

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN PARAXYLENE
KAPASITAS 250.000 TON PER TAHUN**



SKRIPSI

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

Tegar Pangestu

NIM. 03031382025110

Rifqi Arya Pramana

NIM. 03031382025117

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN PARAXYLENE
KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN

SKRIPSI


Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh :

Tegar Pangestu 03031382025110
Rifqi Arya Pramana 03031382025117

telah disetujui di Palembang, (1 Januari 2025

Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197706052003121004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

LEMBAR PERBAIKAN




Dengan ini menyatakan bahwa :

Tegar Pangestu (03031382025110)
Rifqi Arya Pramana (03031382025117)

Judul :

**"PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PARAXYLENE
KAPASITAS 250.000 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. Dr. David Bahrin, S.T., M.T. ()
NIP. 198110312005011003
2. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU ()
NIP. 195610241981032001
3. Ir. Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng ()
NIP. 199001272023212033

Palembang, 11 Januari 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.,
NIP. 197706052003121004

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Paraxylene Kapasitas 250.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan Tegar Pangestu dan Rifqi Arya Pramana di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Desember 2024.

Palembang, Januari 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. David Bahrin, S.T., M.T.
NIP. 198110312005011003

()

2. Prof. Dr. Ir. Hj. Sri Haryati, DEA, IPU
NIP. 195610241981032001

()

3. Ir. Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng
NIP. 199001272023212033

()

Mengetahui,


Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

Palembang, 11 Januari 2025

Pembimbing Tugas Akhir

()

Dr. Budi Suntoso, S.T., M.T
NIP. 197706052003121004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tegar Pangestu
NIM : 03031382025110
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Paraxylene
Kapasitas 250.000 Ton/Tahun
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Rifqi Arya Pramana 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, 11 Januari 2025



Tegar Pangestu
NIM. 03031382025110



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifqi Arya Pramana
NIM : 03031382025117
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Paraxylene
Kapasitas 250.000 Ton/Tahun
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Tegar Pangestu 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, 11 Januari 2025



Rifqi Arya Pramana
NIM. 03031382025117



KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala berkat limpahan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Paraxylene dengan Kapasitas Produksi 250.000 Ton/Tahun”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan tugas akhir penulis tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Penulis telah banyak menerima bimbingan, petunjuk, bantuan, dan dorongan yang bersifat moral maupun materi. Diucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada

- 1) Kedua orang tua penulis yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk kasih sayang, perhatian, semangat, dan doa yang tiada henti- hentinya demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
- 2) Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Dr. Fitri Hadiyah, S.T., M.T. selaku Sektetaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 4) Dr. Budi Santoso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
- 5) Seluruh dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 6) Semua pihak, termasuk teman-teman, yang telah membantu, mulai dari tahap awal tugas akhir hingga penyusunan laporan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
RINGKASAN	xxi
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Pembuatan Pabrik	3
1.4. Sifat Fisika dan Kimia	3
BAB II PERENCANAAN PABRIK	7
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	7
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	8
2.3. Pemilihan Proses	10
2.4. Uraian Proses	10
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	14
3.1. Lokasi Pabrik	14
3.2. Letak Pabrik	16
3.3. Perkiraan Luas Tanah Yang Dibutuhkan	18

3.4. Pertimbangan Tata Letak Pabrik	18
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	21
4.1. Neraca Massa	21
4.1.1. Reaktor-01 (R-01)	21
4.1.2. Partial Condenser-01 (PC-01).....	22
4.1.3. Gas Liquid Separator-01 (GLS-01)	23
4.1.4. Crystallizer-01 (CR-01)	24
4.1.5. Centrifuge-01 (CF-01)	24
4.1.6. Decanter-01 (DC-01)	25
4.1.7. Kolom Distilasi-01 (KD-01)	25
4.1.8. Condenser-01 (CD-01).....	26
4.1.9. Accumulator-01 (ACC-01)	26
4.1.10. Reboiler-01 (RB-01)	26
4.1.11. Kolom Distilasi-02 (KD-02).....	27
4.1.12. Condenser-02 (CD-02).....	27
4.1.13. Accumulator-02 (ACC-02)	27
4.1.14. Reboiler-02 (RB-02)	28
4.2. Neraca Panas	29
4.2.1. Furnance-01 (F-01)	29
4.2.2. Reaktor-01 (R-01)	29
4.2.3. Partial Condenser-01 (PC-01).....	29
4.2.4. Kompresor-01 (K-01).....	29
4.2.5. Decanter-01 (DC-01)	29

4.2.6. Crystallizer-01 (CR-01)	30
4.2.7. Melter-01 (MLT-01)	30
4.2.8. Centrifuge-01 (CF-02)	30
4.2.9. Heater-01 (H-01).....	30
4.2.10. Heater-02 (H-02).....	31
4.2.11. Kolom Destilasi-01 (KD-01).....	31
4.2.12. Condenser-01 (CD-01).....	31
4.2.13. Accumulator-01 (ACC-01)	31
4.2.14. Reboiler-01 (RB-01)	31
4.2.15. Kolom Destilasi-02 (KD-02).....	32
4.2.16. Condenser-02 (CD-02).....	32
4.2.17. Accumulator-02 (ACC-02)	32
4.2.18. Reboiler-02 (RB-02)	32
4.2.19. Cooler (CO-01)	33
4.2.20. Gas Liquid Separator (GLS-01).....	33
4.2.21. Vaporizer-01 (VP-01).....	33
BAB V UTILITAS	34
5.1. Unit Pengadaan Air	34
5.1.1. Air Pendingin	34
5.1.2. Air Umpan Boiler.....	36
5.1.3. Air Domestik.....	37
5.2. Unit Pengadaan Steam	38
5.2.1. Steam Pemanas.....	38

5.3. Unit Pengadaan Listrik	39
5.3.1. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	39
5.3.2. Kebutuhan Listrik Penerangan.....	40
5.4. Unit Pengadaan Bahan Bakar	42
5.4.1. Bahan Bakar Boiler	42
5.4.2. Bahan Bakar Generator	42
5.4.3. Kebutuhan Bahan Bakar Furnance.....	43
5.4.4. Total Kebutuhan Bahan Bakar	43
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	44
6.1. Reaktor-01 (R-01)	44
6.2. Furnance-01 (F-01)	44
6.3. Partial Condenser-01 (PC-01)	45
6.4. Gas Liquid Separator-01 (GLS-01).....	46
6.5. Cooler-01 (CO-01)	46
6.6. Decanter-01 (DC-01)	47
6.7. Crystallizer-01 (CR-02)	48
6.8. Centrifuge -01 (SC-01)	48
6.9. Kompresor-01 (K-01)	49
6.10. Tanki-01 (T-01)	50
6.11. Tanki-02 (T-02)	50
6.12. Tanki-03 (T-03)	51
6.13. Tanki-04 (T-04)	51
6.14. Tanki-05 (T-05)	52

6.15. Tanki-06 (T-06)	53
6.16. Melter-01 (MLT-01)	53
6.17. Vaporizer-01 (VP-02).....	54
6.18. Kolom Distilasi-01 (KD-01)	55
6.19. Condenser-01 (CD-01).....	56
6.20. Accumulator-01 (ACC-01)	56
6.21. Reboiler-01 (RB-01)	57
6.22. Kolom Distilasi-02 (KD-02)	58
6.23. Condenser-02 (CD-02).....	59
6.24. Accumulator-02 (ACC-02)	59
6.25. Reboiler-02 (RB-02)	60
6.26. Heater-01 (H-01).....	61
6.27. Heater-02 (H-02).....	62
6.28. Pompa-01 (P-01)	62
6.29. Pompa-02 (P-02)	63
6.30. Pompa-03 (P-03)	64
6.31. Pompa-04 (P-04)	65
6.32. Pompa-05 (P-05)	66
6.33. Pompa-06 (P-06)	67
6.34. Pompa-07 (P-07)	68
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	69
7.1. Bentuk Perusahaan	69
7.2. Struktur Organisasi	71

7.3. Tugas dan Wewenang	71
7.3.1. Dewan Komisaris	71
7.3.2. Direktur Utama.....	72
7.3.3. Manajer Teknik dan Produksi	72
7.3.4. Manajer Keuangan dan Pemasaran	73
7.3.5. Manajer Umum dan Kepegawaian	73
7.3.6. Kepala Bagian	74
7.3.7. Kepala Seksi.....	74
7.3.8. Operator/Karyawan	74
7.4. Sistem Kerja	75
7.4.1. Karyawan <i>Non-shift</i>	75
7.4.2. Cuti Tahunan	76
7.4.3. Hari Libur Nasional	76
7.4.4. Kerja Lembur	77
7.4.5. Karyawan <i>Shift</i>	77
7.5. Penentuan Jumlah Buruh	77
7.5.1. Pengelompokan Buruh Pabrik	77
7.5.2. Metode Penentuan Jumlah Buruh	78
BAB VIII ANALISA EKONOMI	84
8.1. Profitabilitas (Keuntungan)	84
8.1.1. Total Penjualan Produk	85
8.1.2. Perhitungan <i>Annual Cash Flow</i>	85
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	85

8.2.1. Perhitungan Depresiasi	85
8.2.2. <i>Pay Out Time</i> (POT)	86
8.3. Total Modal Akhir	87
8.3.1. <i>Net Profit Over Total Life of Project</i> (NPOTLP)	87
8.3.2. <i>Total Capital Sink</i> (TCS)	87
8.4. Laju Pengembalian Modal	87
8.4.1. <i>Rate of Return on Investment</i> (ROR)	87
8.4.2. <i>Discounted Cash Flow Rate of Return</i> (DCF-ROR)	88
8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP)	88
8.5.1. Metode Matematis	88
8.5.2. Metode Grafis	88
BAB IX KESIMPULAN	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perkembangan Data Impor Paraxylene di Indonesia	8
Tabel 2.2. Tingkat Pertumbuhan Tahunan Rata-rata	9
Tabel 2.3. Prediksi Tingkat Pertumbuhan Tahunan 2028-2029.....	9
Tabel 3.1. Luas Daerah Pabrik	18
Tabel 5.1. Total Kebutuhan Bahan Penunjang di Utilitas.....	34
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin	35
Tabel 5.3. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i>	38
Tabel 5.4. Kebutuhan Listrik Peralatan	39
Tabel 7.1. Perincian Waktu Kerja	76
Tabel 7.2. Pembagian Tugas dan Jumlah Karyawan	79
Tabel 8.1. Total Penjual Produk.....	85
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Pinjaman.....	86
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Flowsheet Paraxylene	13
Gambar 3.1. Jarak Lokasi Pabrik Paraxylene ke Pelabuhan Guntung	17
Gambar 3.2. Jarak Lokasi Pabrik Paraxylene ke Lokasi Bahan Baku Metanol ...	17
Gambar 3.3. Jarak Lokasi Pabrik Paraxylene ke Lokasi Bahan Baku Toluene....	18
Gambar 3.4. Area Pendirian Pabrik Paraxylene di Guntung, Bontang	18
Gambar 3.5. Layout Pabrik Pabrik Paraxylene	19
Gambar 3.6. Layout Alat Paraxylene.....	20
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	83
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i>	89

DAFTAR NOTASI

1. Heat Exchanger (Heater, Cooler, Evaporator, Vaporizer, Condenser, Partial Condenser, Reboiler)

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, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
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
Db	: 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, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
I_b	: Jarak baffle, m
De	: Diameter ekivalen, m
k_f	: Konduktivitas termal, $W/m \cdot ^\circ C$
ρ	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, cP
C_p	: Panas spesifik, $kJ/kg \cdot ^\circ C$
h_{id}, h_{od}	: Koefisien dirt factor shell, tube, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
kw	: Konduktivitas bahan, $W/m \cdot ^\circ C$

ΔP : Pressure drop, psi

2. Pompa

A : Area alir pipa, in²
BHP : Brake Horse Power, HP
 D_{opt} : Diameter optimum pipa, in
f : Faktor friksi
g : Percepatan gravitasi ft/s²
 g_c : Konstanta percepatan gravitasi, ft/s²
 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, ft³/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/m³

3. Kompresor

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
Rc	: Rasio kompresi
W	: Laju alir massa, lb/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

4. Reaktor

C_c	: Tebal korosi maksimum, in
C_{AO}	: Konsentrasi awal umpan, kmol/m ³
D_p	: Diameter katalis, m
D_S	: Diameter shell, m
D_T	: Diameter tube, in
F_{AO}	: Laju alir umpan, kmol/jam
H_R	: Tinggi shell reaktor, m
H_T	: Tinggi tube, m
k	: Konstanta kecepatan reaksi, m ³ /kmol.s
N_t	: Jumlah tube, buah
P	: Tekanan operasi, bar
τ	: Waktu tinggal, jam
p_t	: Tube pitch, in
S	: Tegangan kerja yang diizinkan, psi
t	: Tebal dinding reaktor, cm
V_k	: Volume katalis, m ³
VT	: Volume reaktor, m ³

ρ, ρ_k	: Densitas fluida, katalis, kg/m ³
R	: Konstanta gas ideal, 8,314 kJ/kmol.K
σ_A	: Diameter molekul, cm
M	: Berat molekul, kg/kmol
EA	: Energi aktivasi, kJ/kmol
VE	: Volume ellipsoidal, m ³
HS	: Tinggi silinder, m
h	: Tinggi tutup
HT	: Tinggi total tanki, m
HL	: Tinggi liquid, m
Hi	: Tinggi impeller, m
Di	: Diameter impeller, m
Wb	: Lebar Baffle, m
g	: Lebar baffle pengaduk, m
r	: Panjang blade pengaduk, m
rb	: Posisi baffle dari dinding tanki, m

5. Tangki

Cc	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter tangki, m
Ej	: 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

6. Kolom Destilasi

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

7. Accumulator

C_c	: Tebal korosi maksimum, in
E_j	: 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, $^{\circ}C$

t	: Tebal dinding accumulator, cm
V	: Volume total, m^3
V_s	: Volume silinder, m^3
ρ	: Densitas, kg/m^3

8. Gas Liquid Separator

A	: Vessel Area Minimum, m^2
C	: Corrosion maksimum, in
D	: Diameter vessel minimum, m
E	: Joint efisiensi
HL	: Tinggi liquid, m
H_t	: Tinggi vessel, m
P	: Tekanan desain, psi
Q_v	: Laju alir volumetric massa, m^3/jam
Q_L	: Liquid volumetric flowrate, m^3/jam
S	: Working stress allowable, psi
t	: Tebal dinding tangki, cm
U_v	: Kecepatan uap maksimum, m/s
V_t	: Volume vessel, m^3
V_h	: Volume head, m^3
ρ	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, cP
ρ_g	: Densitas gas, kg/m^3
ρ_l	: Densitas liquid, kg/m

9. Furnance

q_n	: Neat heat release, Btu/jam
q_r	: Radiant duty, Btu/jam
t_f, t_w	: Temperatur fluida, temperatur dinding, $^{\circ}F$
$A_{r,a}$: Luas area radiant section, luas tube, ft^2
OD	: diameter luar tube, in
L	: panjang tube, ft

Nt	: Jumlah tube
A _{cp}	: cold plane surface, ft ²
V	: Volume furnace, ft ³
L _{beam}	: Mean beam Length, ft
E _g	: gas emisivitas
q _s	: Heat loss fuel gas, Btu/jam
h _{cc}	: koefisien konveksi, Btu/jam.ft ² °F
h _{cl}	: koefisien gas radiant, Btu/jam.ft ² °F
h _{cw}	: koefisien wall radiant, Btu/jam.ft ² °F
A _{cw}	: wall area per row, ft ²
f	: factor seksi konveksi
U _c	: overall transfer coefisient dalam seksi konveksi, Btu/jam.ft ² °F
ρ _g	: densitas fuel gas, lb/ft ³
G	: mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft ²

10. Centrifuge

D _b	: Diameter Bowl, in
n	: Kecepatan centrifuge, rpm
L/D	: Rasio panjang terhadap diameter bowl

11. Crystallizer, Melter

Q	: Debit magma, m ³ /jam
V _t	: Volume Tangki, m ³
D _t	: Diameter Tangki, m
H _s	: Tinggi Silinder, m
H _e	: Tinggi Elipsoidal, m
H _t	: Tinggi Tangki, m
D _i	: Diameter <i>impeller</i> , m
W _b	: Lebar <i>Buffle</i> , m
t	: Tebal, m
N	: Kecepatan putaran kritis, rps
S	: Shape factor
D _p	: Diameter partikel rata-rata, cm

- B : Berat solid/berat liquid
P : Daya pengaduk, hp
 K_t : Faktor pengaduk. M
 g_c : Konstanta gravitasi, $\text{lb}_m \text{ ft} / \text{lb}_f \text{ m}^2$

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN NERACA MASSA	103
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN NERACA PANAS	140
LAMPIRAN 3 SPESIFIKASI PERALATAN	215
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN EKONOMI	378
LAMPIRAN 5 TUGAS KHUSUS	395

ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN PARAXYLENE KAPASITAS 250.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Desember 2024

Tegar Pangestu ; Rifqi Arya Pramana

Dibimbing oleh Dr. Budi Santoso, S. T., M. T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

RINGKASAN


Pabrik pembuatan paraxylene dengan kapasitas produksi 250.000 ton/tahun ini direncanakan berdiri pada tahun 2028 di kawasan industri Guntung, Bontang, Kalimantan Timur dengan perkiraan luas area sebesar 8,2 Ha. Bahan baku untuk pembuatan paraxylene adalah metanol dan toluene. Proses pembuatan paraxylene ini mengacu pada Patent US11179714 B2 dengan proses metilasi toluene dan metanol yang membentuk paraxylene. Reaktor yang digunakan adalah reaktor tipe *multitubular fixed bed reactor* yang beroperasi pada temperatur 450 °C dan tekanan 7 atm. Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, dipimpin oleh seorang Direktur dengan total karyawan 142 orang. Berdasarkan Analisis ekonomi, pabrik paraxylene ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi yaitu:

a. <i>Total Capital Investment</i>	= US \$ 98.347.397,34
b. <i>Selling Price per Year</i>	= US \$ 372.832.304,10
c. <i>Total Production Cost</i>	= US \$ 265.240.309,92
d. <i>Annual Cash Flow</i>	= US \$ 82.466.218,66
e. <i>Pay Out time</i>	= 1,2309 tahun
f. <i>Rate of return on investment</i>	= 76,58 %
g. <i>Discounted Cash Flow –ROR</i>	= 79,42 %
h. <i>Break Even Point</i>	= 31,42 %
i. <i>Service Life</i>	= 11 tahun

Kata Kunci : Paraxylene, *Multitubular Fixed Bed Reactor*, Metilasi Toluene , Perseroan Terbatas



Palembang, 11 Januari 2025
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Budi Santoso, S.T. M.T.
NIP. 197706052003121004

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan perekonomian di suatu negara dapat memicu tingginya permintaan pasar untuk bahan-bahan kimia baik itu bahan jadi ataupun setengah jadi. Peningkatan dari perekonomian ini harus ditunjang dengan pengembangan industri kimia di Indonesia yang diarahkan guna meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri terhadap produk-produk kimia dan sekaligus untuk menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat Indonesia.

Paraxylene adalah salah satu jenis produk industri petrokimia hulu (dasar) yang berbasis senyawa benzene, toluene, dan xylene. Ketiga jenis bahan baku paraxylene tersebut diperoleh dari pengolahan minyak bumi yang menghasilkan produk seperti naphta atau kondensat menjadi olfin, aromatik, dan paraffin. Selama proses produksi, paraxylene selalu hadir dengan beberapa isomer yang lain yaitu methaxylene, orthoxylene, dan ethylbenzene dan karena kesamaan sifat fisik dan kimia yang dimiliki oleh masing-masing isomer membuat paraxylene sulit didapatkan dengan kemurnian yang tinggi menggunakan metode konvensional.

Paraxylene adalah salah satu isomer xilena yang penting dalam produksi polietilen tereftalat (PET) dan polyester. Polietilen tereftalat (PET) digunakan dalam industri seperti pengemasan makanan dan minuman, lembaran film, dan lain-lain. Polyester digunakan untuk memproduksi bahan baku tekstil atau serat. Meningkatnya kebutuhan bahan kemasan dan kebutuhan tekstil juga meningkatkan permintaan pasar polietilen tereftalat dan polyester diseluruh dunia dan dapat meningkatkan pertumbuhan kebutuhan paraxylene.

Terdapat dua produsen paraxylene di Indonesia yaitu PT. Trans Pacific Petrochemical Indonesia (TPPI) dengan kapasitas 550.000 ton per tahun dan PT. Pertamina RU IV Cilacap yang berkapasitas 270.000 ton per tahun, sehingga diperoleh total kapasitas pabrik paraxylene di Indonesia hanya 820.000 ton/tahun. Kebutuhan dalam negeri terhadap produk turunan industri aromatik sekitar 1,5 juta ton per tahun (TPPI, 2023) dengan kebutuhan yang banyak tersebut, Indonesia selama 7 tahun terus mengimpor 440.188 sampai 839.241 ton /tahun. Berdasarkan data tersebut, maka pabrik yang beroperasi saat ini belum bisa memenuhi

kebutuhan paraxylene yang ada di Indonesia. oleh karena itu, perlu didirikan pabrik paraxylene dengan kapasitas yang cukup besar.

Dengan potensi sumber daya alam, adanya pabrik-pabrik lain yang menunjang bahan baku dan permintaan pasar untuk produk paraxylene di Indonesia yang cukup besar, merupakan peluang yang menjanjikan untuk diproduksi lebih lanjut agar dapat menutupi kekurangan dan kegiatan impor paraxylene di Indonesia dapat diperkecil agar dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara asing.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Paraxylene merupakan senyawa isomer hidrokarbon aromatik dengan berat molekul 106,67 gr/mol. Paraxylene merupakan bahan intermediate yang berperan penting dalam produksi bahan-bahan polimer yaitu bahan baku pembuatan *pure terephthalic acid* (PTA), terephthalic acid (TPA), dimethyl terephthalate (DMT), polyesters, sebagai solvent, dan bahan baku pembuatan di-paraxylene dan hebisida.

Paraxylene pertama kali ditemukan oleh Kimiawan asal Polandia, Michael Mojzesz Szwarc pada tahun 1947. Michael menemukan paraxylene ketika sedang meneliti sebuah kelas ikatan hidrogen-hidrogen alifatik (senyawa berantai terbuka) yang memiliki karbon langsung menempel pada cincin benzene. Dia menemukan paraxylene ketika memanaskan senyawa toluena, xilena, dan gas pada suhu tinggi.

Paraxylene yaitu senyawa yang dapat diproduksi dari pembuatan senyawa hidrokarbon aromatik, termasuk juga paraxylene ini adalah berasal dari batubara (*coal tar*). Setelah Perang Dunia II berakhir, kebutuhan paraxylene semakin meningkat pesat dan bahan baku batubara menipis dan tidak mencukupi lagi. Maka pada tahun 1949 di Amerika Serikat mulai dikembangkan proses melalui reaksi hidroforming fraksi-fraksi naphta yang berasal dari proses distilasi minyak bumi.

Produksi paraxylene di Indonesia dimulai dengan berdirinya Kilang Paraxylene oleh PT Pertamina RU IV Cilacap yang mulai dibangun pada tahun 1988. Kilang Paraxylene kemudian bisa resmi beroperasi setelah diresmikan oleh Presiden ke-2 Republik Indonesia pada tanggal 20 Desember 1990. Kilang Paraxylene ini menghasilkan produk NBM dan Petrokimia. Alasan pembangunan kilang ini atas dasar pertimbangan tersedianya bahan baku yaitu naphta yang cukup dari Kilang Minyak II Cilacap, adanya sarana pendukung bahan baku berupa dermaga tanki dan utilitas, dan terbukanya peluang pasar domestik dan luar negeri.

Proses produksi paraxylene mengalami evolusi besar-besaran dalam kurun waktu 30 tahun belakangan ini. Beberapa teknologi dan peralatan canggih dan modern telah digunakan dalam industri pembuatan paraxylene. Kemajuan dari peralatan dan teknologi ini telah memberikan dampak positif berupa keuntungan ekonomi dan proses produksi bagi produsen industri paraxylene yang ada di domestik maupun internasional karena teknologi yang ada membuat proses produksi paraxylene menjadi lebih efektif dan efisien.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pembuatan Pabrik

Kemajuan Industri kimia memiliki berbagai tujuan dan keuntungan, termasuk mengurangi ketergantungan pada impor bahan kimia dari luar negeri. Inisiasi dalam pembangunan pabrik kimia paraxylene telah memainkan peran penting dalam mencapai tujuan ini. paraxylene berfungsi dalam beberapa produksi plastik, tekstil, farmasi, kosmetik dan pelarut. Pendirian pabrik ini diperkirakan akan memberikan beberapa manfaat salah satunya mempercepat pertumbuhan industri kimia lain yang bergantung pada paraxylene sebagai bahan baku, meningkatkan pendapatan nasional, membatasi pengeluaran devisa yang terkait dengan impor, dan menciptakan lapangan kerja untuk melakukan mitigasi terhadap tingkat pengangguran.

1.4. Sifat Fisik dan Kimia

1.4.1 Toluene

Rumus molekul	: $C_6H_5CH_3$
Berat molekul	: 92,14 g/mol
Densitas	: 0,667g/cm ³
Titik Didih	: 111 °C
Titik leleh	: -94,9 °C
Temperatur kritis	: 591,75 K
Tekanan Kritis	: 4,108 MPa
Kelarutan	: 526 mg/L (pada 25 °C)

1.4.2 Benzena

Rumus molekul	: C_6H_6
Berat molekul	: 290,8 g/mol
Densitas	: 0,879 g/cm ³
Titik Didih	: 323,4 °C
Titik leleh	: 112,5 °C
Temperatur kritis	: 562 K
Tekanan Kritis	: 5.90 MPa
Kelarutan	: 1-5 mg/mL at 17,7 °F

1.4.3 Air

Rumus molekul	: H_2O
Berat molekul	: 2,02 g/mol
Densitas	: 0,082 g/L
Titik Didih	: -253°C
Titik leleh	: -259,2 °C
Temperatur Kritis	: -239,9 °C
Tekanan Kritis	: 12.8 atm
Kelarutan	: 1,62 mg/L (pada 21 °C)

1.4.	Etana	
	Rumus molekul	: C_2H_6
	Berat molekul	: 30.07 g/mol
	Densitas	: 0,546 g/cm ³
	Titik Didih	: -88,6 °C
	Titik Leleh	: -183 °C
	Temperatur Kritis	: 32 °C
	Tekanan Kritis	: 48,2 atm
	Kelarutan	: 60,2 mg/L (pada 25 °C)
1.4.	Ortoxylyene	
	Rumus molekul	: C_8H_{10}
	Berat molekul	: 106,16 g/mol
	Densitas	: 0,88 g/cm ³
	Titik Didih	: 144 °C
	Titik Leleh	: -23 °C
	Temperatur Kritis	: 32 °C
	Tekanan Kritis	: 48,2 atm
	Kelarutan	: -
1.4.	Metaxylyene	
	Rumus molekul	: C_8H_{10}
	Berat molekul	: 106.16 g/mol
	Densitas	: 0,864 g/cm ³
	Titik Didih	: 139,1 °C
	Titik leleh	: -47,85 °C
	Temperatur Kritis	: 346,75 °C
	Tekanan Kritis	: 34,9 atm
	Kelarutan	: -

1.4. Paraxylena

Rumus molekul	: C ₈ H ₁₀
Berat molekul	: 106.16 g/mol
Densitas	: 0,861 g/cm ³
Titik Didih	: 138 °C
Titik leleh	: 13,3 °C
Temperatur Kritis	: 343,02 °C
Tekanan Kritis	: 35 atm
Kelarutan	: -

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2024. Hot Sale 99.9% NH3 Gas R717 Gas Ammonia Refrigerant Price. . www.alibaba.com. (Diakses pada 29 Agustus 2024).
- Alibaba. 2024. HZSM-5 Catalyst. www.alibaba.com. (Online). 2024.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Ekspor & Impor Paraxylene di Indonesia. (Online). <https://www.bps.go.id/exim/>. (Diakses pada Tanggal 10 Februari 2024).
- Chemical Engineering Cost Plant Index (2001-2020) (Online). <https://toweringskills.com/financial-analysis/cost-indices/>. (Diakses 20 Oktober 2024).
- Chemical Engineering Essential For The CPI Professional.2023.(Online). <https://www.nxtbook.com/accessintelligence/ChemicalEngineering/chemical-engineering-june-2023/index.php?startid=52#/p/52>. (diakses 18 Oktober 2024).
- Coulson & Richardson. 1993. *Chemical Engineering Volume 6 3th Edition*. Elsevier: Buttenworth - Heinemann.
- Coulson & Richardson. 1993. *Chemical Engineering Volume 6 3th Edition*. Elsevier: Buttenworth - Heinemann.
- HengMao Chemical.2024. *Methanol Price*. 2024. (Online). <https://hengmaochemical.en.made-in-china.com>. . (Diakses pada 20 Oktober 2024).
- IndiaMart.2024. *Toluene Price*. 2024. (Online). www.indiamart.com. (Diakses pada 20 Oktober 2024)
- Indrawan, R. 2024. Pemerintah Berniat Lanjutkan Kebijakan Harga Gas Bumi Tertentu, Tapi Ada Syaratnya. (Online). <https://www.dunia-energi.com/pemerintah-berniat-lanjutkan-kebijakan-harga-gas-bumi-tertentu-tapi-ada-syaratnya/>. (Diakses pada 29 Agustus 2024).
- Matches. (Online). www.matche.com. (Diakses 28 Agustus 2024)
- OJK. 2024. Suku Buka Dasar. (Online). <https://www.ojk.go.id/>. (Diakses 20 Oktober 2024).

- OLX. 2024. Penjualan Tanah di Bontang. (Online). <https://www.olx.co.id/item/dijual-tanah-di-dekat-pelabuhan-guntung-kec-bontang-utara-iid-927946592>. (Diakses 20 Oktober 2024).
- PAM JAYA. 2024. Tarif Air Minum. (Online). <https://www.pamjaya.co.id/infopelanggan/tarifairminum>. (Diakses pada 29 Agustus 2024).
- Perry, R. H. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company..
- Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Edisi 4*. Singapore: McGraw Hill.
- Qothrunnada, K. 2024. UMK Balikpapan 2024 Naik 4,55%, Ini Daftar Besarannya untuk Prov Kaltim. (Online). <https://www.detik.com>. (Diakses 20 Oktober 2024).
- Richardson, J. F., Harker, J. H., dan Backhurst, J. R. 2002. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering 5th Edition, Volume 2: Particle Technology & Separation Processes*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbolt, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Sulistiyawati, A. 2024. Ditetapkan Tak Naik, Berikut Daftar Tarif Listrik per KWh 2024. (Online). <https://ekonomi.espos.id/ditetapkan-tak-naik-berikut-daftar-tarif-listrik-per-kwh-2024-1832576>. (Diakses 29 Agustus 2024).
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003. Tentang Ketenagakerjaan.(Online). http://www.kemenperin.go.id/kompetensi/UU_13_2003.pdf. (Diakses pada Tanggal 24 November 2024).
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth- Heinemann: New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. The Mc Graw-Hill Companies. United States of America.

Zhongmin liu, Zhengxi yu, Shukui Zhu, Yue. *Preparing At Least One Of Toluene, ParaXylene, And Light Olefins*. US Patent Publication US11179714 B2