

**PRA RENCANA  
PABRIK PEMBUATAN PARAXYLENE DENGAN  
PROSES ISOMERISASI XYLENE  
KAPASITAS PRODUKSI 450.000 TON/TAHUN**



**SKRIPSI**

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mengikuti  
Ujian Sarjana pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**OLEH:**

**AFINA FADHILAH                      03031181419060**

**ADELLIA INDAH PERMATA        03031281419082**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

# HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN PARAXYLENE DENGAN PROSES  
ISOMERISASI KAPASITAS PRODUKSI 450.000 TON/TAHUN

## SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Afina Fadhilah	03031181419060
Adellia Indah Permata	03031281419082

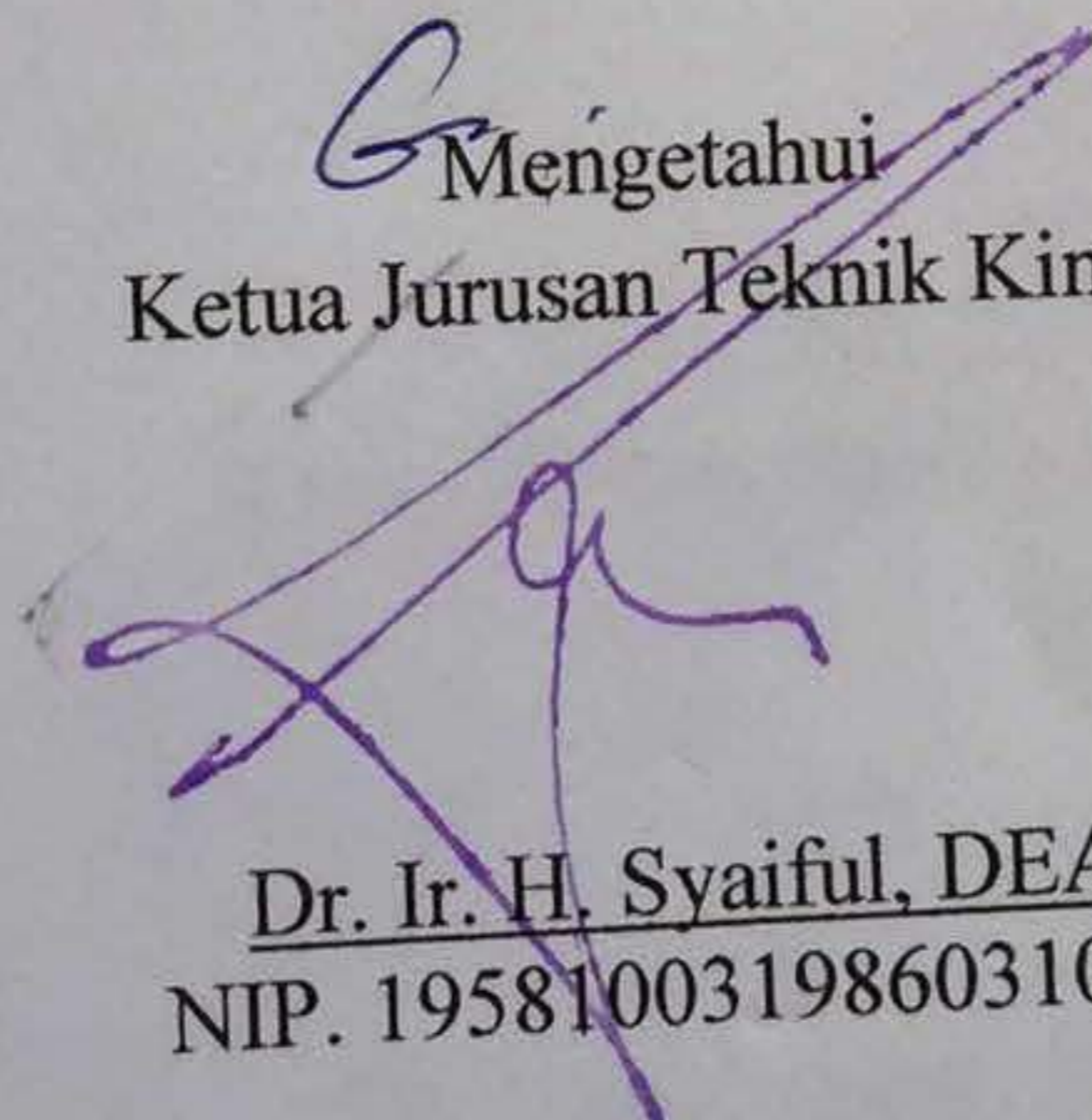
Palembang, Juli 2018

Pembimbing



Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T.  
NIP. 197808222002122001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Paraxylene Dengan Proses Isomerisasi Xylene Kapasitas Produksi 450.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Afina Fadhilah dan Adellia Indah Permata di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Juli 2018.

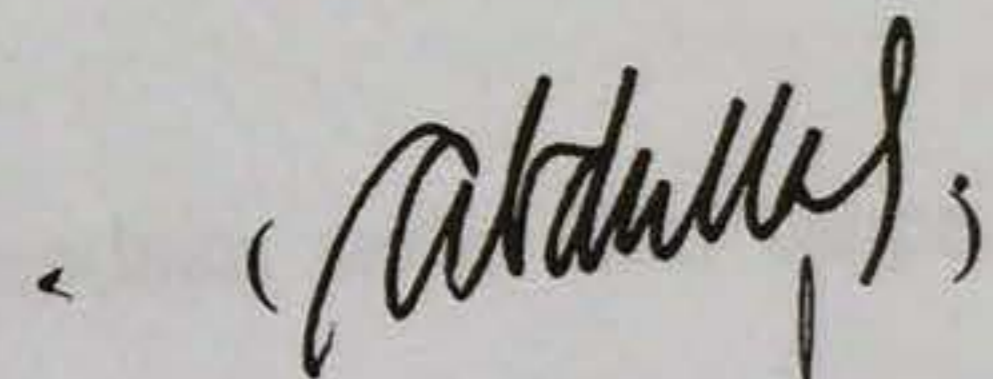
Palembang, Juli 2018

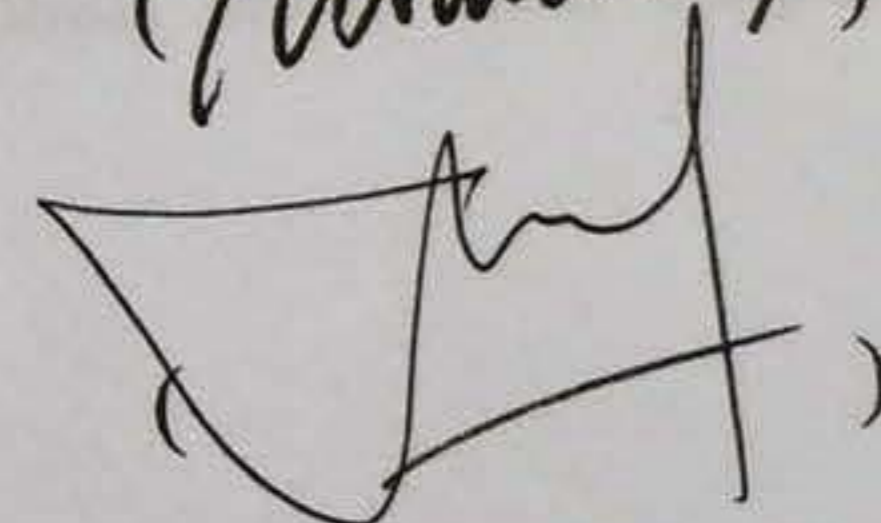
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

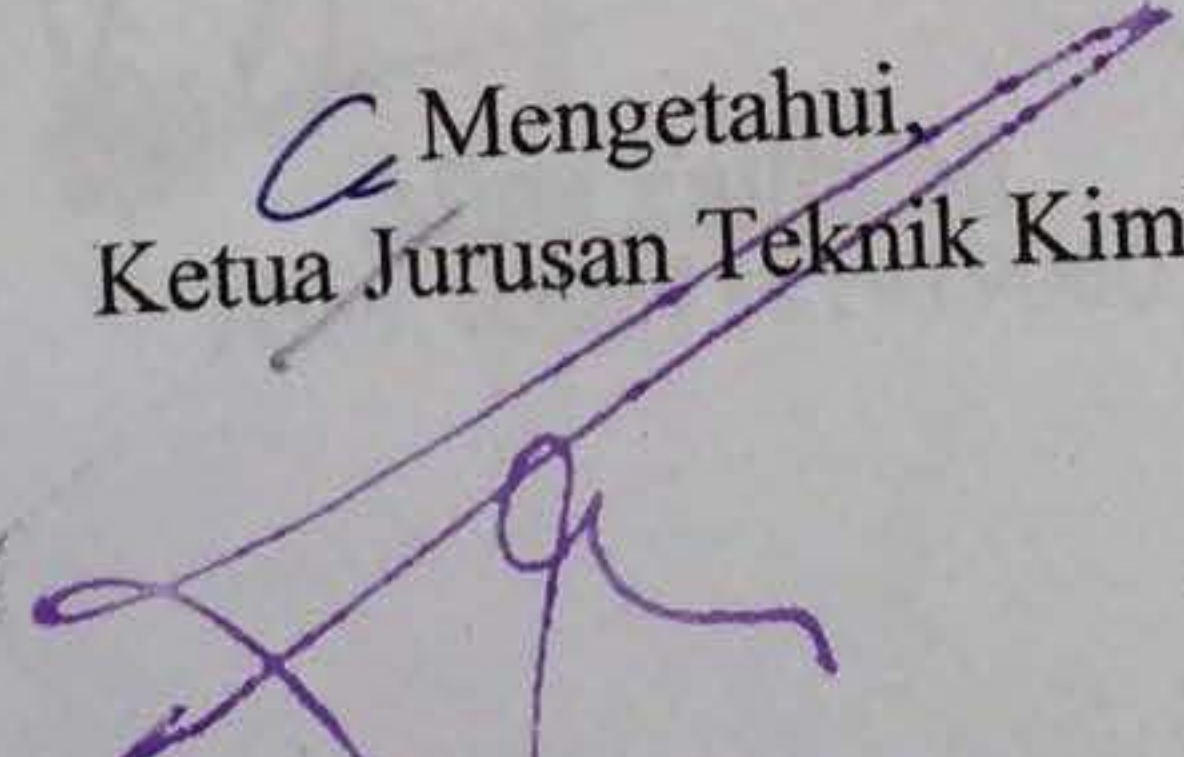
1. Dr. Hj. Leily Nurul Komariah, ST., MT  
NIP. 197503261999032002
2. Ir. Hj. Rosdiana Moeksin, MT.  
NIP. 195608311984032002
3. Ir. H. Abdullah Saleh, MS, M.Eng.  
NIP. 195304261984031001
4. Prahady Susmanto, ST., MT.  
NIP. 198208042012121001

()

()

()

()

  
Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA  
NIP. 195810031986031003

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afina Fadhillah  
NIM : 03031181419060  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Paraxylene dengan Proses Isomerisasi Xylene Kapasitas Produksi 450.000 Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Adellia Indah Permata** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018



**Afina Fadhillah**  
NIM. 03031181419060

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adellia Indah Permata  
NIM : 03031281419082  
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Paraxylene Dengan  
Proses Isomerisasi Xylene Kapasitas Produksi 450.000  
Ton/Tahun  
Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Afina Fadhillah** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018



**Adellia Indah Permata**  
NIM. 03031281419082

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis ucapkan kepada Allah Yang Maha Esa. Atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Paraxylene dengan Proses Isomerisasi Xylene Kapasitas Produksi 450.000 Ton/Tahun”.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga atas semua dukungan yang begitu besar.
2. Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Ir. H. Syaiful DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
4. Ibu Hj. Leily Nurul Komariah S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.
5. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh teman-teman yang telah memberikan dukungan dan saran sehingga tugas akhir ini berjalan lancar.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat menjadi sumber referensi pembaca dan masukan pada berbagai pihak.

Palembang, Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xx
<b>INTISARI</b> .....	xxi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan .....	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Paraxylene .....	2
1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku .....	7
<b>BAB II PERENCANAAN PABRIK</b> .....	12
2.1. Alasan Pendirian Pabrik .....	12
2.2. Pemilihan Kapasitas .....	12
2.3. Pemilihan Bahan Baku .....	14
2.4. Pemilihan Proses .....	14
2.5. Uraian Proses .....	15
2.6. Flowsheet Proses Pembuatan Paraxylene .....	17

<b>BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....</b>	<b>18</b>
3.1. Lokasi Pabrik.....	18
3.2. Tata Letak Pabrik .....	21
3.3. Luas Tanah .....	22
<b>BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS .....</b>	<b>26</b>
4.1. Neraca Massa .....	26
4.2. Neraca Panas .....	37
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>46</b>
5.1. Unit Pengadaan Air .....	46
5.1.1. Air Pendingin .....	46
5.1.2. Air Domestik.....	47
5.1.3. Air Umpan Boiler .....	47
5.2. Unit Pengadaan Steam .....	48
5.3. Unit Pengadaan Tenaga Listrik .....	48
5.3.1. Kebutuhan Listrik untuk Peralatan .....	48
5.3.2. Kebutuhan Listrik untuk Penerangan Area Pabrik .....	49
5.3.3. Kebutuhan Listrik untuk Perkantoran .....	49
5.3.4. Kebutuhan Listrik untuk Perumahan .....	50
5.3.5. Total Kebutuhan Listrik.....	50
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	51
5.4.1. Kebutuhan Bahan Bakar Boiler .....	51
5.4.2. Kebutuhan Bahan Bakar Generator .....	51
5.4.3. Kebutuhan Bahan Bakar Furnace .....	52
5.4.4. Total Kebutuhan Bahan Bakar.....	52
<b>BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN .....</b>	<b>53</b>
6.1. Accumulator-01 (ACC-01) .....	53
6.2. Accumulator-02 (ACC-02) .....	54
6.3. Adsorber-01 (AD-01).....	55
6.4. Cooler-01 (C-01).....	56
6.5. Cooler-02 (C-02).....	57
6.6. Condenser-01 (CD-01).....	58



6.7. Condenser-02 (CD-02).....	59
6.8. Condenser-03 (CD-03).....	60
6.9. Condenser-04 (CD-04).....	61
6.10. Chiller-01 (CH-01).....	62
6.11. Chiller-02 (CH-02).....	63
6.12. Chiller-03 (CH-03).....	64
6.13. Chiller-04 (CH-04).....	65
6.14. Chiller-05 (CH-05).....	66
6.15. Furnace-01 (F-01) .....	67
6.16. Furnace-02 (F-02) .....	68
6.17. Heater-01 (H-01).....	69
6.18. Heater-02 (H-02).....	70
6.19. Heater-03 (H-03).....	71
6.20. Kompresor-01 (K-01).....	72
6.21. Kompresor-02 (K-02).....	73
6.22. Kompresor-03 (K-03).....	74
6.23. Kolom Destilasi-01 (KD-01).....	75
6.24. Kolom Destilasi-02 (KD-02).....	76
6.25. Kolom Destilasi-03 (KD-03).....	77
6.26. Knock Out Drum-01 (KOD-01).....	78
6.27. Knock Out Drum-02 (KOD-02).....	79
6.28. Knock Out Drum-03 (KOD-03).....	80
6.29. Pompa-01 (P-01) .....	81
6.30. Pompa-02 (P-02) .....	82
6.31. Pompa-03 (P-03) .....	83
6.32. Pompa-04 (P-04) .....	84
6.33. Pompa-05 (P-05) .....	85
6.34. Pompa-06 (P-06) .....	86
6.35. Pompa-07 (P-07) .....	87
6.36. Pompa-08 (P-08) .....	88
6.37. Pompa-09 (P-09) .....	89

6.38. Partial Condenser-01 (PC-01).....	90
6.39. Partial Condenser-02 (PC-02).....	91
6.40. Pressure Swing Adsorber-01 (PSA-01) .....	92
6.41. Reaktor-01 (R-01).....	93
6.42. Reaktor-02 (R-02).....	94
6.43. Reboiler-01 (RB-01).....	95
6.44. Reboiler-02 (RB-02).....	96
6.45. Reboiler-03 (RB-03).....	97
6.46. Tangki-01 (T-01).....	98
6.47. Tangki-02 (T-02).....	99
6.48. Tangki-03 (T-03).....	100
6.49. Tangki-04 (T-04).....	101
6.50. Tangki-05 (T-05).....	102
6.51. Tangki-06 (T-06).....	103
6.52. Vaporizer-01 (VAP-01).....	104
<b>BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN .....</b>	<b>105</b>
7.1. Bentuk Perusahaan .....	105
7.2. Struktur Organisasi.....	106
7.3. Tugas dan Wewenang .....	106
7.3.1. Dewan Komisaris.....	106
7.3.2. Direktur Utama .....	107
7.3.3. Direktur Teknik dan Produksi.....	107
7.3.4. Direktur Keuangan dan Pemasaran.....	108
7.3.5. Direktur Umum dan Personalia .....	108
7.3.6. Kepala Bagian .....	109
7.3.7. Kepala Seksi.....	109
7.3.8. Operator/Karyawan.....	109
7.4. Sistem Kerja .....	110
7.4.1. Waktu Kerja Karyawan Non-shift .....	110
7.4.2. Waktu Kerja Karyawan Shift.....	110
7.5. Penentuan Jumlah Pekerja.....	111

<b>BAB VIII ANALISA EKONOMI</b> .....	116
8.1. Keuntungan (Profitabilitas).....	117
8.1.1. Perhitungan Annual Cash Flow .....	117
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal .....	118
8.2.1. Lama Pengangsuran Pengembalian Modal .....	119
8.2.2. Pay Out Time (POT).....	120
8.3. Total Modal Akhir.....	120
8.3.1. Net Profit Over Total life of Project (NPOTLP).....	120
8.3.2. Total Capital Sink .....	122
8.4. Laju Pengembalian Modal .....	122
8.4.1. Rate of Return Investment (ROR) .....	123
8.4.2. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR).....	123
8.5. Break Even Point (BEP).....	124
<b>BAB IX KESIMPULAN</b> .....	127

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Data Impor <i>Paraxylene</i> Tahun 2012-2016.....	13
<b>Tabel 2.2.</b> Tabel Perbandingan Proses Pembuatan <i>Paraxylene</i> .....	15
<b>Tabel 7.1.</b> Pembagian jam kerja pekerja shift.....	110
<b>Tabel 7.2.</b> Perincian Jumlah Karyawan.....	113
<b>Tabel 8.1</b> Angsuran Pengembalian Modal .....	119
<b>Tabel 8.2.</b> Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	126

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b>	Grafik Impor <i>Paraxylene</i> di Indonesia.....	13
<b>Gambar 3.1.</b>	Peta Lokasi Pendirian Pabrik .....	23
<b>Gambar 3.2.</b>	Tata Letak Pabrik .....	24
<b>Gambar 3.3.</b>	Tata Letak Peralatan.....	25
<b>Gambar 3.4.</b>	Flowsheet Pabrik <i>Paraxylene</i> .....	26
<b>Gambar 7.1.</b>	Struktur Organisasi Perusahaan.....	115
<b>Gambar 8.1.</b>	Grafik <i>Break Even Point</i> .....	125

## DAFTAR NOTASI

### 1. ACCUMULATOR

- $D$  : Diameter  
 $ID, OD$ : Diameter dalam, Diameter luar, m  
 $L$  : Panjang accumulator, m  
 $C$  : Allowable corrosion, m  
 $E$  : Efisiensi pengelasan, dimensionless  
 $P$  : Tekanan operasi, atm  
 $S$  : Working stress yang diizinkan, atm  
 $T$  : Temperatur operasi, K  
 $t$  : Tebal dinding accumulator, m  
 $V_e$  : Volume elipsoidal,  $m^3$   
 $V$  : Volume total,  $m^3$   
 $V_s$  : Volume silinder,  $m^3$   
 $V_t$  : Kapasitas  
: Densitas,  $kg/m^3$

### 2. ADSORBER, PSA

- $C$  : *Corrosion* maksimum, in  
 $D$  : Diameter kolom, m  
 $E$  : Joint efisiensi  
 $R_i$  : jari-jari, m  
 $\rho_g, \rho_L$  : Densitas gas dan liquid,  $kg/m^3$   
 $P$  : Tekanan desain, atm  
 $S$  : Working stress allowable, atm  
 $E$  : Welding joint efisiensi  
 $L$  : Tinggi kolom, m  
 $V_T$  : volume kolom  
 $\mu_g, \mu_L$  : Viskositas gas dan liquid  $kg/m.s$   
 $t$  : tebal dinding, cm

### 3. CONDENSER, COOLER, CHILLER, HEATER, REBOILER, PARSIAL CONDENSER

- A : Area perpindahan panas, ft<sup>2</sup>
- a , a<sub>p</sub> : Area alir pada annulus, inner pipe, ft<sup>2</sup>
- a<sub>s</sub>, a<sub>t</sub> : Area alir pada shell and tube, ft<sup>2</sup>
- a'' : External surface per 1 FT, ft<sup>2</sup>/ft
- B : Baffle spacing, in
- C : Clearance antar tube, in
- C<sub>p</sub> : Spesifik head, kJ/kg
- D : Diameter dalam tube, in
- D<sub>e</sub> : Diameter ekuivalen, in
- D<sub>B</sub> : Diameter bundle, in
- D<sub>S</sub> : Diameter shell, in
- f : Faktor friksi, ft<sup>2</sup>/in<sup>2</sup>
- g : Percepatan gravitasi
- h : Koefisien perpindahan panas, Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F
- h<sub>1</sub>, h<sub>o</sub> : Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube
- j<sub>H</sub> : Faktor perpindahan panas
- k : Konduktivitas termal, Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F
- L : Panjang tube pipa, ft
- LMTD: Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
- N : Jumlah baffle
- N<sub>t</sub> : Jumlah tube
- P<sub>T</sub> : Tube pitch, in
- P<sub>T</sub> : Return drop shell, psi
- P<sub>S</sub> : Penurunan tekanan pada shell, psi
- P<sub>t</sub> : Penurunan tekanan pada tube, psi
- ID : Inside diameter, ft
- OD : Outside diameter, ft
- Q : Beban panas heat exchanger, Btu/hr
- R<sub>d</sub> : Dirt factor, hr.ft<sup>2</sup>.°F/Btu

Re	: Bilangan Reynold, dimensionless
PR	: Bilangan Prandtl
NU	: Bilangan Nusselt
s	: Specific gravity
T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	: Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub>	: Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
T <sub>a</sub>	: Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t <sub>a</sub>	: Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
t	: Beda temperatur yang sebenarnya, °F
U	: Koefisien perpindahan panas
U <sub>c</sub> , U <sub>o</sub>	: Clean overall coefficient, Design overall coefficient, Btu.hr.ft <sup>2</sup> .°F
V	: Kecepatan alir, ft/s
W	: Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr
w	: Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr
μ	: Viskositas, Cp

#### 4. FURNACE

q <sub>n</sub>	: Neat heat release, Btu/jam
q <sub>r</sub>	: Radiant duty, Btu/jam
t <sub>f</sub> , t <sub>t</sub>	: Temperatur fluida, temperatur dinding, °F
Art, a	: Luas area radiant section, luas tube, ft <sup>2</sup>
OD	: diameter luar tube, in
L	: panjang tube, ft
N <sub>t</sub>	: Jumlah tube
A <sub>cp</sub>	: cold plane surface, ft <sup>2</sup>
V	: Volume furnace, ft <sup>3</sup>
L <sub>beam</sub>	: Mean beam Length, ft
E <sub>g</sub>	: gas emisivitas
q <sub>s</sub>	: Heat loss fuel gas, Btu/jam
h <sub>cc</sub>	: koefisien konveksi, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
h <sub>cl</sub>	: koefisien gas radiant, Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F



$h_{cw}$	: koefisien wall radiant, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$A_{cw}$	: wall area per row, ft <sup>2</sup>
$f$	: factor seksi konveksi
$U_c$	: overall transfer coefisien dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft <sup>2</sup> °F
$\rho_g$	: densitas fuel gas, lb/ft <sup>3</sup>
$G$	: mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft <sup>2</sup>

## 5. KNOCKOUT DRUM

$A$	: <i>Vessel</i> Area Minimum, m <sup>2</sup>
$C$	: <i>Corrosion</i> maksimum, in
$D$	: Diameter <i>Vessel</i> minimum, m
$E$	: <i>Joint</i> efisiensi
$H_L$	: Tinggi <i>Liquid</i> , m
$H_T$	: Tinggi <i>Vessel</i> , m
$P$	: Tekanan desain, psi
$Q_V$	: Laju alir <i>Volumetric</i> massa, m <sup>3</sup> /jam
$Q_L$	: <i>Liquid Volumetric flowrate</i> , m <sup>3</sup> /jam
$S$	: <i>Working stress Allowable</i> , psi
$t$	: tebal dinding tangki, m
$U_V$	: Kecepatan uap maksimum, m/s
$V_t$	: Volume <i>Vessel</i> , m <sup>3</sup>
$V_h$	: Volume <i>Head</i> , m <sup>3</sup>
$V_t$	: Volume <i>Vessel</i> , m <sup>3</sup>
$\rho$	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>
$\mu$	: Viskositas, cP
$\rho_g$	: Densitas gas, kg/m <sup>3</sup>
$\rho_l$	: Densitas <i>Liquid</i> , kg/m <sup>3</sup>

## 6. KOLOM DISTILASI

C	: Allowable corrosion, m
D	: Diameter tanki, m
E	: Joint efficiency, m
$A_d$	: Downcomer area, $m^2$
$A_t$	: Tower area, $m^2$
$A_n$	: Net area, $m^2$
$A_a$	: Active area, $m^2$
$A_h$	: Hole area, $m^2$
$A_{da}$	: Aerated mass area, $m^2$
$d_h$	: Diameter hole, mm
$D_c$	: Diameter kolom, m
E	: Total entrainment, kg/s
$F_{iv}$	: Parameter aliran
$h_a$	: Aerated liquid drop, m
$h_f$	: Froth height, mm
$h_w$	: Weir height, mm
$h_q$	: Wep point, cm
H	: Tinggi kolom, m
$L_w$	: Weir lenght, m
$N_m$	: Jumlah tray minimum
P	: Pressure drop, Psi
$Q_p$	: Aeration factor
R	: Reflux ratio
$R_H$	: Radius Hydraulic, m
$R_M$	: Reflux minimum
$S_s$	: Stage umpan
$U_f$	: Kecepatan aerated mass
$V_d$	: Downcomer velocity
A	: Relative velocity
	: Fractional entrainment

## 7. KOMPRESOR

- BHP : Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP  
k : Konstanta kompresi  
n : Jumlah stage  
      : Efisiensi kompresor  
P<sub>in</sub> : Tekanan masuk, atm  
P<sub>out</sub> : Tekanan keluar, atm  
T<sub>1</sub> : Temperatur masuk kompresor, °C  
T<sub>2</sub> : Temperatur keluar kompresor, °C  
P<sub>w</sub> : Power kompresor, Hp  
Q : Kapasitas kompresor  
R<sub>c</sub> : Ratio kompresi, tidak berdimensi  
W : Laju alir massa, lb/jam  
      : Densitas, kg/m<sup>3</sup>

## 8. POMPA

- A : Area alir pipa, in<sup>2</sup>  
BHP : Brake Horse Power, HP  
D<sub>opt</sub> : Diameter optimum pipa, in  
f : Faktor friksi  
g : Percepatan gravitasi ft/s<sup>2</sup>  
g<sub>c</sub> : Konstanta percepatan gravitas, ft/s<sup>2</sup>  
H<sub>d</sub>, H<sub>s</sub> : Head discharge, suction, ft  
H<sub>f</sub> : Total friksi, ft  
H<sub>fc</sub> : Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft  
H<sub>fe</sub> : Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft  
H<sub>ff</sub> : Friksi karena fitting dan valve, ft  
H<sub>fs</sub> : Friksi pada permukaan pipa, ft  
ID : Diameter dalam, in  
K<sub>C</sub>, K<sub>E</sub> : Konstanta kompresi, ekspansi, ft

L	: Panjang pipa, m
Le	: Panjang ekivalen pipa, m
MHP	: Motor Horse Power, HP
NPSH	: Net positive suction head, ft.lbf/lb
N <sub>RE</sub>	: Bilangan Reynold
OD	: Diameter luar, in
P <sub>uap</sub>	: Tekanan uap, psi
Q <sub>f</sub>	: Laju alir volumetrik, ft <sup>3</sup> /s
V <sub>d</sub>	: Discharge velocity, ft/s
V <sub>s</sub>	: Suction velocity, ft/s
	: Equivalent roughness, ft
	: Efisiensi pompa
μ	: Viskositas, kg/ms
	: Densitas, kg/m <sup>3</sup>

## 9. REAKTOR

C <sub>c</sub>	: Tebal korosi maksimum, in
C <sub>AO</sub>	: Konsentrasi awal umpan, kmol/m <sup>3</sup>
D <sub>p</sub>	: Diameter katalis, m
D <sub>R</sub>	: Diameter reaktor, m
F <sub>AO</sub>	: Laju alir umpan, kmol/jam
k	: Konstanta kecepatan reaksi, m <sup>3</sup> /kmol.s
<b>P</b>	: Tekanan operasi, atm
‡	: Waktu tinggal, jam
<b>S</b>	: Tegangan kerja yang diizinkan, psi
<b>t</b>	: Tebal dinding reaktor, cm
<b>V<sub>k</sub></b>	: Volume katalis, m <sup>3</sup>
<b>V<sub>T</sub></b>	: Volume reaktor, m <sup>3</sup>
, k	: Densitas fluida, katalis, kg/m <sup>3</sup>
<b>R</b>	: Konstanta gas ideal, 8,314 kJ/kmol.K

$\sigma_A$	:	Diameter molekul, cm
M	:	Berat molekul, kg/kmol
$E_A$	:	Energi aktivasi, kJ/kmol
$V_E$	:	Volume ellipsoidal, m <sup>3</sup>
H	:	Tinggi reaktor, m
Hh	:	Tinggi tutup
$H_T$	:	Tinggi total tanki, m

## 10. TANKI

C	:	Allowable corrosion, m
D	:	Diameter tanki, m
E	:	Joint efisiensi
h	:	Tinggi head, m
H	:	Tinggi silinder tanki, m
Ht	:	Tinggi total tanki, m
P	:	Tekanan, atm
S	:	Allowable stress, psi
t	:	Tebal dinding tanki, m
Vh	:	Volume head, m <sup>3</sup>
Vs	:	Volume silinder, m <sup>3</sup>
Vt	:	Volume tanki, m <sup>3</sup>
W	:	Laju alir massa, kg/jam
	:	Densitas, kg/m <sup>3</sup>

## 11. DIMENSIONLESS NUMBER

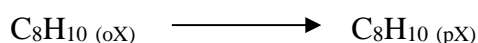
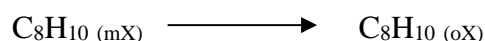
Re	:	Reynold Number
Sc	:	Schmidt Number
Pr	:	Prandtl Number
jH	:	Faktor perpindahan panas
f	:	Friction factor

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Perhitungan Neraca Massa .....
<b>Lampiran 2</b>	Perhitungan Neraca Panas .....
<b>Lampiran 3</b>	Perhitungan Spek Alat .....
<b>Lampiran 4</b>	Perhitungan Ekonomi.....

## INTISARI

Pabrik Paraxylene direncanakan berlokasi di daerah Cilegon, Banten. Pabrik ini meliputi area seluas 8 Ha dengan kapasitas 450.000 ton per tahun. Proses pembuatan Paraxylene dilakukan dengan proses isomerisasi xylene di dalam Reaktor-01 (R-01) pada temperatur 260°C dengan tekanan 20 atm pada fase liquid dan pada Reaktor-02 (R-02) pada temperatur 343,3 °C dengan tekanan 1,7 atm pada fase gas reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan 167 orang. Berdasarkan hasil analisa ekonomi, maka Pabrik Paraxylene ini dinyatakan layak didirikan :

- |  |                        |
|--|------------------------|
| a. <i>Annual Cash Flow</i>             | = US \$ 64.103.436,30  |
| b. Hasil penjualan per tahun           | = US \$ 739.000.367,49 |
| c. Biaya produksi per tahun            | = US \$ 654.261.675,10 |
| d. <i>Pay out time</i>                 | = 1,13 tahun           |
| e. <i>Rate of return on investment</i> | = 89,23 %              |
| f. <i>Break evenpoint</i>              | = 34 %                 |
| g. <i>Service life</i>                 | = 11 tahun             |

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan dan perkembangan industri di Indonesia adalah salah satu dari bagian usaha dalam membangun perekonomian yang maju dan seimbang. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan penggunaan produk-produk industri, mendorong terciptanya produk baru yang berkualitas dan memiliki daya saing yang tinggi serta ramah lingkungan. Berkembangnya industri pada saat ini ditandai dengan semakin meningkatnya pembangunan sektor-sektor industri dibidangnya masing-masing, khususnya dalam bidang industri kimia.

Perkembangan ini diharapkan dapat meningkatkan perekonomian bangsa Indonesia. Industri petrokimia merupakan salah satu industri yang berperan penting dalam meningkatkan pendapatan negara dan diharapkan dapat serta diekspor untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Salah satu jenis produk yang banyak digunakan pada industri petrokimia adalah *paraxylene*.

*Paraxylene* adalah senyawa hidrokarbon aromatik dan merupakan salah satu isomer senyawa *xylene* yang terpenting karena *paraxylene* memiliki nilai jual yang paling tinggi. Nama lain dari *paraxylene* adalah 1,4 *dimetyl benzene*. *Paraxylene* merupakan cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar (*flammable*). *Paraxylene* ini banyak digunakan sebagai bahan baku dasar dalam pembuatan pabrik industri kimia antara lain *pure terephthalic acid* (PTA), dimetil terephtalat, sebagai bahan baku dalam pembuatan pakaian, tekstil, ban, pembuatan plastik, fiber, resin, film dan lain-lain (Imtek, 2012).

Hingga saat ini Indonesia masih mengimpor *paraxylene* untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, jumlah kebutuhan *paraxylene* dari tahun ke tahun di Indonesia semakin meningkat hingga mencapai 1.720.253 toh/tahun pada tahun 2016 (cumtrade.un.org). Oleh karena itu, diperlukan pra rancangan pabrik *paraxylene* untuk memenuhi kebutuhan produk di dalam negeri dan diharapkan



dapat menambah devisa untuk negara dalam jangka panjang dan mengurangi ketergantungan terhadap impor produk luar negeri.

## 1.2. Sejarah dan Perkembangan

Senyawa isomer hidrokarbon aromatik yaitu *xylene* dengan senyawa homolog  $C_8$  *benzene* yaitu rumus kimianya  $C_6H_4(CH_3)_2$  dan dengan berat molekul 106,167 gr/mol adalah *paraxylene*. *Paraxylene* merupakan produk antara yang berperan sebagai bahan baku dalam pembuatan *dimethyl terephthalate* (DMT), *pure terephthalic acid* (PTA), *terephthalic acid* (TPA), *di-paraxylene*, *polyesters*, herbisida dan sebagai *solvent*, selain dari itu dapat digunakan untuk pembuatan film, resin, *plasticizer*, fiber dan sebagainya (Imtek, 2012).

Sebelum terjadinya Perang Dunia II, bahan baku pembuatan senyawa aromatik hidrokarbon termasuk juga senyawa *paraxylene* adalah berasal dari batubara (*coal tar*), dimana melalui proses likuifaksi. Setelah terjadi dan berakhirnya Perang Dunia II, kebutuhan akan *paraxylene* ini semakin meningkat dan sebelumnya bahan baku pembuatan *paraxylene* yaitu berupa batubara tidak mencukupi lagi kebutuhannya. Pada tahun 1949, Amerika Serikat mulai mengembangkan proses pembuatan *xylene* dengan menggunakan reaksi *hydroforming* dari fraksi-fraksi naphta yang berasal dari bahan baku minyak bumi (*crude oil*) melalui proses destilasi (Akhmad, 2012).

Perkembangan teknologi dalam memproduksi *paraxylene* terus mengalami peningkatan dalam kurun waktu 30 tahun belakangan ini banyak ditemukan teknologi dan peralatan baru yang digunakan dalam menunjang produksi *paraxylene*. Pertumbuhan teknologi terbaru yang lebih efisien dan efektif dalam memproduksi *paraxylene* memberi dampak positif pada industri *paraxylene* dan memberikan keuntungan di sektor ekonomi.

## 1.3. Macam-macam Proses Pembuatan *Paraxylene*

Dalam proses pembuatan *paraxylene* sampai saat ini sudah banyak metode-metode yang bisa digunakan dalam memproduksi *paraxylene*. Berikut ini merupakan macam-macam metode atau proses yang digunakan, antara lain:

1. Proses *Hydroforming*
2. Proses *Catalytic Reforming*
3. Proses *Transalkylation*
4. Proses Dimerisasi Isobutilen
5. Proses Disproporsionasi *Toluene*
6. Proses Ekstraksi Aromatik
7. Proses Kristalisasi dan Isomerasi *Xylene*
8. Proses Adsorpsi dan Isomerasi *Xylene*
9. Proses Metilasi Toluene

#### 1.3.1. Proses *Hydroforming*

Dalam proses ini *paraxylene* disintesa dari hidrokarbon. Bahan baku yang digunakan gasoline dengan gugus hidrokarbon C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub> melalui proses katalitik. Sebelumnya hidrokarbon tersebut dipanaskan terlebih dahulu dengan gas hidrogen. Selain *paraxylene* juga terbentuk isomer lainnya, seperti *metaxylene*, *ortoxylene*, dan etilbenzene. Proses *hydroforming* merupakan proses awal yang ditemukan untuk memproduksi *xylene* dan isomernya yaitu *paraxylene*.

#### 1.3.2. Proses *Catalytic Reforming*

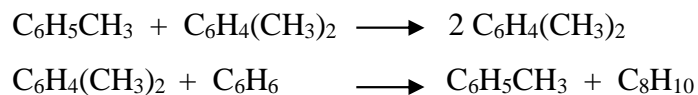
*Catalytic reforming* adalah proses yang digunakan untuk menghasilkan senyawa aromatik dengan jumlah yang besar daripada senyawa naphtha. Proses ini lebih unggul bila dibandingkan dengan proses *hydroforming*. Pada proses *catalytic reforming* ini biasanya dilakukan dengan cara mengkombinasikan beberapa reaksi, diantaranya reaksi dehidrogenasi, isomerisasi, dan dehidrosiklisasi, bertujuan untuk mengkonversikan senyawa *paraffin* dan *naphthene* menjadi senyawa aromatik.

Pada proses ini, kesetimbangan dan selektivitas terjadi pada tekanan rendah. Kondisi operasi pada temperatur tinggi memberikan kesetimbangan yang lebih bagus bila dibandingkan dengan mengoperasikannya pada suhu rendah, sedangkan pada segi kinetiknya akan lebih menguntungkan jika mengkonversikan senyawa *benzene*, *toluene* dan *xylene* (BTX) dari senyawa *paraffin* sampai *naphthene*.

#### 1.3.3. Proses *Transalkylation*

Proses reaksi antara *toluene* dengan C<sub>9</sub> aromatik menghasilkan *paraxylene* disebut dengan proses transalkilasi. *Totary process* memanfaatkan reaksi

transalkilasi dalam memproduksi *paraxylene*. Pada proses ini senyawa direaksikan antara toluena atau campuran *toluene* dengan C<sub>9</sub> aromatik di dalam *fixed bed reactor* yang berisi katalis dengan bantuan gas hidrogen. Untuk pertama kali ditemukan oleh Toray dan dilisensi oleh UOP. Reaksi transalkilasi sebagai berikut:



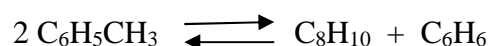
Reaksi tersebut berlangsung dalam tekanan 10-50 atm dan pada temperatur tinggi sekitar 350-400°C. Konversi produk toluene yang dihasilkan sebesar 40-50% berat. Perbandingan produk *paraxylene* dan benzene dihasilkan dari senyawa toluene yang berubah-ubah tergantung pada komposisi umpan.

#### 1.3.4. Proses Dimerisasi Isobutilena

Dalam proses ini senyawa isobutilene digunakan sebagai bahan baku. Isobutilena mengalami dimerisasi menjadi 2,2,4-trimetilpentana (TMP). Selama proses ini berlangsung, terjadi beberapa tahapan reaksi antara lain propagasi, inisiasi dan pembentukan *xylene*. Tahapan berikutnya adalah proses pemurnian produk akhir dimana produk yang akan terbentuk adalah *paraxylene* dengan kemurnian sekitar 96-98% berat.

#### 1.3.5. Proses Disproporsionasi Toluene

Proses ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu proses pemisahan dan pemurnian senyawa *paraxylene* dari *metaxylene* dan *ortoxylene*. Proses disproporsionasi *toluene* adalah proses transkilasi secara katalitik, dimana senyawa *toluene* dikonversikan menjadi benzene dan *xylene*. Bahan baku utama berupa toluena yang akan terproporsionasi membentuk *paraxylene* dan aromatik C<sub>9</sub>. Selama proses berlangsung terjadi beberapa tahapan reaksi yaitu inisiasi, propagasi dan pembentukan *paraxylene*. Proses pemurnian dan pemisahan terhadap gugus *xylene* (*paraxylene*, *metaxylene* dan *ortoxylene*). Produk utamanya *paraxylene* memiliki tingkat kemurnian yang tinggi. Reaksi berlangsung sebagai berikut :



#### 1.3.6. Proses Ekstraksi Aromatik

Proses ini menggunakan bahan baku yang mengandung senyawa aromatis campuran, nafta dan paraffin yang dipanaskan dengan rafinat (sebagian besar terdiri

dari paraffin, isoparaffin dan sikloparaffin) yang dikontakkan secara *counter current* dengan larutan tetraetilen glikol encer didalam kolom ekstraksi. Solvent ini mengandung senyawa aromatis seperti *benzene*, *toluene* dan *xylene* (BTX), yang nantinya akan didinginkan. Tahapan selanjutnya dimurnikan dengan cara destilasi-ekstraktif dan dipisahkan dari solvent dengan *steam stripping*.

Ekstraksi yang mengandung senyawa aromatis yaitu toluene, benzene, *xylene* dan etilbenzene kemudian dipisahkan sehingga diperoleh benzene dan toluene secara terpisah, untuk etilbenzene dan *xylene* akan diperoleh sebagai hasil campuran yang selanjutnya digunakan untuk memisahkan dengan teknik *superfractionation*. Proses pemisahan *paraxylene* dari isomer *xylene* (*orthoxylene* dan *metaxylene*) dilakukan dengan cara adsorpsi, sehingga akan mendapatkan hasil akhir *paraxylene* sebesar 90% (The UOP ED Sulfolane Patent, 1979).

#### 1.3.7. Proses Kristalisasi dan Isomerisasi *Xylene*

Dalam suatu proses katalitik menggunakan bahan baku utama yaitu hidrokarbon C<sub>8</sub>-C<sub>10</sub> termasuk toluene, paraffin dan olefin. Campuran bahan baku tersebut kemudian masuk ke dalam reaktor bersamaan dengan penambahan katalis alumina silika dan antimoni oksida. Di dalam proses kristalisasi dan isomersasi *xylene* digunakan untuk memisahkan *paraxylene* dari C<sub>8</sub> yang mengandung etilbenzene dan *xylene*. Bahan baku yang masuk mengandung 22-23% *paraxylene* yang selanjutnya akan didinginkan dengan alat *precooler* pada temperatur -40°C, setelah itu dikristalisasi secara seri dimana masing-masing dari *crystallizer* didinginkan umpan yang masuk hingga mencapai suhu -70°C.

*Slurry* kristal *paraxylene* nantinya dilewatkan di *holding tank*, selanjutnya secara bertahap dilewatkan ke dalam *centrifuge*. Kristal-kristal dari *centrifuge* tersebut mengandung 80% *paraxylene* yang selanjutnya dilelehkan dan dikristalkan kembali agar mendapatkan tingkat kemurnian mencapai 95%. Pada *mother liquor* yang masih mengandung *paraxylene* dilakukan proses ke tahap pertama kembali, sedangkan untuk sisa *mother liquor* dari *centrifuge* pada tahapan pertama dilewatkan ke reaktor *fixed bed* dengan menggunakan penambahan katalis *silica* alumina yang mempunyai tingkat selektivitas yang tinggi terhadap *paraxylene* serta

mampu memperoleh kembali kemurnian hingga 95% pada tekanan atmosfer (Isomar-Maruzen Patent, 2009).

#### 1.3.8. Proses Adsorpsi dan Isomerisasi *Xylene*

Proses adsorpsi dan isomerisasi *xylene* disebut dengan proses kombinasi antara senyawa aromatik dan isolene. *Xylene* yang terjadi merupakan campuran antara isomer-isomer *xylene* (*mixed xylene*).  $C_8$  aromatis (*ethylbenzene* dan *mixed xylene*) dipompakan menuju absorber yang berguna dalam menyerap *paraxylene* dengan menggunakan adsorbent. Adsorbent yang digunakan adalah katalis HZSM-05. Padatan adsorbent disusun secara seri untuk menyerap secara selektif isomernya dari campuran *xylene*. Umpan yang masuk yaitu  $C_8$  aromatis dan campuran *xylene*, sebelum masuk ke dalam reaktor dipanaskan terlebih dahulu di heater agar kondisi dari bahan baku sesuai dengan kondisi dari reaktornya. Dalam reaktor terjadi reaksi isomerisasi, dimana isomerisasi katalitik yang menggunakan katalis zeolit (HZSM-05). Reaksi isomerisasi secara katalitik dipakai sebagai dasar proses isomerisasi secara plant. Reaksi ini terjadi secara eksotermis *reversible*. (Aromax Patent, 2004).

Reaktor beroperasi secara non adiabatik dan isothermal dimana terjadi reaksi pada suhu  $450^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 24 atm. Produk keluaran reaktor diturunkan tekanannya menjadi tekanan atmosfer menggunakan *expander*. Aliran gas tersebut kemudian dikirim ke alat separator dan didinginkan didalam sebuah kompresor sampai kondisinya *dew* dan *bubble point* sehingga aliran yang masuk ke separator bisa terpisah antara gas dan cairannya. Hasilnya akan dikirimkan ke *off gas*, sedangkan untuk aliran bawahnya yaitu senyawa  $C_8$  aromatis dan sedikit toluene dikirim menuju menara destilasi untuk selanjutnya dimurnikan dan diambil toluenya. Proses isolene ini untuk mengisomerisasikan keluaran yang berguna untuk memperbanyak pembentukan  $C_8$  aromatis. (Brown, 1978).

#### 1.3.9. Proses Metilasi Toluene

Proses ini dilakukan dengan cara mereaksikan bahan baku yaitu toluene dan metanol dengan menggunakan katalis modified ZSM-5. Toluene dan metanol tersebut direaksikan pada tekanan 7 atm dan temperatur  $440^{\circ}\text{C}$  dengan waktu kontak yang sangat singkat yaitu kurang dari 1 detik, sehingga gugus metil metanol

akan tersubstitusi ke dalam toluene dengan reaksi metilasi (Breen et al, 2008). Di reaktor ditambahkan air dan nitrogen untuk mengontrol waktu kontak.

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

Sifat fisika dan kimia dari bahan baku (*feed*) dijelaskan sebagai berikut:

##### 1.4.1. Spesifikasi Bahan Baku

###### 1) Xylena

###### a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_6H_4(CH_3)_2$
Berat Molekul	: 106,16 gr/mol
Bentuk	: Cair
Kemurnian	: 99,72%
Titik Didih	: 138,5 °C (281,3 °F)
Titik Leleh	: 13,2 °C
Suhu kritis	: 343,2 °C
Tekanan Kritis	: 34,7 atm
Viscositas (25 °C)	: 0,64 Cp
Densitas	: 0,87 gr/cm <sup>3</sup>
Cp	: 163.2 J/(mol K) pada 120°C

###### b) Sifat Kimia

1. Xylene akan dapat teroksidasi dimana gugus metil akan berubah menjadi gugus karboksilat.
2. Ortho-xylene akan membentuk *phthalic acid* sedangkan *paraxylene* akan membentuk *terephthalic acid*

###### 2) Zeolite HZSM-5 (Katalis)

Rumus Molekul	: $Na_nAl_nSi_{96-n}O_{192}.16 H_2O$ ( $0 < n < 27$ )
Bentuk	: Pellet
Fasa	: Padat
Diamater	: 2 mm
Ukuran pori-pori	: 2-4,3A
<i>Bulk Density</i>	: 1,79 gr/cm <sup>3</sup>
<i>Carrier</i>	: Alumina Silikat dengan ratio SiO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 80

### 3) Desorbent PDEB (Paradietilbenzene)

#### a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_{10}H_{14}$
Berat Molekul	: 106,16 gr/mol
Bentuk	: Liquid
Warna	: Transparent (bening)
Kemurnian	: 99%
Titik Didih	: 183,7°C
Titik Nyala	: 55°C
Densitas	: 0,86 gr/cm <sup>3</sup>

#### b) Sifat Kimia

1. Tidak larut dalam air
2. Larut dalam senyawa etanol, benzene dan karbon tetraklorida
3. PDEB digunakan sebagai desorbent untuk adsorpsi dan pemisahan paraxylene.

### 4) Hidrogen

#### a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $H_2$
Berat Molekul	: 1,007825 gr/mol
Bentuk	: gas tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Titik Didih	: -252,87 °C
Titik Lebur	: -259,14 °C
Densitas	: 0,08988 gr/cm <sup>3</sup>
Cp	: $3,249 + 0,422 \cdot 10^{-3} T + 0,083 \cdot 10^{-5} T^2$

#### b) Sifat Kimia

1. Gas hidrogen sangat mudah terbakar.
2. Hidrogen dapat bereaksi dengan oksida dan klorida berbagai logam seperti Ag, Cu, Pb, Bi, dan Hg untuk menghasilkan logam bebas.
3. Atom hidrogen adalah agen reduktif kuat bahkan pada suhu kamar.

### 1.4.3. Spesifikasi Produk Utama

#### 1) *Paraxylene*

##### a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_6H_4(CH_3)_2$
Berat Molekul	: 106,16 gr/mol
Bentuk	: Padat
Kemurnian	: 99,7%
Titik Didih	: 138 °C
Titik Leleh	: 13 °C
Densitas	: 0,86 gr/cm <sup>3</sup>
Cp	: 163 J/(mol K) pada 120°C

##### b) Sifat Kimia

4. *Paraxylene* jika teroksidasi gugus methyl akan berubah menjadi gugus karboksilat.
5. *Paraxylene* merupakan hidrokarbon aromatik yang secara luas digunakan dalam industri dan teknologi medis sebagai pelarut.
6. *Paraxylene* bereaksi sangat lambat pada reaksi sulfonasi dan akan memungkinkan terjadinya pemecahan *paraxylene*.

#### 2) *Metaxylene*

##### a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_6H_4(CH_3)_2$
Berat molekul (g)	: 106
Titik leleh	: -47,4°C sampai -48°C
Titik didih	: 138°C sampai 139°C
Densitas, g/cm <sup>3</sup>	: Pada 15°C: 0,8684 Pada 20°C: 0,8801
Physical state	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Solubility	: Insoluble
Air	: Pada 20°C: 160 ppm



	Pada 25°C: 160 ppm - 173 ppm
Tekanan uap	: Pada 20°C: 6,0 mm Hg
	Pada 28,3°C: 10 mm Hg
	Pada 30°C: 11 mm Hg
Konstanta hukum Henry	: Pada 25°C: $7,19 \times 10^{-3}$ atm.m <sup>3</sup> /mol
Flash point °C (°F)	: 25 (77)

## 2) *Orthoxylene*

### b) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_6H_4(CH_3)_2$
Berat Molekul	: 106,16 gr/mol
Bentuk	: Cair
Kemurnian	: 99 %
Titik Didih	: 144 °C
Titik Leleh	: -25 °C
Densitas	: 0,88 gr/cm <sup>3</sup>
Cp	: 163.8 J/(mol K) at 120°C

### b) Sifat Kimia

1) *Orthoxylene* jika teroksidasi gugus methyl akan berubah menjadi gugus karboksilat.

2) *Orthoxylene* akan membentuk *phthalic acid*

## 3) Desorbent PDEB (Paradietilbenzene)

### a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_{10}H_{14}$
Berat Molekul	: 106,16 gr/mol
Bentuk	: Liquid
Warna	: Transparent (bening)
Kemurnian	: 99%
Titik Didih	: 183,7°C
Titik Nyala	: 55°C
Densitas	: 0,86 gr/cm <sup>3</sup>

## b) Sifat Kimia

1. Tidak larut dalam air
2. Larut dalam senyawa etanol, benzene, karbon tetraklorida dan pelarut organik lainnya.
3. PDEB digunakan sebagai desorbent untuk adsorpsi dan pemisahan paraxylene.

## 4) Benzene

## a) Sifat Fisik

Rumus Molekul	: $C_{10}H_{14}$
Sifat	: Mudah terbakar, beracun, tidak korosif
Berat molekul	: 78,114
Bentuk(25 °C, 1 atm)	: Cair
Spesific Gravity 20/4	: 0,879
Viscositas (25 °C)	: 0,65 Cp
Titik didih (1atm)	: 80,1 °C
Suhu kritis	: 289,1 °C
Tekanan Kritis	: 48,3 atm
Melting Point	: 5,5
Panas Pembentukan(25°C)	: 11,718 $\frac{Kcal}{gmol}$