

**PRA-RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN XILENA
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

Sultan Fathier Frawara

03031182025018

Shah Jeehan Alied Fahlan

03031382025091

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA-RANCANGAN
PABRIK XILENA
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh:

Sultan Fathier Frawara

03031182025018

Shah Jeehan Alied Fahlan

03031382025091

Palembang, Januari 2025
Pembimbing,



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faizal, DEA.
NIP. 195805141984031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T. IPM.
NIP. 197502012000122001

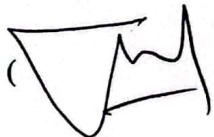
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Pra-rancangan Pabrik Xilena Kapasitas 100.000 ton/tahun" telah dipertahankan oleh Sultan Fathier Frawara dan Shah Jeehan Alied Fahlan di hadapan Tim Penguji Sidang Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Desember 2024.

Dengan ini, menyatakan bahwa :

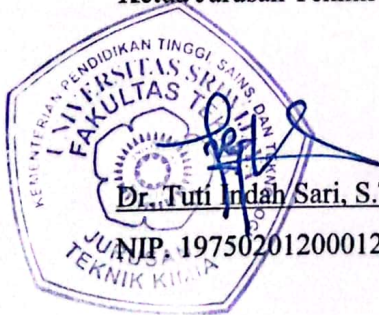
1. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029
2. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T.
NIP. 198208042012121001
3. Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si.
NIP. 198606292008122002

()

()

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502012000122001

Palembang, Januari 2025
Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faizal, DEA.
NIP. 195805141984031001

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini, menyatakan bahwa :

Sultan Fathier Frawara 03031182025018

Shah Jeehan Alied Fahlan 03031382025091

Judul:

“PRA-RANCANGAN PABRIK XILENA KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN”

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Desember 2024 oleh Dosen Penguji:

1. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029
2. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T.
NIP. 198208042012121001
3. Asyeni Miftahul Jannah, S.T., M.Si.
NIP. 198606292008122002

()
()
()

Palembang, Januari 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faizal, DEA.

NIP. 195805141984031001

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Allah SWT, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra-rancangan Pabrik Xilena Kapasitas 100.000 ton/tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik, ada di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik karena penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

- 1) Kedua orang tua penulis, yang telah memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam bentuk perhatian, semangat, dan doa demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
- 2) Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Ibu Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T., IPM. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 4) Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faizal, DEA. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir.
- 5) Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 6) Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis berharap bahwa tugas akhir ini agar dapat memberikan gambaran mengenai pra-rancangan pabrik dan dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Palembang, November 2024

Penulis

RINGKASAN

PRA-RANCANGAN PABRIK XILENA KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Desember 2024

Sultan Fathier Frawara dan Shah Jeehan Alied Fahlan;

Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faizal, DEA.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik Xilena dengan Kapasitas 100.000 ton/tahun ini direncanakan berdiri di Jalan Bontang-Sangatta, Bontang, Kalimantan Timur pada tahun 2030 dengan perkiraan luas area pabrik sebesar 2,2 Ha. Bahan baku yang digunakan adalah toluena dan metanol. Proses pembuatan xilena ini menggunakan proses metilasi yang mengacu pada Paten No. WO 2023/064684 A1. Reaktor yang digunakan dalam pembuatan produk xilena adalah *Fixed Bed Reactor*. Pabrik pembuatan xilena ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) menggunakan sistem organisasi *Line and Staff*, jumlah karyawan yang bekerja sebanyak 133 orang yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama. Berdasarkan analisa ekonomi yang telah dilakukan, pabrik xilena layak dipertimbangkan untuk didirikan karena telah memenuhi analisa perhitungan ekonomi sebagai berikut :

• <i>Total Capital Investment</i>	= US\$ 57.599.002,16
• <i>Selling Price per Year</i>	= US\$ 223.466.044,26
• <i>Total Production Cost</i>	= US\$ 138.447.723,88
• <i>Annual Cash Flow</i>	= US\$ 64.224.998,63
• <i>Pay Out time</i>	= 0,8965 tahun
• <i>Rate of return on investment</i>	= 103,32%
• <i>Discounted Cash Flow –ROR</i>	= 111,46%
• <i>Break Even Point</i>	= 36,45%
• <i>Service Life</i>	= 11 tahun


Kata Kunci : *Fixed Bed Reactor*, Metilasi, Xilena, *Line and Staff*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502012000122001

Palembang, Desember 2024
Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Ir. H. Muhammad Faizal, DEA.
NIP. 195805141984031001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sultan Fathier Frawara
NIM : 03031182025018
Judul Tugas Akhir : Pra-rancangan Pabrik Xilena Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini benar merupakan hasil dari karya tulis ilmiah saya atas nama **Sultan Fathier Frawara** dan *partner* saya yang didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil plagiat. Apabila ditemukan unsur 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 adanya paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 Desember 2024



Sultan Fathier Frawara

NIM. 0303118202

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shah Jeehan Alied Fahlan
NIM : 03031382025091
Judul Tugas Akhir : Pra-rancangan Pabrik Xilena Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini benar merupakan hasil dari karya tulis ilmiah saya atas nama **Shah Jeehan Alied Fahlan** dan *partner* saya yang didampingi oleh Pembimbing dan bukan hasil plagiat. Apabila ditemukan unsur 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 adanya paksaan dari siapapun.

Palembang, 20 Desember 2024



Shah Jeehan Alied Fahlan

NIM. 03031382025091



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERBAIKAN	iv
KATA PENGANTAR	v
RINGKASAN	vi
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Pendahuluan	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	2
1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Xilena.....	3
1.4. Sifat-sifat Fisik dan Kimia.....	4
1.4.1. Bahan Baku	4
1.4.2. Produk	5
BAB II.....	7
PERENCANAAN PABRIK	7
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	7
2.2. Pemilihan Kapasitas Pabrik.....	8
2.3. Pemilihan Bahan Baku	9
2.4. Pemilihan Proses	9
2.5. Deskripsi Proses	10
BAB III	11
LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	11
3.1. Lokasi Pabrik.....	11
BAB IV	18
NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	18

4.1. NERACA MASSA.....	18
4.2. Neraca Panas	24
BAB V.....	28
UTILITAS.....	28
5.1. Unit Pengolahan Air (<i>Water Treatment Plant</i>).....	28
5.1.1. Air pendingin	28
5.1.2. Air umpan boiler	34
5.1.2.1. <i>Steam</i> 280°C.....	34
5.1.2.2. <i>Steam</i> 200°C.....	35
5.1.3. Air domestik	35
5.1.4. Total Air	37
5.1.5. Total Air pada <i>Fire Station</i>	37
5.2. Unit Penyediaan Steam	37
5.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik	38
5.3.1. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	38
5.3.2. Penerangan Pabrik.....	38
5.3.3. Total Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	39
5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	40
5.4.1. Bahan Bakar untuk Boiler.....	40
5.4.2. Bahan Bakar untuk Generator.....	41
5.4.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar	42
BAB VI.....	43
SPESIFIKASI PERALATAN.....	43
6.1. Accumulator (ACC-01).....	43
6.2. Gravity Settling Tank (GS-01)	44
6.3. Expander (EX-01)	45
6.4. Heater (H-01)	46
6.5. Heater (H-02)	47
6.6. Cooler (C-01)	48
6.7. Cooler (C-02)	49
6.8. Heat Exchanger (HE-01)	50
6.9. Heat Exchanger (HE-02)	51
6.10. Reboiler (RB-01)	52
6.11. Kondensor (CD-01)	53

6.12.	Pompa (P-01)	54
6.13.	Pompa (P-02)	55
6.14.	Reaktor (R-01)	56
6.15.	Reaktor (R-02)	57
6.16.	Tangki (T-01).....	58
6.17.	Tangki (T-02).....	59
6.18.	Tangki (T-03).....	60
6.19.	Kolom Distilasi (KD-01)	61
BAB VII.....		63
ORGANISASI PERUSAHAAN.....		63
7.1.	Bentuk Perusahaan	63
7.2.	Struktur Organisasi.....	65
7.3.	Tugas dan Wewenang	65
7.3.1.	Dewan Komisaris	65
7.3.2.	Direktur Utama.....	66
7.3.3.	Direktur Teknik dan Produksi.....	66
7.3.4.	Direktur Keuangan dan Pemasaran.....	67
7.3.5.	Direktur Umum	68
7.3.6.	Kepala Bagian	68
7.3.7.	Kepala Seksi.....	68
7.3.8.	Operator/Karyawan	69
7.4.	Sistem Kerja	69
7.4.1.	Waktu Kerja Karyawan <i>Non-Shift</i>	69
7.4.2.	Cuti Tahunan.....	71
7.4.3.	Hari Libur Nasional.....	71
7.4.4.	Kerja Lembur	71
7.5.	Penentuan Jumlah Buruh.....	71
BAB VIII.....		76
ANALISA EKONOMI		76
8.1.	Keuntungan (Profitabilitas)	77
8.1.1.	Total Penjualan Produk.....	77
8.1.2.	Perhitungan Annual Cash Flow	77
8.2.	Lama Waktu Pengembalian Modal	78
8.2.1.	Perhitungan Depresiasi.....	Error! Bookmark not defined.

8.2.2.	Lama Pengangsuran Pengembalian Modal	78
8.2.3.	Pay Out Time (POT)	79
8.3.	Total Modal Akhir	80
8.3.1.	Net Profit Over Total Life of Project (NPOTLP)	80
8.3.2.	Total Capital Sink	81
8.4.	Laju Pengembalian Modal	82
8.4.1.	Rate of Return Investment (ROR).....	82
8.4.2.	Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR).....	82
8.5.	Break Even Point (BEP).....	83
BAB IX		86
KESIMPULAN		86
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN I		89
LAMPIRAN II		106
LAMPIRAN III.....		134
LAMPIRAN IV.....		222
LAMPIRAN V		209

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Data Impor Xilena Indonesia Tahun 2019-2023.....	8
Tabel 2. 2. Nilai Ekstrapolasi Impor Xilena Indonesia Tahun 2025-2029	9
Tabel 5. 1. Data Kebutuhan Air Pendingin Peralatan	28
Tabel 5. 2. Data Kebutuhan Air Pendingin Peralatan	30
Tabel 5. 3. Data Kebutuhan Air Pendingin Peralatan	32
Tabel 5. 4. Data Kebutuhan Steam 280°C	35
Tabel 5. 5. Data Kebutuhan Steam 200°C	35
Tabel 5. 6. Data Kebutuhan Listrik.....	38
Tabel 7. 1. Perincian Waktu Kerja	70
Tabel 7. 2. Pembagian Tugas dan Jumlah Karyawan	75
Tabel 8. 1. Tabel Penjualan Produk	77
Tabel 8. 2. Rincian Angsuran Pengembalian Modal (US\$).....	79
Tabel 8. 3. Kesimpulan Analisa Ekonomi	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Rencana Lokasi Pabrik.....	11
Gambar 8. 1. Grafik Break Event Point (BEP) Pabrik Pembuatan Xilena Kapasitas 100.000 ton/tahun.....	84

DAFTAR NOTASI

1) ACCUMULATOR

Cc	: Tebal korosi maksimum, in
Ej	: Efisiensi pengelasan
ID, OD	: Diameter dalam, diameter luar, m
L	: Panjang accumulator, m
P	: Tekanan desain, psi
S	: Tegangan kerja yang diizinkan, psi
T	: Temperatur operasi, °C
t	: Tebal dinding accumulator, cm
V	: Volume total, m ³
VS	: Volume silinder, m ³

2) EXPANDER

BHP	: Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP
k	: Konstanta Kompresi
n	: Jumlah stage
η	: Efisiensi kompresor
P _{IN}	: Tekanan masuk, bar
P _{OUT}	: Tekanan keluar, bar
T ₁	: Temperatur masuk kompresor, °C
T ₂	: Temperatur keluar kompresor, °C
P _w	: Power kompresor, HP
Q	: Kapasitas kompresor, lb/menit
R _c	: Rasio kompresi
W	: Laju alir massa, lb/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

3) HEAT EXCHANGER (HEATER, COOLER, REBOILER DAN CONDENSER)

W, w	: Laju alir massa di shell, tube, kg/jam
T ₁ , t ₁	: Temperatur masuk shell, tube, °C
T ₂ , t ₂	: Temperatur keluar shell, tube, °C

Q	: Beban panas, kW
U _o	: Koefisien overall perpindahan panas, W/m ² .°C
ΔT _{lm}	: Selisih log mean temperatur, °C
A	: Luas area perpindahan panas, m ²
ID	: Diameter dalam tube, m
OD	: Diameter luar tube, m
L	: Panjang tube, m
p _t	: Tube pitch, m
A _o	: Luas satu buah tube, m ²
N _t	: Jumlah tube, buah
V, v	: Laju alir volumetrik shell, tube, m ³ /jam
u _t , U _s	: Kelajuan fluida shell, tube, m/s
D _b	: Diameter bundel, m
D _s	: Diameter shell, m
N _{RE}	: Bilangan Reynold
N _{PR}	: Bilangan Prandtl
N _{NU}	: Bilangan Nusselt
h _i , h _o	: Koefisien perpindahan panas shell, tube, W/m ² .°C
I _b	: Jarak baffle, m
D _e	: Diameter ekivalen, m
k _f	: Konduktivitas termal, W/m.°C
ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, cP
C _p	: Panas spesifik, kJ/kg.°C
h _{id} , h _{od}	: Koefisien dirt factor shell, tube, W/m ² .°C
k _w	: Konduktivitas bahan, W/m.°C
ΔP	: Pressure drop, psi

4) KOLOM DISTILASI

A _a	: Active area, m ²
A _d	: Downcomer area, m ²
A _{da}	: Luas aerasi, m ²
A _h	: Hole area, m ²

A_n	: Net area, m^2
A_t	: Tower area, m^2
C_c	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter kolom, m
d_h	: Diameter hole, mm
E	: Total entrainment, kg/s
E_j	: Efisiensi pengelasan
F_{iv}	: Parameter aliran
H	: Tinggi kolom, m
h_a	: Aerated liquid drop, m
h_f	: Froth height, m
h_q	: Weep point, cm
h_w	: Weir height, m
L_w	: Weir height, m
N_m	: Jumlah tray minimum, stage
Q_p	: Faktor aerasi
R	: Rasio refluks
R_m	: Rasio refluks minimum
U_f	: Kecepatan massa aerasi, m/s
V_d	: Kelajuan downcomer
ΔP	: Pressure drop, psi
ψ	: Fractional entrainment

5) POMPA

A	: Area alir pipa, in^2
BHP	: Brake Horse Power, HP
D_{opt}	: Diameter optimum pipa, in
f	: Faktor friksi
g	: Percepatan gravitasi ft/s^2
g_c	: Konstanta percepatan gravitasi, ft/s^2
H_d, H_s	: Head discharge, suction, ft
H_f	: Total friksi, ft
H_{fc}	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft

H_{fe}	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
H_{ff}	: Friksi karena fitting dan valve, ft
H_{fs}	: Friksi pada permukaan pipa, ft
ID	: Diameter dalam, in
K_C, K_E	: Konstanta kompresi, ekspansi, ft
L	: Panjang pipa, m
L_e	: Panjang ekivalen pipa, m
MHP	: Motor Horse Power, HP
NPSH	: Net positive suction head, ft.lbf/lb
N_{RE}	: Bilangan Reynold
OD	: Diameter luar, in
P_{uap}	: Tekanan uap, psi
Q_f	: Laju alir volumetrik, ft^3/s
V_d	: Discharge velocity, ft/s
V_s	: Suction velocity, ft/s
ε	: Equivalent roughness, ft
η	: Efisiensi pompa
μ	: Viskositas, kg/ms
ρ	: Densitas, kg/m^3

6) REAKTOR

CA0	: konsentrasi awal umpan masuk, $kmol/m^3$
C	: Tebal korosi yang dizinkan, mm
FA0	: Laju alir umpan, $kmol/jam$
Hr	: Tinggi Reaktor, m
ID	: Inside Diameter, m
k	: Konstanta laju reaksi, $m^3/kmol.s$
N	: Bilangan Avogadro
OD	: Outside Diameter, m
P	: Tekanan, atm
Q_f	: Laju volumetrik feed, m^3/jam
Re	: Bilangan Reynold
S	: Working Stress yang diizinkan, atm

T	: Temperatur. °C
t	: Tebal dinding vessel, mm
V _t	: Volume reaktor, m ³
X	: Konversi
ρ	: Densitas, kg/m ³
σ	: Diameter Partikel, cm

7) TANKI

C _c	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter tangki, m
E _j	: Efisiensi pengelasan
P	: Tekanan desain, psi
S	: Tegangan kerja diizinkan, psi
t	: Tebal dinding tangki, cm
V	: Volume tangki, m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas

8) Gravity Settling

v _t	: Terminal Settling Velocity, ft/s
d	: Droplet Diameter, microns
ΔS.G.	: Specific Gravity Difference
μ	: Continuous Phase Viscosity, centipoise
Q _c	: Continuous Liquid-Phase Flow Rate, B/D
ρ _c	: Continuous Liquid-Phase Density, lbm/ft ³
ρ _d	: Dispersed Liquid-Phase Density, lbm/ft ³
C _D	: Drag Coefficient
d _m	: Bubble or Drop Diameter, μm
h _c	: Continuous Liquid-Phase Space Height, in
F _c	: Fractional Continuous-Phase Cross-Sectional Area
L _{eff}	: Effective Length of The Vessel, ft
C _D	: Drag Coefficient

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Pendahuluan

Xilena berasal dari bahasa Yunani yang berarti kayu, xilena juga dikenal sebagai xilol atau dimetilbenzena, adalah salah satu dari tiga isomer dimetilbenzena, atau kombinasi dari ketiganya. Rumus kimianya adalah $(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4$, masing-masing isomer ini terdiri dari cincin benzena dengan dua gugus metil. 1,4-dimetilbenzena (dikenal juga sebagai para-xilena atau p-xilena) adalah bahan baku kimia yang berharga, digunakan terutama untuk produksi asam tereftalat dan resin polietilen tereftalat. Produk-produk ini kemudian digunakan untuk membuat tekstil sintetis, botol, dan berbagai bahan plastik.

Dengan semakin banyaknya penggunaan komersial p-xilena, kebutuhan akan proses yang lebih selektif dan hasil produksi yang lebih tinggi pun meningkat. Kapasitas produksi p-xilena global mencapai sekitar 40 juta ton per tahun, dan permintaan yang terus meningkat untuk asam tereftalat murni dalam produksi poliester diperkirakan akan mendorong permintaan pasar untuk p-xilena. Berdasarkan data BPS (Badan Pusat Statistika), pada tahun 2023 Indonesia mengimpor p-xilena sebanyak 553.223 ton. Oleh karena itu, pengembangan proses untuk menghasilkan dan mengisolasi p-xylene menjadi sangat penting.

Titik leleh p-xilena adalah yang tertinggi di antara isomernya, namun kristalisasi sederhana tidak memadai untuk pemurnian karena pembentukan campuran eutektik. Akibatnya, teknologi produksi p-xylene saat ini membutuhkan banyak energi, dan pemisahan serta pemurnian p-xylene menjadi biaya utama dalam produksinya. Metode alternatif untuk memproduksi p-xilena secara selektif diperlukan. Metilasi toluena atau benzena adalah jalur yang baik untuk produksi p-xilena karena biaya bahan baku yang rendah dan potensi hasil tinggi. Salah satu metode metilasi menggunakan metanol sebagai reagen alkilasi dan zeolit (atau zeolit selektif) sebagai katalis. Namun, suhu reaksi dan kondisi proses lainnya dapat menyebabkan penonaktifan katalis cepat dan pembentukan produk samping seperti gas ringan dan produksi sisa produk sampingan lainnya yang harus dipisahkan dari produk utama. Oleh karena itu, sistem dan metode untuk meningkatkan produksi p-xilena dan memperpanjang umur katalis akan sangat dibutuhkan.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Xilena adalah suatu senyawa kimia yang digolongkan sebagai bagian dari hidrokarbon aromatik. Banyak industri yang menggunakan xilena untuk produksi bahan bakar, plastik, dan serat sintetis. Xilena berkembang di Indonesia bersama dengan perkembangan industri. Industri petrokimia di Indonesia awalnya berkembang saat cadangan minyak dan gas bumi yang melimpah ditemukan di Indonesia. Cadangan ini banyak ditemukan di Pulau Sumatera dan Kalimantan. Pemerintah mengembangkan industri petrokimia domestik mengolah sumber daya alam menjadi nilai yang lebih tinggi, termasuk dalam mengolah xilena.

Pemerintah Indonesia mendirikan beberapa Perusahaan besar dalam bidang pengelolaan petrokimia melalui BUMN. Perusahaan-perusahaan yang telah didirikan oleh BUMN adalah PT. Pertamina dan PT. Pupuk Sriwidjaja untuk memproduksi banyak gas petrokimia, termasuk xilena pada tahun 1970-an. PT. Chandra Asri yang saat ini dikenal sebagai PT. Chandra Asri Petrochemical didirikan pada tahun 1974 sebagai bagian dari upaya mengembangkan industri petrokimia di Indonesia.

Xilena diproduksi di Indonesia dengan melakukan beberapa teknologi pada tahun 1990-an. Beberapa teknologi yang saat itu dipakai untuk memproduksi xilena adalah reformasi katalitik yang mengubah naphta menjadi hidrokarbon aromatik, pemurnian dan pemisahan xilena murni dari campuran hidrokarbon, proses paraxilena menggunakan zeolit, dan oksidasi katalitik yang dapat mengubah xilena untuk menjadi produk turunan seperti asam tereftalat. Proses produksi xilena menggunakan oksidasi katalitik tersebut memerlukan oksidasi xilena dalam adanya katalis mangan.

Pada tahun 1990-an, Indonesia mengadopsi dan mengembangkan berbagai teknologi canggih dalam industri petrokimia dalam mengelola senyawa untuk produksi xilena. Penggunaan teknologi reformasi katalitik, pemisahan dan pemurnian, serta peningkatan kapasitas kilang minyak merupakan langkah-langkah utama yang dapat digunakan dalam memperbanyak produksi xilena di Indonesia hingga saat ini. Upaya yang dilakukan pemerintah sejak tahun 1990-an menggunakan beberapa teknologi yang disebutkan di atas hingga saat ini sesuai dengan tujuan Indonesia untuk menjadikan xilena di industri petrokimia regional.

1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Xilena

Indonesia mengembangkan berbagai teknologi untuk memproduksi xilena sebagai bagian dari upaya untuk memperkuat industri petrokimianya. Beberapa teknologi utama yang dikembangkan dan digunakan adalah:

1.3.1. Reformasi Katalitik (*Catalytic Reforming*)

Reformasi katalitik adalah proses yang mengubah naphta menjadi hidrokarbon aromatik, termasuk xilena. Proses ini melibatkan penggunaan katalis berbasis logam mulia (seperti platinum atau rhenium) pada tekanan dan suhu tinggi. Teknologi ini memungkinkan peningkatan produksi hidrokarbon aromatik, yang sangat penting untuk industri petrokimia.

1.3.2. Pemurnian dan Pemisahan (*Separation and Purification*)

Untuk mendapatkan xilena murni dari campuran hidrokarbon, digunakan teknik pemurnian dan pemisahan yang canggih seperti destilasi bertingkat (*fractional distillation*) dan ekstraksi pelarut (*solvent extraction*). Teknologi ini memungkinkan pemisahan xilena dari senyawa aromatik lainnya.

1.3.3. Proses Paraxilena (*PX Process*)

Paraxilena (*para-xylene* atau PX) adalah salah satu isomer dari xilena yang sangat penting dalam produksi poliester. Pada tahun 1990-an, teknologi untuk memproduksi paraxilena berkembang pesat, termasuk proses selektif adsorpsi yang menggunakan zeolit sebagai katalis untuk memisahkan paraxilena dari isomer xilena lainnya (*meta-xylene* dan *ortho-xylene*).

1.3.4. Hidrodesulfurisasi (*Hydrodesulfurization*)

Untuk memastikan bahwa bahan baku naphta berkualitas tinggi dan bebas dari kontaminan seperti belerang, digunakan teknologi hidrodesulfurisasi. Proses ini melibatkan penggunaan katalis dan hidrogen untuk menghilangkan senyawa belerang dari naphta, yang penting untuk mencegah keracunan katalis dalam proses reformasi katalitik.

1.3.5. Oksidasi Katalitik (*Catalytic Oxidation*)

Untuk mengubah xilena menjadi produk turunan seperti asam tereftalat (yang digunakan dalam produksi PET), teknologi oksidasi katalitik digunakan. Proses ini melibatkan oksidasi xilena dalam kehadiran katalis berbasis kobalt atau mangan untuk menghasilkan asam tereftalat dengan efisiensi tinggi.

1.4. Sifat-sifat Fisik dan Kimia

1.4.1. Bahan Baku

1.4.1.1. Benzena

Rumus molekul	: C_6H_6
Berat molekul	: 78.114 g/mol
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Titik didih	: 80.1°C
Titik leleh	: 5.5°C
Temperatur kritis	: 288.5°C
Tekanan kritis	: 4.85 Mpa
<i>Specific heat capacity</i>	: 135,89 J/mol.K pada suhu 25°C
Densitas	: 0,879 g/mL

1.4.1.2. Toluena

Rumus molekul	: C_7H_8
Berat molekul	: 92,13
<i>Specific Gravity</i>	: 0,866
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tak berwarna
Titik didih	: 110,8°C
Titik leleh	: -95°C
Temperatur kritis	: 318,55°C
Tekanan Kritis	: 34,65 atm
<i>Specific heat capacity</i>	: 156 J/mol.K
Densitas	: 0,867 g/mL

1.4.1.3. Metanol

Rumus molekul	: CH_3OH
Berat molekul	: 32 kg/kmol
Densitas	: 0,7918 g/cm ³
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tak bewarna
Titik didih	: 64,6°C

Titik leleh	: -97,9°C
Temperatur kritis	: 239,45°C
Tekanan kritis	: 79,94 atm
<i>Specific heat capacity</i>	: 79,9 J/mol.K
Densitas	: 0,7918 g/mL

1.4.2. Produk

1.4.2.1.O-Xylene

Rumus Kimia	: $C_6H_4(CH_3)_2$
Berat Molekul	: 106,167
Wujud	: Cair
Warna	: Tak berwarna
Titik Didih	: 144,43°C
Titik Leleh	: -25,169 °C
Temperatur Kritis	: 357,15°C
Tekanan Kritis	: 37,32 bar
Densitas	: 0,879 g/mL pada suhu 20°C
Viskositas	: 0.8102 mPa·s pada suhu 20°C
Kelarutan	: 0.02g/100g air pada suhu 25°C

1.4.2.2. M-Xylene

Rumus Kimia	: $C_6H_4(CH_3)_2$
Berat Molekul	: 106,167
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tak berwarna
Titik Didih	: 139,12°C
Titik Leleh	: -47,85°C
Temperatur Kritis	: 318,64°C
Tekanan Kritis	: 35,41 bar
Densitas	: 0,86 g/mL pada suhu 20°C
Viskositas	: 0,6200 mPa·s pada suhu 20°C
Kelarutan	: 0,015 g/100g air pada suhu 25°C

1.4.2.3.P-Xylene

Rumus Kimia	: $C_6H_4(CH_3)_2$
-------------	--------------------

Berat Molekul	: 106,167
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tak berwarna
Titik Didih	: 138,36°C
Titik Leleh	: 13,3°C
Temperatur Kritis	: 643,05°C
Tekanan Kritis	: 35,11 bar
Densitas	: 0,861 g/mL
Viskositas	: 0.6475 mPa·s pada suhu 20°C
Kelarutan	: 0,016g/100g air pada suhu 25°C

DAFTAR PUSTAKA

- Sudaryadi, Rachmawati. I. D., dan Poernomo. 2020. Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Waktu Tinggal Reaktan terhadap Temperatur dan Volume Fluida dalam Ratb Bench Scale untuk Persiapan Sintesis ZBS. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol. 9(3): 179-186.
- Damanik, I. Y., Nasrul, Z. A., dan Muhammad. 2019. Optimasi Aplikasi Kontrol PI pada Tekanan di Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Vol. 8(2): 15-32.
- Putra, S. Y. F., Kundari, N. A., dan Basuki, K. T. 2016. Perancangan Reaktor Batch untuk Pemisahan Perak dari Larutan Bekas Pencucian Film Radiografi. *Jurnal Forum Nuklir*. Vol. 10(2): 81-88.
- Górak, A. dan Olujić, Z. 2014. *Distillation: Equipment and Processes*. Dortmund: Academic Press.
- Yang, P., Wu, J., Luo, Y., Kang, Y., Jia, S., dan Yuan, X. 2024. Optimization-based Design of Structure and Operation Parameters Simultaneously for Real-world Distillation Column Based on Rate-based Model. *Separation and Purification Technology*. Vol. 355: 1-11.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (1998). *Perry's Chemical Engineer's Handbook* (Seventh Edition). McGraw-Hill.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (1999). *Perry's Chemical Engineer's Handbook* (7th Edition). McGraw-Hill.
- Perry, R. H., & Green, D. W. (2008). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (8th Edition). McGraw-Hill.
- Vilbrandt, F. C. (1959). *Chemical Engineering Plant Design* (Fourth Edition). McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (Fifth Edition).

- Kaltim Methanol Industri. (2015). *Manufaktur*.
<https://kaltimmethanol.com/id/manufaktur.html>
- PT. Pacific Petrochemical Indotama. (2020). *Manufaktur*. <https://tppi.co.id/>.
- Sinnot, R. K. (2005). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design* (Fourth Edition). Elsevier.
- Yaws, C. L. (1999). *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill.
- Yaws, C. L. (2015). *The Yaws Handbook of Vapor Pressure: Antoine Coefficients* (Second Edition). Elsevier. www.elsevierdirect.com/rights
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering* (Fifth Edition). McGraw-Hill.
- Smith, J. M. (1970). *Chemical Engineering Kinetics* (2nd Edition). McGraw-Hill.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill.
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations*. Prentice-Hall International.
- Petrowiki. (2015). *Society of Petroleum Engineers*. Separator Sizing. https://petrowiki.spe.org/Separator_sizing#Horizontal_separators.
- Matches. (2014). *Matches' Process Equipment Cost Estimate*. <https://www.matche.com/equipcost/Default.html>