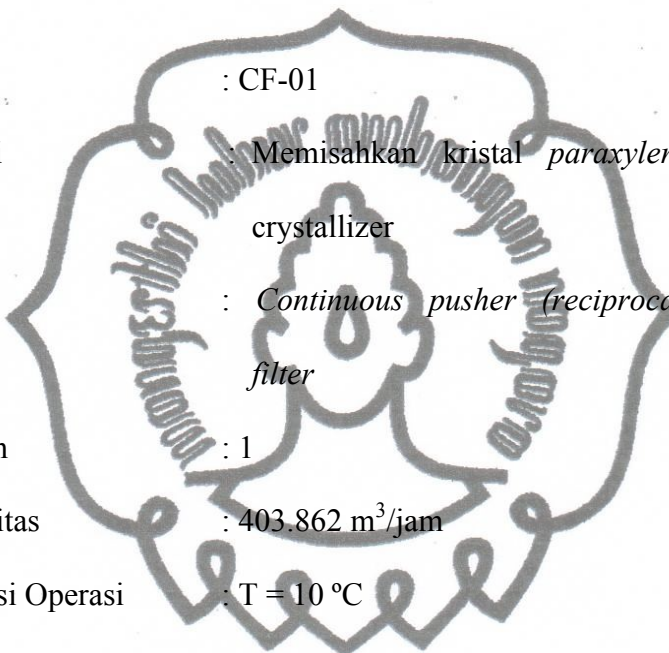
- Tipe : *jacket*

- Bahan Pendingin : Brine Water

- Jumlah : 46.450,16 kg/jam

- Lebar *jacket* : 0,0793 m
- Diameter *jacket* : 0,768 m
- Tebal *jacket* : 0,0048 m

### 3.11 Centrifuge



Kode	: CF-01
Fungsi	: Memisahkan kristal <i>paraxylene</i> dari keluaran crystallizer
Tipe	: <i>Continuous pusher (reciprocating) centrifugal filter</i>
Jumlah	: 1
Kapasitas	: 403.862 m <sup>3</sup> /jam
Kondisi Operasi	: T = 10 °C P = 1 atm
Material	: staninless steel SS 304
Diameter	: 2,1112 m
Lebar	: 1,5 m
Tebal dinding <i>basket</i>	: 7.8739 in
Tebal <i>cake</i>	: 10 cm
Waktu tinggal	: 30 sekon
Kecepatan Putar	: 9671 rpm
Tenaga motor	: 200 hp

*commit to user*

---

### 3.12 Screw Conveyer

#### 3.12.1 Screw Conveyer 1

Kode : SC-01

Fungsi : Mengalirkan *paraxylene* dari kristalizer ke dalam

*centrifuge*

Jumlah : 1

Kapasitas : 35.475,9 kg/jam

**Dimensi**

Jarak horizontal (L) : 70 ft

Elevasi (H) : 15 ft

Daya motor : 8,25 HP

#### 3.12.2 Screw Conveyer 2

Kode : SC-02

Fungsi : mengumpulkan *cake* dari *centrifuge* untuk diumpankan ke *melter*

Jumlah : 1

Kapasitas : 917,670 cuft/jam

**Dimensi**

Jarak horizontal (L) : 70 ft

Elevasi (H) : 15 ft

Daya motor : 5 HP

*commit to user*

---

### 3.13 Melter

Kode	: MT – 01
Fungsi	: melelehkan kristal <i>paraxylene</i>
Jumlah	: 1
Volume melt tank	: 29,572 m <sup>3</sup>

#### Dimensi

Diameter shell	: 3,352 m
Tinggi shell	: 4,414 m

### 3.14 Heat Exchanger 1

Kode	: HE-01
Tugas	: Memanaskan hasil keluaran FD-01 sebelum masuk ke MD-01
Jenis	: <i>Shell and tube 1 – 2 Heat Exchanger Horizontal</i>
Jumlah	: 1 Buah
Luas Transfer Panas	: 173,236ft <sup>2</sup>
Beban Panas	: 4.622.789,137Btu/jam
Bahan konstruksi :	
<i>Tube</i>	: <i>Cast Steel</i>
<i>Shell</i>	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Spesifikasi <i>Tube</i> :	
Fluida	: Steam
Suhu	: 200°C
OD <i>Tube</i>	: 0,75 in

*commit to user*

---

ID Tube	: 0,62 in
BWG	: 16
Susunan	: <i>Triangular Pitch</i> , Pt = 1 in
Jumlah Tube	: 151
Passes	: 1
Panjang Tube	: 72 in
Delta P	: 0,06 psi
Spesifikasi Shell :	
Fluida	: fluida dingin, arus dari FD-01
Suhu	: 95°C – 107,3°C
ID Shell	: 15,25 in
Baffle Spacing	: 11,4 in
Passes	: 1
Delta P	: 1,46 psi

### 3.15 Cooler

#### 3.15.1 Cooler 1

Kode	: CL – 01
Tugas	: mendinginkan produk atas menara destilasi 1
Jenis	: <i>Shell and tube 1 – 2 Heat Exchanger Horisontal</i>
Jumlah	: 1 Buah
Luas Transfer Panas	: 829,27ft <sup>2</sup>
Beban Panas	: 2.761.509Btu/jam
Bahan konstruksi :	<i>commit to user</i>

---



*Tube* : *Cast Steel*

*Shell* : *Carbon Steel SA 283 grade C*

Spesifikasi *Tube* :

Fluida : fluida dingin, air pendingin

Suhu : 37,5°C

OD *Tube* : 1,5 in

ID *Tube* : 1,4 in

BWG : 18

Susunan : *Triangular Pitch*, Pt = 1,875 in

Jumlah *Tube* : 268

*Passes* : 2

Panjang *Tube* : 96 in

Delta P : 0,0603 psi

Spesifikasi *Shell* :

Fluida : fluida panas, umpan menara destilasi 1

Suhu : 57,5°C

ID *Shell* : 37 in

*Baffle Spacing* : 27,8 in

*Passes* : 2

Delta P : 0.0052 psi

Rd *required* : 0,002 jam.ft<sup>2</sup>.F/BTU

Rd : 0,0021 jam.ft<sup>2</sup>.F/BTU

*commit to user*

### 3.15.2 Cooler 2

Kode	: CL – 02
Tugas	: mendinginkan umpan masuk <i>crystallizer</i> ( hasil bawah menara destilasi 2)
Jenis	: <i>Shell and tube 1 – 2 Heat Exchanger Horizontal</i>
Jumlah	: 1 Buah
Luas Transfer Panas	: 812,3ft <sup>2</sup>
Beban Panas	: 6.577.544Btu/jam
Bahan konstruksi :	
<i>Tube</i>	: <i>Cast Steel</i>
<i>Shell</i>	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C</i>
Spesifikasi <i>Tube</i> :	
Fluida	: fluida dingin, air pendingin
Suhu	: 37,5°C
OD <i>Tube</i>	: 1,25in
ID <i>Tube</i>	: 0,652in
BWG	: 18
Susunan	: <i>Triangular Pitch</i> , Pt = 1,56 in
Jumlah <i>Tube</i>	: 315
<i>Passes</i>	: 1
Panjang <i>Tube</i>	: 96 in
Delta P	: 0,0301 psi
Spesifikasi <i>Shell</i> :	<i>commit to user</i>

---

Fluida	: fluida panas, output bawah menara destilasi 2
Suhu	: 89,5°C
ID Shell	: 33in
Baffle Spacing	: 24,8 in
Passes	: 1
Delta P	: 0,007psi
Rd <sup>required</sup>	: 0,002 jam.ft <sup>2</sup> .F/BTU
Rd	: 0,0020 jam.ft <sup>2</sup> .F/BTU

### 3.16 POMPA

#### 3.16.1 POMPA 1 (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan <i>Toluene</i> dari T-01 ke <i>vaporizer</i> sekaligus menaikkan tekanannya hingga 1,1 atm
Jumlah	: 1 buah
Jenis	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Comercial Steel</i>
Kapasitas	: 1282,351gpm
Power Pompa	: 7,5 Hp
Power Motor	: 10 Hp
NPSH <sup>required</sup>	: 33,505 ft
NPSH <sup>available</sup>	: 4,7731 ft
Pipa yang digunakan :	
▪ D, <i>Nominal Size</i>	: 10 in
▪ <i>Schedule Number</i>	: 5 S

*commit to user*

- ID : 9,23 in
- OD : 10,75 in

### 3.16.2 POMPA 2 (P-02)

Fungsi : Mengalirkan sebagian *distilat* D-01 sebagai refluks dan sebagai produk ke T-02 (tangki benzene)

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Comercial Steel*

Kapasitas : 1239,192 gpm

Power Pompa : 30 Hp

Power Motor : 40 Hp

Pipa yang digunakan :

- D, *Nominal Size* : 4 in
- *Schedule Number* : 5 S
- ID : 4,5 in
- OD : 4,23 in

### 3.16.3 POMPA 3 (P-03)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah D-01 sebagai umpan D-02

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Comercial Steel*

Kapasitas : 1436,06 gpm  
*commit to user*

Power Pompa : 0,07 Hp

Power Motor : 1 Hp

NPSH *required* : 36,1313 ft

NPSH *available* : 41,7543 ft

Pipa yang digunakan :

- D, *Nominal Size* : 12 in
- *Schedule Number* : 30
- ID : 12,09 in
- OD : 12,75 in

#### 3.16.4 POMPA 4 (P-04)

Fungsi : Mengalirkan hasil atas MD-02 sebagai refluk dan recycle menuju furnace sebagai arus umpan TEE-01

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Comercial Steel*

Kapasitas : 268,997 gpm

Power Pompa : 1,8 Hp

Power Motor : 3 Hp

NPSH *required* : 11,8286 ft

NPSH *available* : 22.2499 ft

Pipa yang digunakan :

- D, *Nominal Size* : 10 in
- *Schedule Number* : 40

*commit to user*

- ID : 10,02 in
- OD : 10,75 in

### 3.16.5 POMPA 5 (P-05)

Fungsi : Mengalirkan hasil bawah MD-02 ke kristalizer

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Comercial Steel*

Kapasitas : 253 gpm

Power Pompa : 1,5Hp

Power Motor : 3 Hp

Pipa yang digunakan :

- D, *Nominal Size* : 5 in
- *Schedule Number* : 5S
- ID : 5,345 in
- OD : 5,565 in

### 3.16.6 POMPA6 (P-06)

Fungsi : Mengalirkan produk samping *mixed xylenedari*  
centrifuge ke menuju tangki penyimpanan 3 (T-03)

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Comercial Steel*

Kapasitas : 124,38 gpm

Power Pompa : 1,5 Hp  
*commit to user*



Power Motor : 2 Hp

Pipa yang digunakan :

- D, Nominal Size : 2 in
- Schedule Number : 5 S
- ID : 2,38 in
- OD : 2,25 in

### 3.16.7 POMPA 7 (P-07)

Fungsi : Mengalirkan hasil melter ke tangki *paraxylene*

Jumlah : 1 buah

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan konstruksi : *Comercial Steel*

Kapasitas : 155 gpm

Power Pompa : 2 Hp

Power Motor : 3 Hp

Pipa yang digunakan :

- D, Nominal Size : 5 in
- Schedule Number : 5 S
- ID : 5,345 in
- OD : 5,565 in

### 3.17 Kompresor 1

Kode : K-01

Fungsi : menaikkan tekanan udara masuk reaktor dari

1 atm menjadi 21 atm

*commit to user*

Tipe	: <i>centrifugal, multi stage compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Flow gas	: 107,266 m <sup>3</sup> /jam
Suhu masuk	: 110°C
Suhu keluar	: 21,92°C
Tenaga Motor	: 20 HP



*commit to user*

---

## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSEDAN LABORATORIUM

#### 4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses atau yang lebih dikenal dengan sebutan utilitas merupakan bagian penting untuk menunjang proses produksi dalam pabrik.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik paraxylene adalah :

1. Unit pengadaan air

Unit ini bertugas menyediakan dan mengolah air untuk memenuhi kebutuhan air sebagai berikut :

- a. Air pendingin dan air pemadam kebakaran
- b. Air umpan *boiler*
- c. Air konsumsi umum dan sanitasi

2. Unit pengadaan *steam*

Unit ini bertugas untuk menyediakan kebutuhan *steam* sebagai media pemanas untuk *reboiler* dan *heat exchanger*.

3. Unit pengadaan udara tekan

Unit ini bertugas untuk menyediakan udara tekan untuk kebutuhan instrumentasi *pneumatic*, untuk penyediaan udara tekan di bengkel dan untuk kebutuhan umum yang lain.

4. Unit pengadaan listrik

Unit ini bertugas menyediakan listrik sebagai tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik

atau listrik AC, maupun untuk penerangan. Listrik di-supply dari PLN dan dari *generator* sebagai cadangan bila listrik dari PLN mengalami gangguan.

5. Unit pengadaan bahan bakar

Unit ini bertugas menyediakan bahan bakar untuk kebutuhan *boiler*, *furnace* dan *generator*.

6. Unit refrigerasi

Unit ini bertugas menyediakan *brine water* dengan suhu 10°C untuk media pendingin di *crystalizer*.

#### 4.1.1. Unit Pengadaan Air

Air pendingin, air pemadam kebakaran, air umpan *boiler*, air konsumsi umum dan sanitasi menggunakan air yang diperoleh dari PT. Krakatau Tirta Industri (PT. KTI) yang terletak tidak jauh dari lokasi pabrik.

##### 4.1.1.1. Air Pendingin dan Air Pemadam Kebakaran

Air pendingin dan air pemadam kebakaran yang digunakan adalah air baku yang diperoleh dari PT KTI yang terletak tidak jauh dari lokasi pabrik. Air dari PT KTI ini bisa langsung digunakan sebagai air pendingin dan air pemadam kebakaran karena dari PT KTI air tersebut sudah diproses sehingga sudah memenuhi persyaratan dari air yang akan digunakan sebagai pendingin.

Adapun persyaratan air yang akan digunakan sebagai air pendingin adalah kekeruhan maksimal 3 ppm dan bukan air sadah.

#### 4.1.1.2. Air Umpan Boiler

Untuk kebutuhan umpan *boiler*, sumber air yang digunakan adalah air dari PT. KTI. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut:

- a. Kandungan yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi di dalam *boiler* disebabkan karena air mengandung larutan-larutan asam dan garam-garam terlarut.

- b. Kandungan yang dapat menyebabkan kerak (*scale reforming*)

Pembentukan kerak disebabkan karena kesadahan dan suhu yang tinggi, yang biasanya berupa garam-garam silikat dan karbonat.

- c. Kandungan yang dapat menyebabkan pembusaan (*foaming*)

Air yang biasanya diambil dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler*, karena adanya zat-zat organik, anorganik, dan zat-zat tidak larut dalam jumlah yang besar. Efek pembusaan terjadi pada alkalinitas tinggi.

Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* meliputi:

- a. Demineralisasi
- b. Deaerasi

#### 4.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Sumber air untuk keperluan konsumsi dan sanitasi berasal dari PT. KTI. Air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum, laboratorium, kantor, perumahan, dan pertamanan. Air konsumsi dan sanitasi harus memenuhi beberapa syarat, yang meliputi syarat fisik, syarat kimia, dan syarat bakteriologis.

Syarat fisik :

*commit to user*

- Suhu di bawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak mempunyai rasa dan tidak berbau

Syarat kimia :

- Tidak mengandung zat organik
- Tidak beracun

Syarat bakteriologis :

- Tidak mengandung bakteri–bakteri, terutama bakteri yang *pathogen*.

#### 4.1.1.4. Pengolahan Airdari PT KTI

Pengolahan air untuk kebutuhan pabrik meliputi pengolahan secara kimia dan penambahan desinfektan maupun penggunaan *ion exchanger* sebagaimana terlihat pada Gambar 4.1.

Pengolahan air untuk air umpan boiler, air konsumsi dan sanitasi melalui beberapa tahapan:

##### a. Unit Demineralisasi

Unit ini berfungsi untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{HCO}_3^{-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^{-}$  dan lain-lain dengan bantuan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang sebagian akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan boiler. Demineralisasi diperlukan karena air umpan boiler membutuhkan syarat-syarat sebagai berikut:

*commit to user*

---

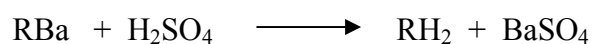
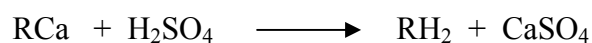
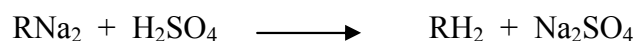


- Tidak menimbulkan kerak pada boiler maupun pada *tube* alat penukar panas jika steam digunakan sebagai pemanas. Kerak akan mengakibatkan turunnya efisiensi alat.
- Bebas dari semua gas-gas yang mengakibatkan terjadinya korosi, terutama gas O<sub>2</sub> dan gas CO<sub>2</sub>.

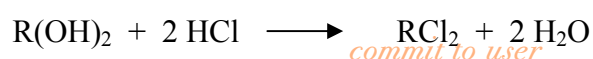
Air kemudian dialirkan menuju kation exchanger untuk mengikat ion-ion positif yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis C-300 dengan notasi RH<sub>2</sub>. Adapun reaksi yang terjadi dalam *kation exchanger* adalah:



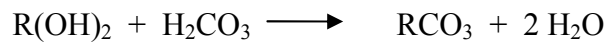
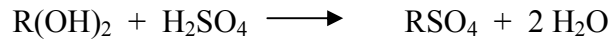
Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:



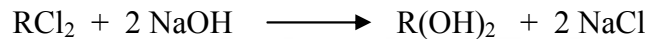
Setelah air memasuki *kation exchanger*, air akan dilewatkan pada *anion exchanger* untuk mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak. Dan resin yang digunakan adalah jenis C-500P dengan notasi R(OH)<sub>2</sub>. Reaksi yang terjadi di dalam *anion exchanger* adalah:





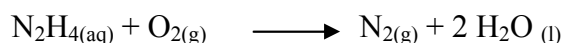


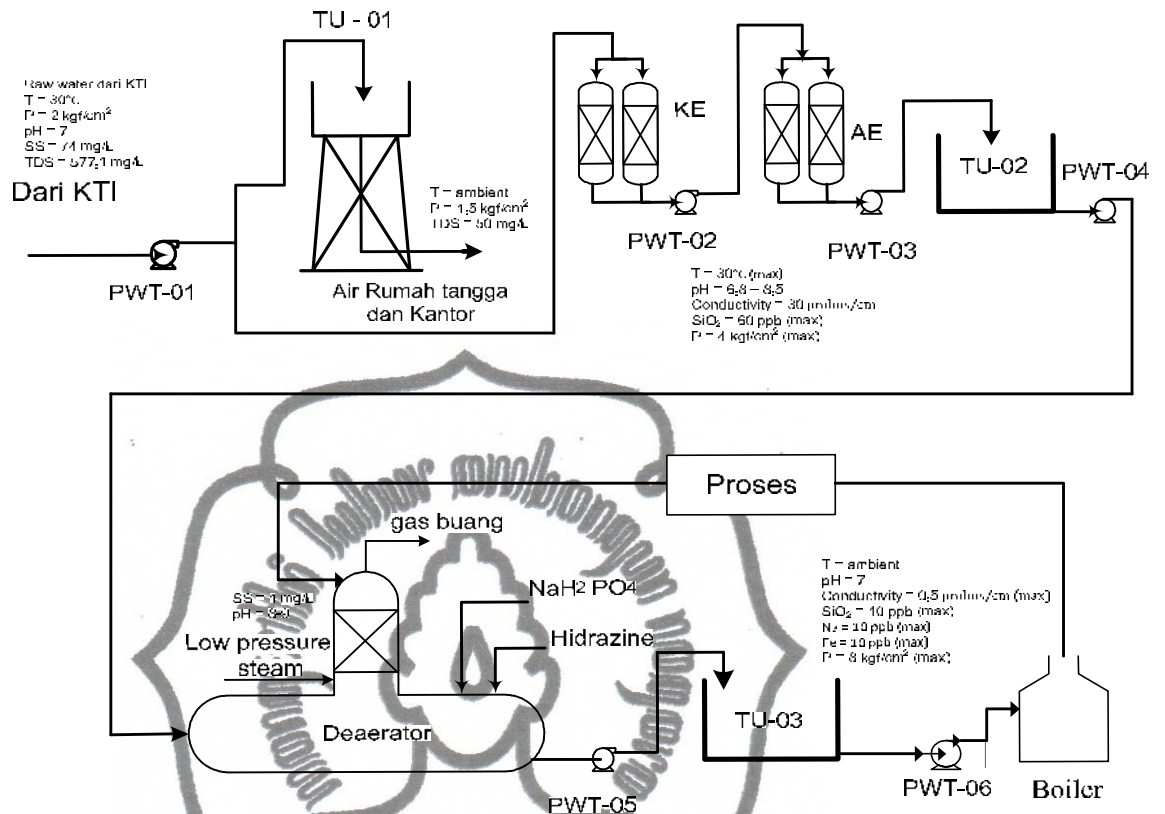
Pencucian resin yang sudah jenuh digunakan larutan NaOH 4%. Reaksi yang terjadi saat regenerasi adalah:



b. Unit Deaerator

Air yang sudah diolah di unit demineralisasi masih mengandung sedikit gas-gas terlarut terutama  $\text{O}_2$ . Gas tersebut dihilangkan dari unit deaerator karena menyebabkan korosi. Pada deaerator kadarnya diturunkan sampai kurang dari 5 ppm. Proses pengurangan gas-gas dalam unit deaerator dilakukan secara mekanis dan kimiawi. Proses mekanis dilakukan dengan cara mengkontakkan air umpan boiler dengan uap tekanan rendah, mengakibatkan sebagian besar gas terlarut dalam air umpan terlepas dan dikeluarkan ke atmosfer. Selanjutnya dilakukan proses kimiawi dengan penambahan bahan kimia hidrazin ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ). Adapun reaksi yang terjadi adalah:





Gambar.4.1. Skema Pengolahan Air dari PT KTI

#### 4.1.1.5. Kebutuhan Air

##### a. Kebutuhan Air Pendingin

Kebutuhan air pendingin dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin

No	Kode Alat	Alat	Kebutuhan ( kg/jam)
1.	CD-01	Condensor	2.200,75
2.	CD-02	Condenser	7.621,76
3.	CL-01	Cooler	2.579,31
4.	CL-02	Cooler	6.143,57

Total kebutuhan air pendingin = 18.545,39kg/jam

commit to user

b. Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

Kebutuhan Air Umpan *Boiler* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kebutuhan Air Umpan *Boiler*

No	Kode Alat	Alat	Kebutuhan (kg/jam)
1.	HE-01	<i>Heater</i>	2.515,58
2.	RB-01	<i>Reboiler</i>	5.890,05
3.	RB-02	<i>Reboiler</i>	8.397,35
4.	MT-01	<i>Melter</i>	319,82

Total Kebutuhan air umpan *boiler* = 14.607,22 kg/jam

Diperkirakan air yang hilang sebesar 10% sehingga kebutuhan *make up* air umpan *boiler* = 1.460,72 kg/jam

c. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

No	Nama Unit	Kebutuhan ( kg/hari)
1.	Perkantoran	5.190
2.	Laboratorium	1.200
3.	<i>Maintenance</i>	400
4.	Kantin	100
5.	<i>Hydrant / Taman</i>	689
6.	Poliklinik	1.600

Total kebutuhan air = 9.179 kg/hari = 382,46 kg/jam

Total air yang disuplai dari PT KTI = air konsumsi + *makeup water*

= 35.528,67 kg/jam

*commit to user*

#### 4.1.2. Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk prarancangan pabrik *paraxylene* digunakan sebagai instrumentasi *pneumatic*.

Kebutuhan udara tekan dihitung berdasarkan jumlah alat kontrol yang digunakan, yaitu 36 control valve sehingga diperkirakan kebutuhan udara tekan sebesar 99 m<sup>3</sup>/jam tekanan 4 atm dan suhu 30°C. alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor.

#### Perhitungan Daya Kompresor

Daya yang diperlukan kompresor dihitung dengan persamaan :

$$HP = \left( \frac{144}{33000} \right) \left[ \frac{K}{K-1} \right] (P_1 Q_1) \left[ r^{(K-1)/K} - 1 \right] / E_o$$

Dimana :

K = Adiabatic exponent = 1,19 (fig.1 Branan)

P<sub>1</sub> = Suction pressure = 1 atm (14,7 psi)

Q<sub>1</sub> = kapasitas aktual = 36,99 ft<sup>3</sup>/menit

r = compression ratio (P<sub>2</sub>/P<sub>1</sub>) = 4 (Perry 8 ed, p 10-45)

E<sub>o</sub> = efisiensi = 80%

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan :

Kode	: CU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 99 m <sup>3</sup> /jam <i>commit to user</i>

Tekanan *suction* : 14,7 psi (1 atm)

Tekanan *discharge* : 58,8 psi (4 atm)

Suhu udara : 30°C

Efisiensi : 80 %

Daya kompresor : 3 HP

#### 4.1.3. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik di pabrik paraxylene ini dipenuhi oleh PLN dan generator pabrik. Hal ini bertujuan agar pasokan tenaga listrik dapat berlangsung kontinyu meskipun ada gangguan pasokan dari PLN. Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan :

- Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
- Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan

Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
2. Listrik untuk penerangan
3. Listrik untuk AC
4. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi
5. Listrik untuk alat-alat elektronik

Besarnya kebutuhan listrik masing-masing keperluan di atas dapat diperkirakan sebagai berikut :

*commit to user*

---

#### 4.1.3.1. Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan keperluan pengolahan air dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Nama Alat	Jumlah	HP	Total HP
P-01	1	7,00	7,00
P-02	1	0,125	0,125
P-03	1	7,00	7,00
P-04	1	2,00	2,00
P-05	1	125,00	125,00
P-06	1	3,00	3,00
K-01	1	20,00	20,00
SC-01	1	8,25	8,25
CF-01	1	200,00	200,00
SC-02	1	5,00	5,00
PWT-01	1	0,75	0,75
PWT-02	1	0,33	0,33
PWT-03	1	0,75	0,75
PWT-04	1	0,50	0,50
PWT-05	1	0,33	0,33
PWT-06	1	0,50	0,50
PU-01	1	3,00	3,00
PU-02	1	0,25	0,25
PU-03	1	5,00	5,00
PU-04	1	0,08	0,08
CT	1	4,00	4,00
Clarifier	1	0,55	0,55
KU-01	1	11	11
KU-02	1	54,91	54,91
Jumlah			459,33

*commit to user*



Jadi jumlah listrik yang dikonsumsi untuk keperluan proses dan utilitas sebesar 459,33HP. Diperkirakan kebutuhan listrik untuk alat yang tidak terdiskripsikan sebesar  $\pm 10\%$  dari total kebutuhan. Maka total kebutuhan listrik adalah 505,26HP atau sebesar 376,77kW.

#### 4.1.3.2. Listrik untuk Penerangan

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik digunakan persamaan :

$$L = \frac{a \cdot F}{U \cdot D}$$

dengan :

- L : Lumen per outlet  
 a : Luas area, ft<sup>2</sup>  
 F : foot candle yang diperlukan (Tabel 13 Perry 6<sup>th</sup> ed)  
 U : Koefisien utilitas (Tabel 16 Perry 6<sup>th</sup> ed)  
 D : Efisiensi lampu (Tabel 16 Perry 6<sup>th</sup> ed)

Tabel 4.5 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan

Bangunan	Luas, m <sup>2</sup>	Luas, ft <sup>2</sup>	F	U	D	Lumen
Pos keamanan	25	269,09	20,00	0,42	0,75	17.085,16
Parkir	500	5.381,82	10,00	0,49	0,75	146.444,20
Musholla	100	1.076,36	20,00	0,55	0,75	52.187,39
Kantin	125	1.345,46	20,00	0,51	0,75	70.350,64
Kantor	1200	12.916,38	35,00	0,6	0,75	1.004.607,21
Poliklinik	200	2.152,73	20,00	0,56	0,75	102.510,94
Ruang kontrol	250	2.690,91	40,00	0,56	0,75	256.277,35
Laboratorium	400	4.305,46	40,00	0,56	0,75	410.043,76



Proses	10000	107.636,49	30,00	0,59	0,75	7.297.388,91
Utilitas	3000	32.290,95	10,00	0,59	0,75	729.738,89
Ruang generator	200	2.152,73	10,00	0,51	0,75	56.280,52
Bengkel	200	2.152,73	40,00	0,51	0,75	225.122,06
Safety	100	1.076,36	41,00	1,51	1,75	16.700,46
Gudang	500	5.381,82	5,00	0,51	0,75	70.350,64
Pemadam	200	2.152,73	20,00	0,51	0,75	112.561,03
Jalan dan taman	500	5.381,82	5,00	0,55	0,75	65.234,23
Area perluasan	2000	21.527,30	5,00	0,57	0,75	251.781,25
Jumlah	19.500	209.891,15				10.884.664,64

Jumlah *lumen* :

\* untuk penerangan dalam ruangan = 10.421.204,95 lumen

\* untuk penerangan bagian luar ruangan = 463.459,69 lumen

Untuk semua area dalam bangunan direncanakan menggunakan lampu *fluorescent* 40 Watt dimana satu buah lampu instant *starting daylight* 40 W mempunyai 1.920 *lumen* (Tabel 18 Perry 6<sup>th</sup> ed.).

Jadi jumlah lampu dalam ruangan =  $10.421.204,95 / 1.920$   
 = 5428 buah

Untuk penerangan bagian luar ruangan digunakan lampu *mercury* 100 Watt, dimana *lumen output* tiap lampu adalah 3.000 *lumen* (Perry 6<sup>th</sup> ed., 1994).

Jadi jumlah lampu luar ruangan =  $463.459,69 / 3.000$   
 = 155 buah

*commit to user*

$$\begin{aligned}
 \text{Total daya penerangan} &= ( 40 \text{ W} \times 5428 + 100 \text{ W} \times 155 ) \\
 &= 232.620 \text{ W} \\
 &= 232,62\text{kW}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.3.3. Listrik untuk AC

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 12.000 Watt atau 12 kW.

#### 4.1.3.4. Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi

Diperkirakan menggunakan tenaga listrik sebesar 10.000 Watt atau 10 kW.

Tabel 4.6 Total Kebutuhan Listrik Pabrik

No.	Kebutuhan Listrik	Tenaga listrik, kW
1.	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	376,77
2.	Listrik untuk keperluan penerangan	232,62
3.	Listrik untuk AC	12,00
4.	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	10,00
	Total	631,39

*Generator* yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80%, sehingga *generator* yang disiapkan harus mempunyai *output* sebesar 789,24kW. Dipilih menggunakan *generator* dengan daya 900 kW.

Spesifikasi generator yang diperlukan :

Jenis	: AC <i>generator</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas / Tegangan	: 900kW ;220/360 Volt
Efisiensi	: 80 %
Bahan bakar	: IDO

#### 4.1.4. Unit Pengadaan *Steam*

*Steam* yang diproduksi pada pabrik paraxylene ini digunakan sebagai media pemanas *heater* (HE-01, RB-01, RB-02 dan *melter*). Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. *Steam* yang dihasilkan dari *boiler* ini mempunyai suhu 200°C dan tekanan 15,36atm.

Jumlah *steam* yang dibutuhkan sebesar 17.122,80kg/jam. Untuk menjaga kemungkinan kebocoran *steam* pada saat distribusi dan *make up blowdown* pada *boiler* maka, jumlah *steam* dilebihkan sebanyak 10%. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 18.835,08kg/jam.

Perancangan *boiler* :

Dirancang untuk memenuhi kebutuhan *steam*

*Steam* yang dihasilkan :  $T = 392^{\circ}\text{F} = 200^{\circ}\text{C}$

$P = 225,76\text{psi} = 15,36\text{ atm}$

Untuk tekanan < 200 psia, digunakan boiler pipa air.

- Menentukan luas penampang perpindahan panas

Daya yang diperlukan *boiler* untuk menghasilkan *steam* dihitung dengan persamaan :

$$\text{Daya} = \frac{ms \cdot (h - hf)}{970,3 \times 34,5}$$

Dengan :

$ms$  = massa *steam* yang dihasilkan (lb/jam)

$h$  = entalpi *steam* pada P dan T tertentu (BTU/lbm)

$hf$  = entalpi umpan (BTU/lbm)

*commit to user*

dimana :

$$m_s = 41.524,47 \text{ lb/jam}$$

$$h = 1.500,46 \text{ BTU/lbm}$$

Umpan air terdiri dari 10% *make up water* dan 90% kondensat. *Make up water* adalah air pada suhu 30°C dan kondensat pada suhu 200°C.

$$h_f = 162,04 \text{ BTU/lbm}$$

Jadi daya yang dibutuhkan adalah sebesar = 1660,25 HP

Ditentukan luas bidang pemanasan = 12 ft<sup>2</sup>/HP

$$\text{Total heating surface} = 19.922,96 \text{ ft}^2$$

- Perhitungan kapasitas boiler

$$Q = m_s (h - h_f)$$

$$= 18.835,08(3.490,07 - 376,90) = 55.576.830,48 \text{ BTU/jam}$$

- Kebutuhan bahan bakar

Bahan bakar yang digunakan adalah limbah flash drum dengan:

$$\text{Heating value (HV)} = 599.518,6 \text{ BTU/lb}$$

$$\text{Densitas } (\rho) = 0,0042 \text{ lb/ft}^3$$

Jumlah bahan bakar limbah flash drum untuk memenuhi kebutuhan panas yang ada sebanyak 1.020,01 kg/jam

Spesifikasi *boiler* yang dibutuhkan :

Kode	: B-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan <i>steam</i>
Jenis	: <i>Boiler</i> pipa air
Jumlah	: 1 buah

*commit to user*

Tekanan *steam* : 225,76psi (15,36 atm)

Suhu *steam* : 392°F (200°C)

Efisiensi : 80%

Bahan bakar : Limbah *flash drum*

Kebutuhan bahan bakar : 1.020,01 kg/jam

Sisa limbah flash drum sebesar 1.292,69 kg/jam digunakan untuk bahan bakar *furnace*.

#### 4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah LPG dan limbah *flash drum* untuk *boiler* dan *furnace*.

Bahan bakar LPG yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

*Specific gravity* : 0,8691

*Heating Value* : 18.800 Btu/lb

Efisiensi bahan bakar : 80%

Densitas : 9,536 lb/ft<sup>3</sup>

##### 1. Kebutuhan bahan bakar untuk *furnace*

Kapasitas *furnace* = 117.22.411,678 Btu/jam

Kebutuhan bahan bakar

1. Limbah *flash drum* = 1.292,69 kg/jam

2. LPG = 1.849,93 kg/jam

*commit to user*

## 2. Kebutuhan bahan bakar untuk *generator*

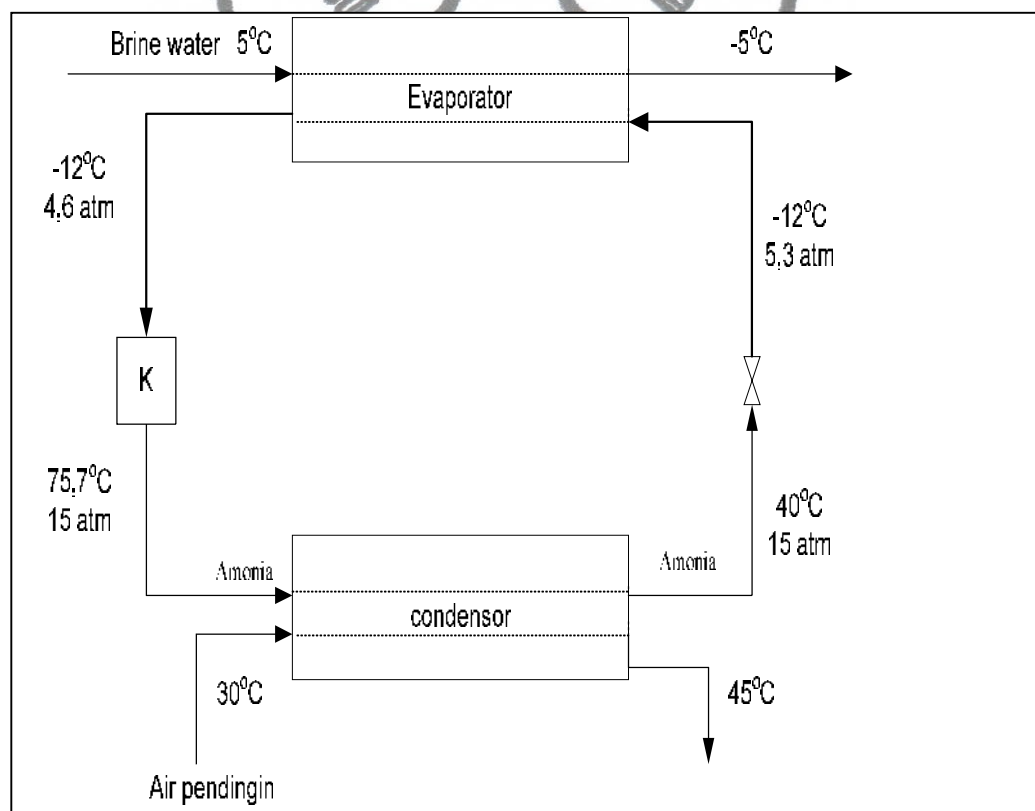
$$\text{Bahan bakar} = \frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{eff} \cdot \rho \cdot h}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas generator} &= 900 \text{ kW} \\ &= 3.070.938,68 \text{ Btu/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 10,64 \text{ L/jam}$$

### 4.1.6. Unit Refrigerasi

Unit refrigerasi yang dipilih adalah tipe sistem satu tingkat. Unit refrigerasi bertugas untuk menyuplai *brine water* dengan suhu  $-5^{\circ}\text{C}$ . *Brine water* digunakan sebagai media pendingin pada *crystallizer* dengan kebutuhan *brine water* sebesar 9501,98 kg/jam.



Gambar 4.2 Diagram Siklus Refrigerasi

*commit to user*



#### 4.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data – data yang diperlukan. Data – data tersebut digunakan untuk evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain :

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi

*commit to user*

---



Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *nonshift*.

1. Kelompok *shift*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa – analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift* dalam 4 regu kerja. Masing – masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *nonshift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain :

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik
2. Laboratorium analitik
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan

#### 4.2.1 Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat – sifat fisik bahan baku dan produk.

#### 4.2.2. Laboratorium Analitik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan terhadap sifat – sifat kimia bahan baku dan produk. Analisa yang dilakukan antara lain :

- Analisa komposisi produk
- Analisa komposisi bahan baku

#### 4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya :

- diversifikasi produk
- perlindungan terhadap lingkungan

Disamping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang bersifat tidak rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternative lain terhadap penggunaan bahan baku.

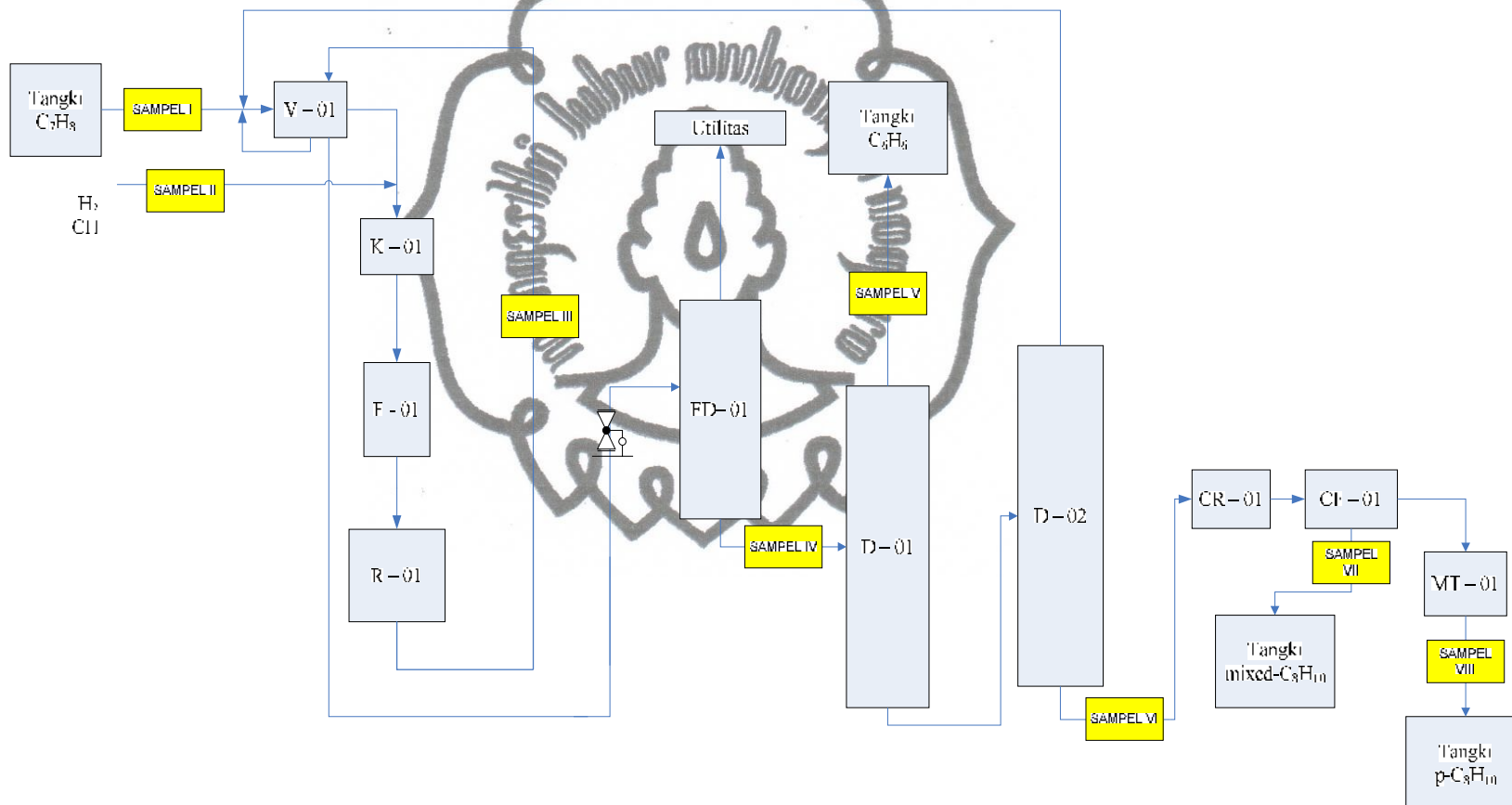
#### 4.2.4. Prosedur Analisa Bahan Baku dan produk

Pengambilan sampel dilakukan pada bahan baku, proses dan produk. Pengambilan dilakukan setiap 2 jam sekali selama 24 jam. Tempat pengambilan dapat dilihat pada gamabr 4.3

*commit to user*

---

Basis : 1 Jam  
Satuan : kilogram



Gambar 4.3 Tempat pengambilan sampel pada alat proses

Dari gambar diatas sampel diambil pada 8 tempat yang meliputi bahan baku, proses dan produk. Dari sampel I sampai VIII dianalisa untuk mengetahui komposisi yang terkandung dengan menggunakan GC (*Gas Chromatography*). Analisa densitas dilakukan pada sampel I samapai VIII kecuali sampel IV dan VI dengan menggunakan Hidrometer.

### Analisa Air

Air yang dianalisis antara lain:

1. Air pendingin
2. Air umpan boiler
3. Air konsumsi umum dan sanitasi

Parameter yang diuji antara lain warna, pH, kandungan klorin, tingkat kekeruhan, total kesadahan, jumlah padatan, total alkalinitas, sulfat, silika, dan konduktivitas air.

Alat-alat yang digunakan dalam laboratorium analisa air ini antara lain:

1. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaan air.
2. Spektrofotometer, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
3. *Spectroscopy*, digunakan untuk mengetahui kadar silika, sulfat, hidrazin, turbiditas, kadar fosfat, dan kadar sulfat.
4. Peralatan titrasi, untuk mengetahui jumlah kandungan klorida, kesadahan dan alkalinitas.

*commit to user*

5. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

Air umpan *boiler* yang dihasilkan unit demineralisasi juga diuji oleh laboratorium ini. Parameter yang diuji antara lain pH, konduktivitas dan kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ), kandungan  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .

#### 4.3. Unit Pengolahan Limbah

##### 4.3.1 Limbah Cair

Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik Paraxylene antara lain adalah limbah buangan sanitasi dan air limbah proses, air berminyak dari alat-alat proses dan air sisa proses.

a. Air buangan sanitasi dan limbah proses

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dan air limbah proses dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan  $\text{Ca-hypochlorite}$ .

b. Air berminyak dari mesin proses

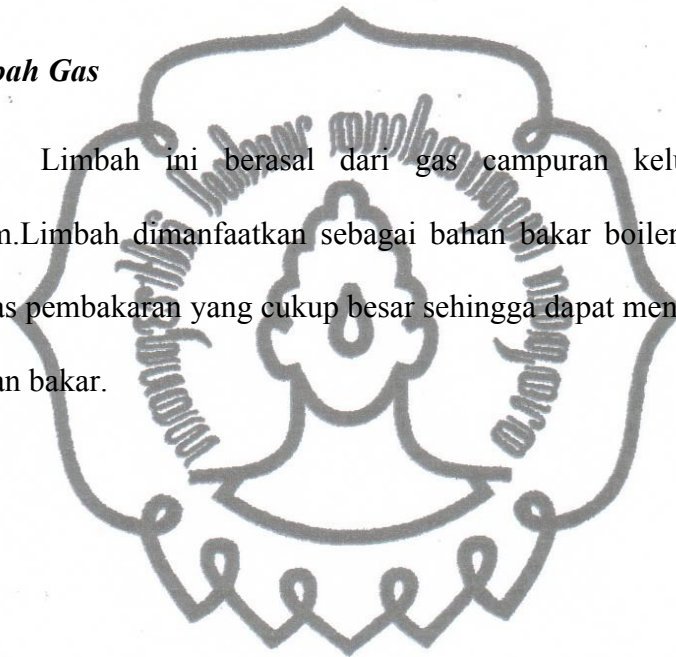
Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat lain. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenisnya. Minyak di bagian atas dialirkan ke penampung minyak dan pengolahannya dengan pembakaran didalam tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke penampungan akhir kemudian dibuang.

#### 4.3.2. *Limbah Padat*

Limbah padat yang dihasilkan adalah katalis yang sudah habis massa aktifnya. Penanganannya adalah dengan mengemas katalis non aktif tersebut sedemikian rupa sehingga terhindar dari kebocoran dan kemudian dibuang pada tempat pembuangan akhir bahan – bahan berbahaya.

#### 4.3.3. *Limbah Gas*

Limbah ini berasal dari gas campuran keluaran dari flash drum. Limbah dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler karena memiliki panas pembakaran yang cukup besar sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar.



## BAB V

### MANAJEMEN PERUSAHAAN

#### 5.1. Bentuk Perusahaan

Pabrik *paraxylene* yang akan didirikan direncanakan mempunyai bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau perseroan terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik *Paraxylene* yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lokasi Perusahaan : Cilegon, Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain (Widjaja, 2003) :

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.
2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta



karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain.

3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.

4. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan.

5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.

6. Efisiensi dari manajemen

Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.

7. Lapangan usaha lebih luas

Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

8. Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi

9. Mudah bergerak di pasar modal

## 5.2. Struktur Organisasi

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan

dengan komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain (Widjaja, 2003) :

- Pendelegasian wewenang
- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan. Menurut Djoko (2003), ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem garis dan staff ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line*, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

*commit to user*

2. Sebagai staff, yaitu orang - orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran - saran kepada unit operasional.

Dewan Komisaris mewakili para pemegang saham (pemilik perusahaan) dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Keuangan-Umum. Direktur Produksi membawahi bidang produksi dan teknik, sedangkan direktur keuangan dan umum membawahi bidang pemasaran, keuangan, dan bagian umum. Kedua direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang akan bertanggung jawab atas bagian dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa kelompok regu yang dipimpin oleh seorang kepala regu dimana setiap kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas masing - masing seksi (Widjaja, 2003).

Manfaat adanya struktur organisasi adalah sebagai berikut :

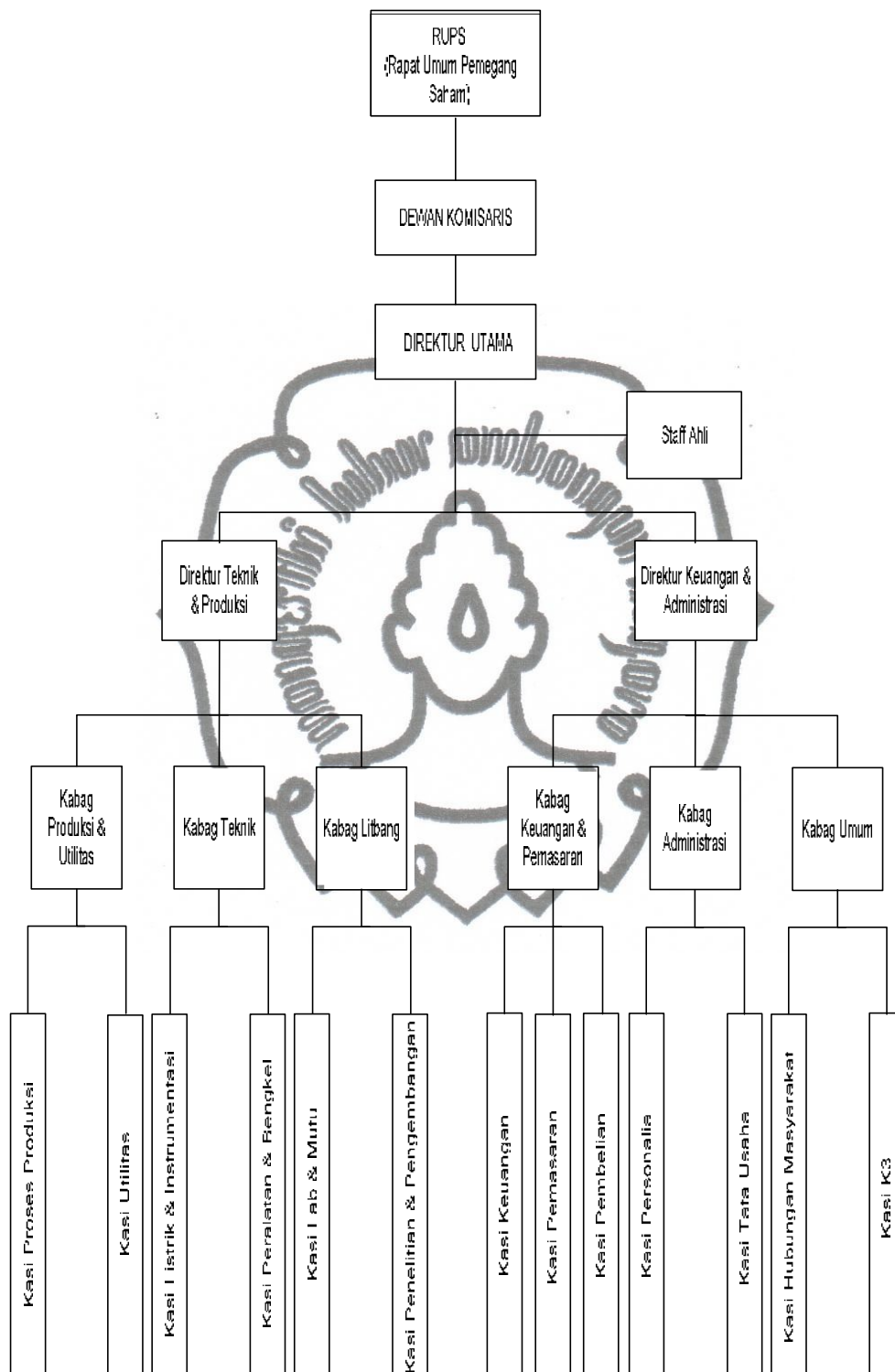
- a. Menjelaskan, membagi, dan membatasi pelaksanaan tugas dan tanggung jawab setiap orang yang terlibat di dalamnya
- b. Penempatan tenaga kerja yang tepat

*commit to user*

- c. Pengawasan, evaluasi dan pengembangan perusahaan serta manajemen perusahaan yang lebih efisien.
- d. Penyusunan program pengembangan manajemen
- e. Menentukan pelatihan yang diperlukan untuk pejabat yang sudah ada
- f. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar.

Bagan struktur organisasi pabrik *Paraxylene* dapat dilihat pada gambar 5.1.





Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik paraxylene

*commit to user*

### 5.3. Tugas dan Wewenang

#### 5.3.1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang (Widjaja, 2003) :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direksi
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta laba rugi tahunan perusahaan

#### 5.3.2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi (Widjaja, 2003) :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas - tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting



### 5.3.3. Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi, dan Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Teknik dan Produksi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang produksi, teknik, dan rekayasa produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

*commit to user*

3. Memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang teknik, produksi pengembangan, pemeliharaan peralatan dan laboratorium.

Tugas-tugas Direktur Keuangan dan Administrasi meliputi :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang pemasaran, keuangan, administrasi, dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala- kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### 5.3.4. Staf Ahli

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

#### 5.3.5. Penelitian dan pengembangan

penelitian dan pengembangan terdiri dari ahli – ahli atau sarjana – sarjana sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi.

*commit to user*

Litbang membawahi 2 departemen :

- Departemen penelitian
- Departemen pengembangan

Tugas dan wewenang Litbang :

1. Mempertinggi mutu suatu produk
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat untuk pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja

#### 5.3.6. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur Utama.

Kepala bagian terdiri dari beberapa posisi, yaitu :

1. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi. Kepala bagian produksi membawahi seksi proses, seksi pengendalian, dan seksi laboratorium.

Tugas seksi proses antara lain :

- a. Mengawasi jalannya proses produksi

*commit to user*

---

- b. Menjalankan tindakan seperlunya terhadap kejadian-kejadian yang tidak diharapkan sebelum diambil oleh seksi yang berwenang.

Tugas seksi pengendalian :

Menangani hal - hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi
- c. Mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan buangan pabrik

## 2. Kepala Bagian Teknik

Tugas kepala bagian teknik, antara lain:

- a. Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas
  - b. Mengkoordinir kepala - kepala seksi yang menjadi bawahannya
- Kepala Bagian teknik membawahi seksi pemeliharaan, seksi utilitas, dan seksi keselamatan kerja-penanggulangan kebakaran.

Tugas seksi pemeliharaan, antara lain :

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik

Tugas seksi utilitas, antara lain :

Melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

Tugas seksi keselamatan kerja antara lain :

- a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal - hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja
- b. Melindungi pabrik dari bahaya kebakaran

### 3. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan ini bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang administrasi dan keuangan dan membawahi 2 seksi, yaitu seksi administrasi dan seksi keuangan.

Tugas seksi administrasi :

Menyelenggarakan pencatatan utang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan, serta masalah perpajakan.

Tugas seksi keuangan antara lain :

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan

(Djoko, 2003)

#### 4. Kepala Bagian Pemasaran

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang bahan baku dan pemasaran hasil produksi, serta membawahi 2 seksi yaitu seksi pembelian dan seksi pemasaran.

Tugas seksi pembelian, antara lain :

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi
- b. Mengetahui harga pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

Tugas seksi pemasaran :

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi
- b. Mengatur distribusi hasil produksi

#### 5. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur keuangan dan umum dalam bidang personalia, *commit to user* hubungan masyarakat, dan keamanan.

---



Membawahi 3 seksi, yaitu seksi personalia, seksi humas, dan seksi keamanan.

Seksi personalia bertugas :

- a. Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- c. Melaksanakan hal - hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Seksi humas bertugas :

Mengatur hubungan antar perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

Seksi Keamanan bertugas :

- a. Mengawasi keluar masuknya orang - orang baik karyawan maupun bukan karyawan di lingkungan pabrik.
- b. Menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas perusahaan
- c. Menjaga dan memelihara kerahasiaan yang berhubungan dengan intern perusahaan.

(Masud, 1989)

*commit to user*

---

### 5.3.7. Kepala Seksi

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab kepada kepala bagian masing - masing sesuai dengan seksinya.

### 5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik Paraxyelene ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

#### 5.4.1. Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *nonshift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan hari besar, dengan pembagian kerja sebagai berikut :

*commit to user*

---

Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 08.00 – 16.00
- Hari Jum'at : Jam 08.00 – 16.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

#### 5.4.2. Karyawan Shift / Ploog

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Seksi proses, sebagian seksi laboratorium, seksi pemeliharaan, seksi utilitas dan seksi keamanan termasuk karyawan *shift*. Para karyawan *shift* akan bekerja bergantian sehari semalam, dengan pengaturan shift pagi pukul 07.00–15.00, *shift* siang pukul 15.00–23.00, dan shift malam pukul 23.00–07.00. Karyawan *shift* dibagi dalam 4 regu dimana 3 regu bekerja, 1 regu istirahat dan dikenakan secara bergantian.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Sehingga seluruh karyawan perusahaan menggunakan daftar hadir sebagai pendataan. Daftar hadir juga digunakan oleh pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam

*commit to user*

---

mengembangkan karir para karyawan di dalam perusahaan (Zamani, 1998). Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Jadwal kerja karyawan masing-masing regu

Tanggal Shift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	dst
A	P	L	M	M	M	L	S	S	S	L	P	P	...
B	M	M	L	S	S	S	L	P	P	P	L	M	...
C	S	S	S	L	P	P	P	L	M	M	M	L	...
D	L	P	P	P	L	M	M	M	L	S	S	S	...

Keterangan :

P = *Shift* pagi

M = *Shift* malam

S = *Shift* sore

L = Libur

### 5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah

Pada pabrik *Paraxyelene* ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

#### 1. Karyawan Tetap

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

#### 2. Karyawan Harian

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.


*commit to user*

### 3. Karyawan Borongan

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

## 5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

### 5.6.1. Penggolongan Jabatan

- 
1. Direktur Utama : S1/S2/S3 Teknik / Ekonomi  
pengalaman minimal 10 Tahun
  2. Direktur Teknik dan Produksi : S1/S2/S3 Teknik / Ekonomi  
pengalaman min 8 Tahun
  3. Direktur Keuangan Dan Administrasi : S1/S2/S3 Teknik / Ekonomi  
pengalaman minimal 5 Tahun
  4. Kepala Bagian Produksi dan Utilitas : Sarjana Teknik pengalaman minimal 3 Tahun
  5. Kepala Bagian Teknik : Sarjana Teknik pengalaman minimal 3 tahun
  6. Kepala Bagian Litbang : Sarjana Teknik Kimia  
pengalaman minimal 3 tahun
  7. Kepala Bag. Keuangan dan Pemasaran: Sarjana Ekonomi  
Pengalaman minimal 2 tahun
  8. Kepala Bagian Administrasi : Sarjana Ekonomi/Hukum
  9. Kepala Seksi : Sarjana

*commit to user*

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| 10. Sekretaris               | : Akademi sekretaris  |
| 11. Dokter                   | : sarjana Kedokteran  |
| 12. Perawat                  | : Akedemi keperawatan |
| 13. Kepala <i>Shift</i>      | : Sarjana atau D3     |
| 14. Pegawai <i>Staff</i> 1   | : Sarjana atau D3     |
| 15. Pegawai <i>Staff</i> 2   | : Sarjana atau D3     |
| 16. Operator                 | : D3 atau STM         |
| 17. Sopir, Keamanan, Pesuruh | : SLTA / Sederajat    |

### 5.6.2. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah Karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif.

Tabel 5.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan

NO.	JABATAN	JUMLAH
1	Direktur Utama	1
2	Direktur Produksi	1
3	Direktur keuangan dan Umum	1
4	Staff Ahli	2
5	Sekretaris	3
6	Kepala Bagian Produksi	1
7	Kepala Bagian LITBANG	1
8	Kepala Bagian Teknik	1
NO.	JABATAN	JUMLAH



9	Kepala Bagian Umum	1
10	Kepala Bagian Keuangan	1
11	Kepala Bagian Pemasaran	1
12	Kepala Seksi Proses	1
13	Kepala Seksi Pengendalian	1
14	Kepala Seksi Laboratorium	1
15	Staff Litbang	2
16	Kepala Seksi Safety & Lingkungan	1
17	Kepala Seksi Pemeliharaan	1
18	Kepala Seksi Utilitas	1
19	Kepala Seksi Administrasi Keuangan	1
20	Kepala Seksi Keuangan	1
21	Kepala Seksi Personalia	1
22	Kepala Seksi Humas	1
23	Kepala Seksi Keamanan	1
24	Kepala Seksi Penjualan	1
25	Kepala Seksi Pemasaran	1
26	Karyawan Proses	40
27	Karyawan Pengendalian	8
28	Karyawan Laboratorium	12
29	Karyawan Penjualan	8
NO.	JABATAN	JUMLAH

*commit to user*

30	Karyawan Pemasaran	8
31	Karyawan Pembelian	6
32	Karyawan Pemeliharaan	12
33	Karyawan Utilitas	12
34	Karyawan Keuangan	5
35	Karyawan Keuangan	5
36	Karyawan Personalia	5
37	Karyawan Humas	3
38	Karyawan Keamanan	16
39	Karyawan Safety & Lingkungan	8
40	Dokter	4
41	Perawat	4
42	Sopir	4
43	Pembantu umum	8
	TOTAL	173

Tabel 5.3. Perincian Golongan dan Gaji Karyawan

Gol.	Jabatan	Gaji/bulan (Rp.)	Kualifikasi
I	Direktur Utama	50.000.000,00	S-1/S-2/S-3
II	Direktur	30.000.000,00	S-1/S-2
III	Kepala Bagian	8.000.000,00	S-1
IV	Staff Ahli	20.000.000,00	S-1/S-2

commit to user

V	Staff Litbang	15.000.000,00	S-1
VI	Kepala Seksi	6.500.000,00	S-1
VII	Karyawan Labor	5.000.000,00	S-1/D-3
VIII	Karyawan Administrasi	4.000.000,00	SLTA
IX	Security	3.000.000,00	SLTA
X	Sopir	2.000.000,00	SLTA
XI	Cleaning Service	1.500.000,00	SLTA

### 5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain (Masud, 1989) :

#### 1. Tunjangan

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

#### 2. Pakaian Kerja

Pakaian kerja diberikan pada setiap karyawan sejumlah 3 pasang untuk setiap tahunnya.

#### 3. Cuti

*commit to user*

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan sesudah melahirkan.

#### 4. Pengobatan

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

#### 5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

### 5.8. Manajemen Perusahaan

*commit to user*

---

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

#### **5.8.1. Perencanaan Produksi**

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

*commit to user*

---

Dipengaruhi oleh keandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

#### 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

- Rencana produksi sesuai kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai dengan kemampuan pasar, dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- Mencari daerah pemasaran baru.

#### 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain

- Bahan Baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

- Tenaga kerja

*commit to user*

---



Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja keterampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

- Peralatan (Mesin)

Ada dua hal yang mempengaruhi kehandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja mesin efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan mesin dalam memproduksi.

### 5.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

- a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

- b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama.

*commit to user*

---

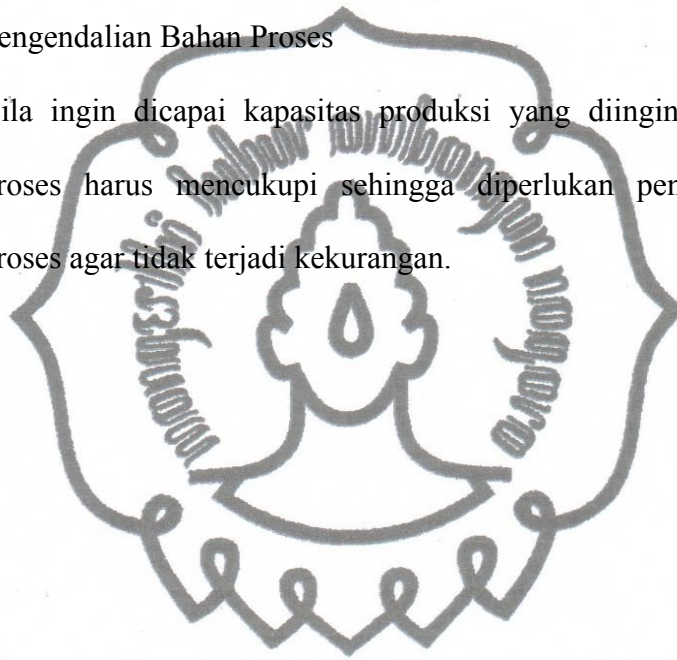
Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.



## BAB VI

### ANALISIS EKONOMI

Pada prarancangan pabrik *paraxylene* ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini menguntungkan dari segi ekonomi atau tidak. Bagian terpenting dari prarancangan ini adalah estimasi harga dari alat-alat, karena harga digunakan sebagai dasar untuk estimasi analisis ekonomi, di mana analisis ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan atau estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang akan diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dalam titik impas. Selain itu, analisis ekonomi juga dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada prarancangan pabrik *paraxylene* ini, kelayakan investasi modal pada sebuah pabrik akan dianalisis meliputi :

- a. *Profitability*
- b. *% Profit on Sales (POS)*
- c. *% Return on Investment (ROI)*
- d. *Pay Out Time (POT)*
- e. *Break Event Point (BEP)*
- f. *Shut Down Point (SDP)*
- g. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu:

1. Penaksiran modal industri ( *Total Capital Investment* )

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas–fasilitas produktif dan untuk menjalankannya.

*Capital Investment* meliputi :

- Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - Modal Kerja (*Working Capital*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Costs*), terdiri dari :
- a. Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expense*)
3. Total pendapatan penjualan produk *paraxylene*, *benzene* dan *mixed xylene*

### 6.1 Penaksiran Harga Peralatan

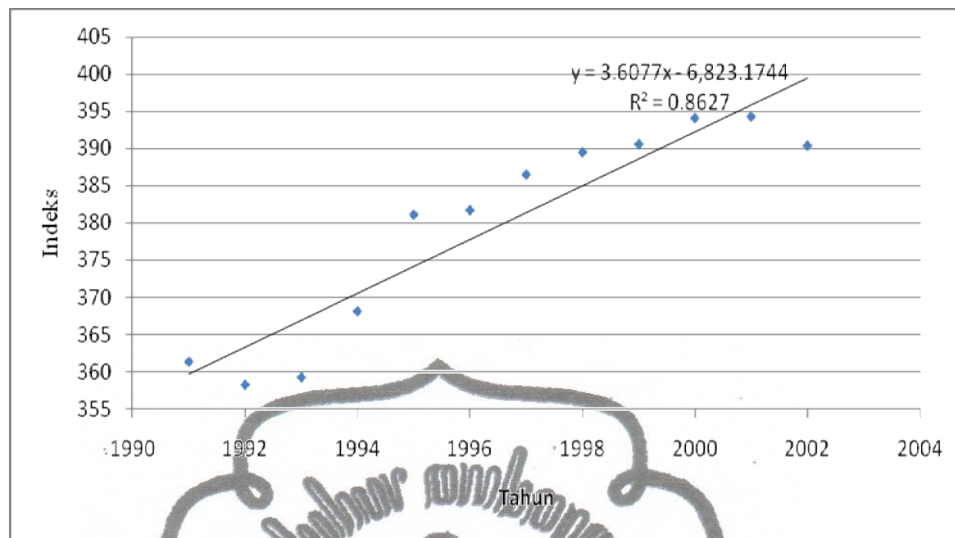
Harga peralatan pabrik dapat diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan yang ada sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

**Tabel 6.1 Indeks Harga Alat**

<b>Cost Index, Tahun</b>	<b>Chemical Engineering Plant Index</b>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

(Peters & Timmerhaus, 2003)

*commit to user*



Gambar 6.1 *Chemical Engineering Cost Index*

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3,6077 X - 6823,2$$

Dengan : Y = Indeks harga

X = Tahun pembelian

Dari persamaan tersebut diperoleh harga indeks di tahun 2016 adalah 446,32.

Harga alat dan lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2016) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan :

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny} \quad (\text{Aries \& Newton, 1955})$$

Dengan :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2016

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun 2016



Ny : Indeks harga tahun referensi

## 6.2 Penentuan *Total Capital Investment* (TCI)

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam perhitungan analisis ekonomi :

1. Pengoperasian pabrik dimulai tahun 2017.
  2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
  3. Kapasitas produksi adalah 200.000 ton/tahun.
  4. Jumlah hari kerja adalah 330 hari/tahun
  5. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
  6. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun.
  7. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol
  8. Situasi pasar, biaya dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi
  9. Upah buruh asing US \$ 8,5 per *manhour* (www.pajak.net)
  10. Upah buruh lokal Rp. 10.000,00 per *manhour*
  11. Perbandingan jumlah tenaga asing : Indonesia = 5% : 95%
  12. Harga bahan baku *Toluene* US\$ 1,21 / kg
  13. Harga bahan baku *Hydrogen* US\$ 1,02 / kg
  14. Harga katalis zeolite ZSM-5 US\$ 1,02 /kg
  15. Harga produk utama *Paraxylene* US\$ 1,73 /kg
  16. Harga produk samping *Benzene* US\$ 1,32 / kg
  17. Harga produk samping *Mixed-xylene* US\$ 1,52 / kg
-

18. Kurs rupiah yang dipakai Rp. 9.452,00 (Kurs pada 2/09/2012,  
 www.bni.co.id)

### 6.2.1 Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)

Tabel 6.2 Modal Tetap

No	Keterangan	US \$	Rp.	Total Harga(Rp)
1	Harga pembelian peralatan	21.635.160	-	204.495.532.502
2	Instalasi alat - alat	2.004.434	13.313.480.310	32.259.389.283
3	Pemipaan	7.795.021	16.203.911.371	89.882.448.816
4	Instrumentasi	3.865.694	2.496.278.238	39.034.818.237
5	Isolasi	477.246	2.189.717.753	6.700.648.617
6	Listrik	1.590.821	2.189.717.753	17.226.153.966
7	Bangunan	4.772.462	-	45.109.308.640
8	Tanah dan perbaikan lahan	2.386.231	31.200.000.000	53.754.654.320
9	Utilitas	4.406.337	-	41.648.693.919
<b>Physical Plant Cost</b>		<b>48.933.405</b>	<b>67.593.105.425</b>	<b>530.111.648.300</b>
10.	<i>Engineering &amp; Construction</i>	9.786.681	13.518.621.085	106.022.329.660
<b>Direct Plant Cost</b>		<b>58.720.086</b>	<b>81.111.726.510</b>	<b>636.133.977.960</b>
11.	<i>Contractor's fee</i>	4.697.607	6.488.938.121	50.890.718.237
12.	<i>Contingency</i>	8.808.013	12.166.758.976	95.420.096.694
<b>Fixed Capital Invesment (FCI)</b>		<b>72.225.706</b>	<b>99.767.423.607</b>	<b>782.444.792.891</b>

*commit to user*

## 6.2.2 Modal Kerja (*Working Capital Investment*)

Tabel 6.3 *Modal Kerja*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Persediaan bahan baku	74.193.434	-	701.276.336.306
2.	Persediaan bahan dalam proses	196.281	14.504.532	1.869.751.262
3.	Persediaan Produk	51.818.148	3.829.196.463	493.614.333.299
4.	<i>Extended Credit</i>	64.541.237	-	610.043.768.057
5.	<i>Available Cash</i>	51.818.148	3.829.196.463	493.614.333.299
<b>Working Capital Investment (WCI)</b>		<b>242,567,248</b>	<b>7.672.897.458</b>	<b>2.300.418.522.222</b>

**Total Capital Investment (TCI)**

$$= \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$= 3.082.863.315.113$$

## 6.3 Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)

### 6.3.1 *Manufacturing Cost*

#### 6.3.1.1 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Tabel 6.4 *Direct Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Harga Bahan Baku	272.859.230	-	2.579.065.438.927
2.	Gaji Pegawai	-	5.520.000.000	5.520.000.000
3.	Supervisi	-	1.590.000.000	1.590.000.000
4.	<i>Maintenance</i>	5.055.799	6.983.719.652	54.771.135.502
5.	<i>Plant Supplies</i>	758.370	1.047.557.948	8.215.670.325
6.	<i>Royalty &amp; Patent</i>	38.724.742	-	366.026.260.834
7.	Utilitas	-	10.939.314.886	10.939.314.886
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>317.398.141</b>	<b>26.080.592.487</b>	<b>3.026.127.820.475</b>

### 6.3.1.2 Indirect Manufacturing Cost (IMC)

Tabel 6.5 *Indirect Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	<i>Payroll Overhead</i>	-	1.104.000.000	1.104.000.000
2.	<i>Laboratory</i>	-	1.104.000.000	1.104.000.000
3.	<i>Plant Overhead</i>	-	4.692.000.000	4.692.000.000
4.	<i>Packaging</i>	294.308.039	-	2.781.799.582.340
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>294.308.039</b>	<b>6.900.000.000</b>	<b>2.788.699.582.340</b>

### 6.3.1.3 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.6 *Fixed Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Depresiasi	7.222.571	9.976.742.361	78.244.479.289
2.	<i>Property Tax</i>	1.444.514	1.995.348.472	15.648.895.858
3.	Asuransi	1.444.514	997.674.236	14.651.221.622
<b>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b>		<b>10.111.599</b>	<b>12.969.765.069</b>	<b>108.544.596.769</b>

### Total Manufacturing Cost (TMC)

$$= \text{DMC} + \text{IMC} + \text{FMC}$$

$$= \text{Rp } (3.026.127.820.475 + 2.788.699.582.340 + 108.544.596.769)$$

$$= \text{Rp } 5.923.371.999.583$$

*commit to user*

### 6.3.2 General Expense (GE)

Tabel 6.7 *General Expense*

No.	Jenis	US \$	Rp.	Total Rp.
1.	Administrasi	-	5.515.000.000	5.515.000.000
2.	<i>Sales</i>	46.469.690	-	439.231.513.001
3.	<i>Research</i>	21.685.855	-	204.974.706.067
4.	<i>Finance</i>	19.998.186	3.069.652.900	192.092.508.989
<b>General Expense (GE)</b>		<b>88.153.732</b>	<b>8.584.652.900</b>	<b>841.813.728.057</b>

**Biaya Produksi Total (TPC) = TMC + GE**

= Rp 5.923.371.999.583 + Rp 841.813.728.057

= **6.765.185.727.641**

### 6.4 Keuntungan Produksi

➤ Penjualan selama 1 tahun :

*Paraxylene* = US \$ 345.166.691

*Benzene* = US \$ 286.547.871

*Mixed-Xylene* = US \$ 142.780.277

Total penjualan = US\$ 774.494.839

= Rp 7.320.525.216.684

➤ Biaya produksi total = Rp 6.765.185.727.641

➤ Keuntungan sebelum pajak = Rp 555.339.489.043

➤ Pajak = 25 % dari keuntungan = Rp 138.834.872.261

➤ Keuntungan setelah pajak = Rp 416.504.616.782

## 6.5 Analisa Kelayakan

### 1. % *Profit on Sales* (POS)

POS adalah persen keuntungan penjualan produk terhadap harga jual produk itu sendiri. Besarnya POS pabrik *paraxylene* ini adalah :

POS sebelum pajak = 7,59%

POS setelah pajak = 5,69%

### 2. % *Return on Investment* (ROI)

ROI adalah tingkat pengembalian modal dari pabrik ini, dimana untuk pabrik yang tergolong *high risk*, mempunyai batasan ROI minimum sebelum pajak sebesar 44%

ROI sebelum pajak = 70,97%

ROI setelah pajak = 53,23%

### 3. *Pay Out Time* POT

POT adalah jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan profit yang diperoleh. Besarnya POT untuk pabrik yang beresiko tinggi sebelum pajak adalah maksimal 2 tahun.

POT sebelum pajak = 1,2 tahun

POT setelah pajak = 1,6 tahun

### 4. *Break Event Point* (BEP)

BEP adalah titik impas, suatu keadaan dimana besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan.

Besarnya BEP untuk pabrik *paraxylene* ini adalah 42,27%

*commit to user*



## 5. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus ditutup.

Besarnya SDP untuk pabrik *paraxylene* ini adalah 30,33%

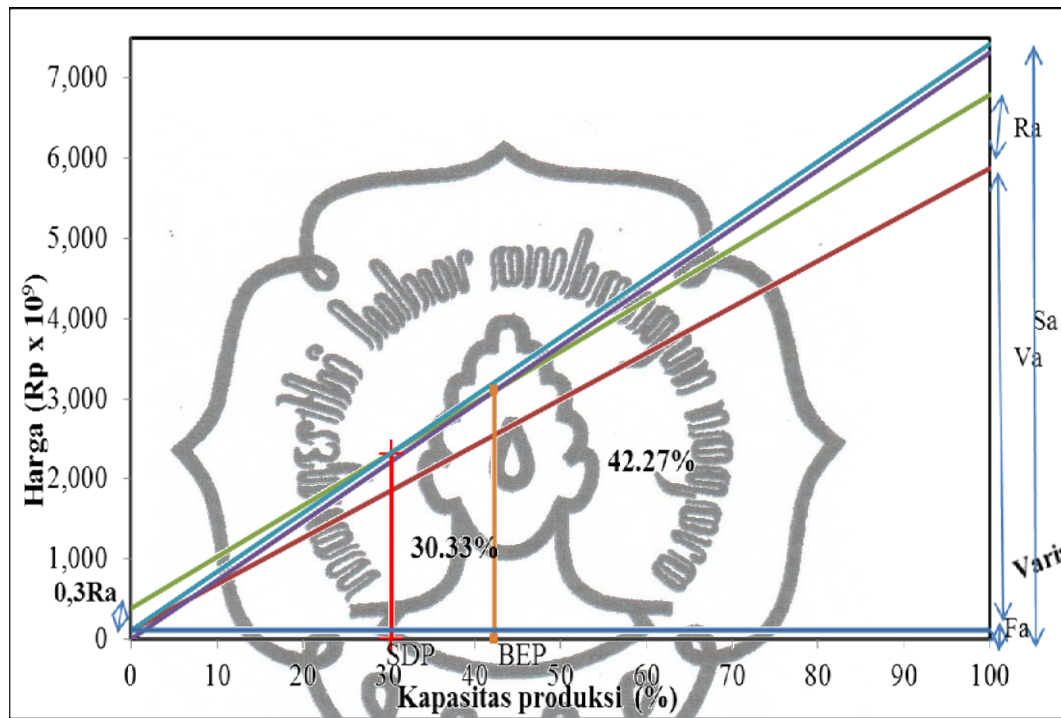
## 6. Discounted Cash Flow (DCF)

DCF adalah perbandingan besarnya persentase keuntungan yang diperoleh terhadap *capital investment* dibandingkan dengan tingkat bunga yang berlaku di bank. Tingkat bunga simpanan di Bank Mandiri adalah 13,5% (www.bankmandiri.co.id, 2011), dari perhitungan nilai DCF yang diperoleh adalah 21,37%.

Tabel 6.8 Analisis kelayakan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan
1.	<i>Return On Investment</i> (% ROI)		
	ROI sebelum pajak	70,97%	min 44%
	ROI setelah pajak	52,23 %	(resiko tinggi)
2.	<i>Pay Out Time</i> (POT)		
	POT sebelum pajak	1,2 tahun	maks. 2 tahun
	POT setelah pajak	1,6 tahun	(resiko tinggi)
3.	<i>Break Even Point</i> (BEP)	42,27%	40%– 60%
4.	<i>Shut Down Point</i> (SDP)	30,33%	
5.	<i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	21,37%	min. 13,5% (Bunga simpanan di Bank Mandiri)

Dari analisis ekonomi yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik *paraxylene* dengan kapasitas 200.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.



Keterangan gambar :

FC : Fixed manufacturing cost

Va : Variable cost

Ra : Regulated cost

Sa : Sales

SDP : Shut down point

BEP : Break even point

Gambar 6.2 Grafik Analisis Kelayakan

*commit to user*