

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN METIL ETIL KETON
KAPASITAS 55.000 TON PER TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Universitas Sriwijaya

Oleh:

Rival Akdesta 03031382126103

Muhammad Annafi 03031382126113

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN
PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN
METIL ETIL KETON
KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

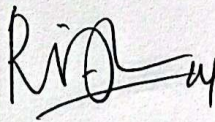
Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh :

Rival Akdesta	NIM 03031382126103
Muhammad Annafi	NIM 03031382126113

telah disetujui di Palembang, September 2025

Pembimbing,



Ir. Rizka Wulandari Putri, S.T., M.T.
NIP. 199007112019032018

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Metil Etil Keton Kapasitas 55.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Rival Akdesta dan Muhammad Annafi di hadapan Tim Penguji Sidang Akhir jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 11 September 2025. Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU
NIP. 196009091987031004
2. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T.
NIP. 198208042012121001
3. Ir. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029

()
()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

Palembang, September 2025

Pembimbing Tugas Akhir



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



Ir. Rizka Wulandari Putri, S.T., M.T.
NIP. 199007112019032018

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

RIVAL AKDESTA

03031382126103

MUHAMMAD ANNAFI

03031382126113

Judul:

“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL ETIL KETON 55.000
TON/TAHUN”

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 September 2025 oleh Dosen Penguji:

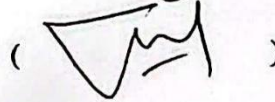
1. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU

NIP. 196009091987031004



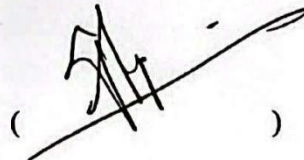
2. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T.

NIP. 198208042012121001



3. Ir. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198204252023212029



Palembang, September 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Rizka Wulandari Putri, S.T., M.T

NIP. 199007112019032018

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Rival Akdesta

NIM : 03031382126103

Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Metil Etil Keton dengan Kapasitas 55.000
Ton/Tahun

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Kimia

Menyatakan sesungguhnya bahwa Karya ilmiah berbentuk Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **MUHAMMAD ANNAFI** didampingi Dosen Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Karya ilmiah ini adalah benar dan sesuai dengan kenyataannya. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini atau pemalsuan dokumen, maka saya bersedia menerima konsekuensi hukum dan sanksi dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Palembang, September 2025



CA08AANX043662042

Rival Akdesta

NIM. 03031382126103



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Annafi
NIM : 03031382126113
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Metil Etil Keton dengan Kapasitas 55.000
Ton/Tahun
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Kimia

Menyatakan sesungguhnya bahwa Karya ilmiah berbentuk Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **RIVAL AKDESTA** didampingi Dosen Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Karya ilmiah ini adalah benar dan sesuai dengan kenyataannya. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini atau pemalsuan dokumen, maka saya bersedia menerima konsekuensi hukum dan sanksi dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

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

Palembang, September 2025



Muhammad Annafi

NIM. 03031382126113



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 Rancangan Pabrik Metil Etil Keton dengan Kapasitas 55.000 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. Ibu Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M. T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T., IPM. selaku Sektetaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Semua pihak, termasuk teman-teman, yang telah membantu, mulai dari tahap awal tugas akhir hingga penyusunan laporan.

Palembang, September 2025

Penulis

ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN METIL ETIL KETON DENGAN KAPASITAS 55.000 TON/TAHUN

Muhammad Annafi dan Rival Akdesta; Dibimbing oleh Ir. Rizka Wulandari Putri, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan metil etil keton dengan kapasitas produksi 55.000 ton/tahun direncanakan pembangunannya pada tahun 2030 yang berlokasi di Kabupaten Gresik, Jawa timur seluas 2,43 Ha. Operasi pabrik berjalan selama 24 jam/hari dalam 300 hari/tahun. Komoditi metil etil keton yang diproduksi mengacu pada CN Patent No. 2023/115974660 A yang menggunakan proses dehidrogenasi dengan 2-butanol sebagai bahan baku produksi. Proses reaksi berlangsung di reaktor *Fixed bed Reactor* dengan kondisi operasi yaitu pada temperatur 250°C dengan tekanan 1,48 atm yang terdapat katalis CuO-ZnO-Al₂O₃.

Bentuk perusahaan yang akan digunakan dalam menjalankan perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi yang mengacu pada struktur organisasi garis dan staff. Perusahaan dipimpin oleh direktur utama dengan jumlah karyawan sebanyak 139 orang. Hasil analisa ekonomi pabrik metil etil keton menunjukkan bahwa pabrik layak didirikan karena telah memenuhi persyaratan ekonomi sebagai berikut:

- a) *Total Capital Investment* (TCI) = US \$ 22.832.347,44
- b) *Total Production Cost* (TPC) = US \$ 96.294.051,47
- c) Total Penjualan per Tahun = US \$ 117.709.104,63
- d) *Annual Cash Flow* (ACF) = US \$ 16.650.905,52
- e) *Pay Out Time on Investment* = 2 tahun
- f) *Rate of Return* = 65,65%
- g) *Discounted Cash Flow* - ROR = 72,75%
- h) *Break Even Point* = 39,30%
- i) *Service Life* = 11 tahun

Kata Kunci: Metil Etil Keton, *Fixed Bed Reactor*, Dehidrogenasi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik.....	3
1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik.....	3
1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik.....	3
1.4. Proses Pembuatan Metil etil keton	3
1.5. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia	5
BAB II PERENCANAAN PABRIK.....	6
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	6
2.2. Penentuan Kapasitas	6
2.3. Pemilihan Bahan Baku	9
2.4. Pemilihan Proses.....	9
2.5. Uraian Proses	10
BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK	12

3.1. Lokasi Pabrik.....	12
3.2. Letak Pabrik	14
3.2.1. Gambar Tata Letak Peralatan.....	15
3.2.2. Gambar Tata Letak Pabrik	17
3.3. Luas Area	17
BAB IV NERACA MASSA DAN PANAS	18
4.1. Neraca Massa	18
4.1.1. Neraca Massa Reaktor -01 (R-01)	18
4.1.2. Neraca Massa Partial <i>Condensor</i> -01 (PC-01).....	18
4.1.3. Neraca Massa <i>Knockout Drum</i> -01 (KOD-01).....	19
4.1.4. Neraca Massa <i>Kolom Distilasi</i> -01 (KD-01)	19
4.1.5. Neraca Massa Condensor-01 (CD-01).....	19
4.1.6. Neraca Massa Accumulator-01 (ACC-01).....	20
4.1.7. Neraca Massa Reboiler-01 (RB-01).....	20
4.2. Neraca Panas.....	20
4.2.1. Neraca Panas <i>Vaporizer</i> (VP-01).....	20
4.2.2. Neraca Panas <i>Heater</i> (H-01)	21
4.2.3. Neraca Panas <i>Reaktor</i> -01 (R-01)	21
4.2.4. Neraca Panas <i>Kompresorr</i> -01 (K-01)	21
4.2.5. Neraca Panas <i>Kompresor</i> -02 (K-02)	21
4.2.6. Neraca Panas <i>Cooler</i> (C-01A)	22
4.2.7. Neraca Panas <i>Cooler</i> (C-01B).....	22
4.2.8. Neraca Panas Parsial Kondensor (PC-01).....	22
4.2.9. Neraca Panas Knockout Drum-01 (KOD-01).....	23
4.2.10. Neraca Panas <i>Heater</i> 02 (H-02)	23
4.2.11. Neraca Panas <i>Heater</i> 03 (H-03)	23

4.2.12.	Neraca Panas Kolom Distilasi-01 (KD-01).....	23
4.2.13.	Neraca Panas <i>Condensor</i> -01 (CD-01).....	24
4.2.14.	Neraca Panas Accumulator-01 (ACC-01).....	24
4.2.15.	Neraca Panas Reboiler-01 (Rb-01).....	24
4.2.16.	Neraca Panas <i>Cooler</i> -02 (C-02)	25
BAB V UNIT UTILITAS		26
5.1.	Unit Pengolahan Steam.....	26
5.2.	Unit Pengadaan Air.....	27
5.2.1.	Air Pendingin	27
5.2.2.	Air Umpan Boiler.....	30
5.2.3.	Air Domestik.....	30
5.2.4.	Kebutuhan Air Keseluruhan.....	31
5.3.	Unit Penyediaan Refrigeran <i>Ammonia</i>.....	32
5.4.	Unit Pengadaan Listrik.....	32
5.4.1.	Listrik untuk Penerangan	33
5.5.	Unit Penyediaan Bahan Bakar (<i>fuel</i>).....	34
5.5.1	Bahan Bakar Keperluan <i>Boiler</i>	34
5.5.2.	Bahan Bakar Keperluan Generator	35
5.5.3.	Kebutuhan Bahan Bakar Keseluruhan	35
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		37
6.1.	Tangki-01 (T-01).....	37
6.2.	Tangki-02 (T-02).....	37
6.3.	Tangki-03 (T-03).....	38
6.4.	Pompa-01 (P-01)	38
6.5.	Pompa-02 (P-02)	39

6.6. Pompa-03 (P-03)	40
6.7. Pompa-04 (P-04)	41
6.8. Pompa-05 (P-05)	42
6.9. Pompa-06 (P-06)	43
6.10. Kompresor-01 (K-01)	44
6.11. Kompresor-02 (K-02)	44
6.12. Reaktor-01 (R-01)	45
6.13. Knock-Out Drum-01 (KOD-01)	45
6.14. Kondensor-01 (CD-01)	46
6.15. Parsial Kondensor-01 (PC-01)	47
6.16. Kolom Distilasi (KD-01)	49
6.17. Heater-01 (H-01)	50
6.18. Heater-02 (H-02)	51
6.19. Heater-03 (H-03)	52
6.20. Vaporizer (VP-01)	53
6.21. Cooler-01A (C-01A)	54
6.22. Cooler-01B (C-01B)	56
6.23. Cooler-02 (C-02)	57
6.24. Reboiler (RB-01)	58
6.25. Accumulator (ACC-01)	59
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	61
7.1. Bentuk Perusahaan dan Organisasi	61
7.2. Struktur Organisasi	61
7.2.1. Organisasi Fungsional	61
7.2.2. Organisasi Lini	61
7.2.3. Organisasi Garis dan Staf	61

7.3. Tugas dan Wewenang	63
7.3.1. Pemegang Saham	63
7.3.2. Dewan Komisaris	63
7.3.3. Direktur Utama.....	64
7.3.4. Manajer Teknik dan Produksi	64
7.3.5. Manajer Pemasaran dan Keuangan	66
7.3.6. Manajer Kepegawaian dan Umum.....	67
7.3.7. Sekretaris	68
7.4. Sistem Kerja.....	68
7.4.1. Karyawan <i>Non-Shift</i>	68
7.4.2. Karyawan <i>Non-Shift</i>	69
7.4.3. Karyawan <i>Non-Shift</i>	69
7.4.4. Karyawan <i>Shift</i>	69
7.5. Penentuan Jumlah Buruh.....	70
7.5.1. <i>Direct Operating Labor</i> (DOL)	70
7.5.2. <i>Indirect Operating Labor</i>	71
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....	75
8.1. Menentukan Indeks Harga.....	75
8.2. Keuntungan (Profitabilitas).....	76
8.2.1. Total Penjualan Produk	76
8.3. Lama Waktu Pengembalian Modal.....	77
8.4. Lama Pengangsuran Pengembalian Pinjaman.....	77
8.4.1. <i>Pay Out Time</i> (POT)	78
8.5. Total Modal Akhir.....	78
8.5.1. Net Profit Over Total Life of Project (NPOTLP)	78
8.5.2. <i>InvesmentTotal Capital Sink</i> (TCS).....	79

8.6. Laju Pengembalian Modal	79
8.6.1. <i>Rate of Return on Investment (ROR)</i>	79
8.6.2. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR).....	79
8.7. Break Even Point (BEP)	80
8.7.1. Metode Matematis.....	80
8.7.2. Metode Grafis.....	80
BAB IX KESIMPULAN	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	86
REAKTOR – 01 (R-01)	87
<i>KNOCK OUT DRUM POINT-01 (KOD-01)</i>	88
<i>PARTIAL CONDENSOR – 01 (PC-01)</i>	89
KOLOM DISTILASI (KD-01)	91
CONDENSOR-01 (CD-01)	92
ACCUMULATOR-01 (ACC-01).....	92
REBOILER-01 (RB-01)	93
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	94
VAPORIZER (VP-01)	96
KOMPRESOR (K-01)	99
HEATER-01 (H-01)	102
REAKTOR-01 (R-01)	104
KOMPRESOR-02 (K-02)	106
COOLER-01A (C-01A)	110
COOLER-01B (C-01B)	112
<i>PARTIAL CONDENSOR (PC-01)</i>.....	114

<i>KNOCK OUT DRUM (KOD-01)</i>	117
HEATER (H-02)	118
HEATER-03 (H-03)	120
KOLOM DISTILASI-01 (KD-01)	122
<i>CONDENSOR-01 (CD-01)</i>	124
ACCUMULATOR (ACC-01)	126
REBOILER (RB-01)	127
COOLER-02 (C-02)	128
LAMPIRAN III SPESIFIKASI PERALATAN	131
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	255
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS	273

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sifat Fisik dan Kimia Senyawa	5
Tabel 2.1. Data Kapasitas Impor Metil Etil Keton	6
Tabel 2.2. Tingkat Pertumbuhan Tahunan Rata-Rata	7
Tabel 2.3. Prediksi Tingkat Pertumbuhan Rata-Rata 2025-2030	7
Tabel 2.4. Perbandingan Proses MEK.	9
Tabel 5.1. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 350°C	26
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin	28
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Domestik.....	31
Tabel 5.4. Total Kebutuhan Air Pabrik.....	31
Tabel 5.5. Kebutuhan Listrik Peralatan	32
Tabel 5.6. Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	34
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Bahan Bakar.....	35
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal Shift	70
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan.....	71
Tabel 8.1. Total Hasil Penjualan Produk.....	76
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Pinjaman.....	77
Tabel 8.3. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Flowsheet</i> Pabrik Metil Etil Keton	11
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik	12
Gambar 3.2. Peta Jarak Sumber Bahan Baku dengan Lokasi Pabrik	13
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan.....	16
Gambar 3.4. Tata Letak Pabrik	17
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	74
Gambar 8.1. Peta Jarak Sumber Bahan Baku dengan Lokasi Pabrik	81

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

C	: Tebal korosi yang diizinkan, m
E	: Effisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	: Inside diameter, Outside diameter, m
L	: Panjang accumulator, m
P	: Tekanan operasi, atm
S	: Working stress yang diizinkan
t	: Temperatur Operasi, °C
V	: Volume total, m ³
V _s	: Volume silinder, m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, lb/ft ³

2. KOMPRESSOR

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

3. KNOCK-OUT DRUM

A _t	: Luas area vessel total, m
A _v	: Luas cross sectional vessel minimum, m ² /s
C _c	: Allowable corrosion, m

D	: Diameter vessel, m
E	: Joint efficient
Flv	: Parameter aliran
H	: Tinggi vessel, m
H _L	: Tinggi liquid, m
H _v	: Tinggi vapor, m
OD	: Outside Diamter, m
P	: Tekanan vessel, atm
Q	: Laju alir volumetric, m ³ /jam
S	: Working stress allowable, psi
r	: Jari-jari vessel, m
t	: Tebal vessel, m
T	: Temperatur vessel, K
U _{v max}	: Laju alir volumetric maksimum, m ³ /s
V _L	: Volume liquid, m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

4. 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, 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, $W/m^2.^{\circ}C$
l_b	: Jarak baffle, m
D_e	: Diameter ekivalen, m
k_f	: Konduktivitas termal, $W/m.^{\circ}C$
ρ	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, cP
C_p	: Panas spesifik, $kJ/kg.^{\circ}C$
h_{id}, h_{od}	: Koefisien dirt factor shell, tube, $W/m^2.^{\circ}C$
k_w	: Konduktivitas bahan, $W/m.^{\circ}C$
ΔP	: Pressure drop, psi

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 gravitas, 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

CA ₀	: konsentrasi awal umpan masuk, kmol/m ³
C	: Tebal korosi yang dizinkan, mm
FA ₀	: Laju alir umpan, kmol/jam
H _r	: 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
P	: Densitas, kg/m ³

Σ : Diameter Partikel, cm

7. KOLOM DISTILASI

A_a : Active area, m²
 A_d : Downcomer area, m²
 A_{da} : Luas aerasi, m²
 A_h : Hole area, m²
 A_n : Net area, m²
 A_t : Tower area, m²
 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

8. 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
P	: Densitas

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	86
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	94
LAMPIRAN III SPESIFIKASI PERALATAN	131
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	255
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....	273

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang giat-giatnya dalam melaksanakan pembangunan di berbagai sektor termasuk industri kimia saat ini. Pertumbuhan industri kimia di Indonesia cenderung mengalami peningkatan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pesatnya perkembangan dari bidang teknologi dan industri kimia menyebabkan kebutuhan terhadap bahan-bahan kimia juga kian meningkat. Kebutuhan bahan kimia menjadi pendorong untuk memproduksi bahan-bahan kimia tertentu yang sangat diperlukan oleh penggunaannya di dalam negeri, karena selama ini Indonesia adalah salah satu yang terbesar dalam melakukan impor bahan-bahan kimia di setiap tahunnya.

Pembangunan industri kimia di Indonesia diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain. Salah satu produk kimia yang dibutuhkan di Indonesia salah satunya adalah Metil Etil Keton (MEK). MEK dapat diproduksi melalui proses dehidrogenasi 2-butanol pada suhu 250°C. MEK digunakan dalam berbagai aplikasi industri seperti pelarut dalam produksi cat, pelapis, dan plastik. Sebagian besar MEK digunakan sebagai solven pada *nitrocellulose* dan *acrylic*. MEK juga dapat digunakan sebagai bahan kimia *intermediate* pada produksi antioksidan, parfum, dan katalis proses polimerisasi.

Kebutuhan masyarakat yang kian meningkat terhadap produk kimia yang modern dan efisien dapat mengakibatkan permintaan yang juga ikut meningkat terhadap bahan baku dalam proses pembuatan produk, salah satunya kebutuhan terhadap senyawa MEK. Semakin meningkatnya permintaan senyawa MEK pada pasar global sebagai penggunaan untuk industri kimia, semakin besar peluang dari didirikannya pabrik yang memproduksi MEK. Ketersediaan MEK yang mencukupi dalam negeri juga dapat memudahkan berbagai sektor industri yang membutuhkan serta mengurangi biaya produksi. Pendirian pabrik dilakukan dengan harapan sebagai upaya pengurangan defisit perdagangan, memperluas lapangan pekerjaan, dan membuat industri kimia Indonesia menjadi lebih mandiri dengan mengurangi ketergantungan dari kegiatan impor bahan kimia metil etil keton.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Metil etil keton (MEK) adalah senyawa keton yang sangat banyak digunakan sebagai solven diberbagai industri. Metil etil keton (MEK) pertama kali diidentifikasi pada awal abad ke 20 seiring dengan berkembangnya industri petrokimia. Senyawa metil etil keton (MEK) merupakan keton dengan rumus kimia C_4H_8O dan mulai banyak digunakan setelah ditemukan bahwa ia memiliki sifat pelarut yang sangat baik. Metil Etil Keton biasanya juga digunakan untuk resin, cat, pernis, pembuatan kulit sintetis, tinta percetakan, kertas transparan dan pelapis aluminium foil. Peluang berkembangnya sebuah industri metil etil keton (MEK) cukup sangat besar, maka sangat cocok untuk mendirikan pabriknya di Indonesia.

Metil etil keton (MEK) awalnya diproduksi melalui fermentasi atau proses kimia sederhana. Pertengahan abad ke 20 penggunaan MEK berkembang pesat terutama industri otomotif, penerbangan, dan juga pelapisan logam, berkat kemampuannya melarutkan berbagai polimer dan cepat menguap tanpa residu. Selain sebagai pelarut yang efektif, metil etil keton (MEK) memiliki sejumlah keunggulan yang membuatnya tetap dipertahankan dalam berbagai aplikasi industri hingga saat ini. MEK memiliki kemampuan melarutkan berbagai jenis senyawa organik, termasuk akrilik dan vinil, yang menjadikannya sangat berguna dalam pembuatan cat cepat kering. Senyawa ini juga memiliki titik didih yang relative rendah dan laju penguapan yang cepat, sehingga sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan pengeringan instan seperti finishing kayu.

Produksi komersial MEK secara besar besaran dimulai sekitar tahun 1930 hingga 1940 bersamaan dengan peningkatan aktivitas industri di amerika serikat dan eropa. Selama perang dunia ke 2, MEK menjadi salah satu pelarut penting dalam pembuatan bahan bahan militer seperti pelapis amunisi, perekat, dan pelindung logam pesawat. Setelah perang, MEK semakin berkembang seiring dengan ledakan industri otomotif dan manufaktur, dimana ia digunakan untuk pelapisal mobil. Penggunaan MEK di industri yang mendukung pengurangan limbah menjadikannya bagian dari transisi menuju praktik manufaktur yang lebih hijau. Di Indonesia, sejarah penggunaan dan produksi (MEK) berkembang seiring dengan pertumbuhan sektor industri terutama sejak tahun 1970-an dan 1980-an.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik

1. Kebutuhan Metil etil keton dalam negeri dapat terpenuhi dan menurunkan tingkat ketergantungan untuk impor dari negara lain.
2. Ketahanan perekonomian nasional dalam bidang industri dapat meningkat.
3. Membuka peluang lapangan pekerjaan.
4. Kapasitas kemampuan dari sumber daya alam dan sumber daya manusia berpotensi meningkat dengan adanya pembaharuan teknologi.
5. Pengadaan usaha yang merata dengan membantu permulaan pertumbuhan industri-industri baru yang membutuhkan bahan baku metil etil keton.

1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik

1. Industri metil etil keton yang dikembangkan dapat memberikan keuntungan bagi perekonomian dalam negeri.
2. Pemanfaatan dari sumber daya alam, kondisi sosial, dan infrastruktur pada lokasi pendirian pabrik.
3. Partisipasi masyarakat ditingkatkan dalam perkembangan industri.
4. Tata ruang wilayah lebih optimal.
5. Didirikan industri metil etil keton dengan teknologi dan proses terbaru dapat meningkatkan efisiensi.

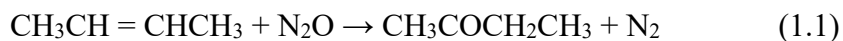
1.4. Proses Pembuatan Metil etil keton

Metil Etil Keton dapat dibuat dengan dua proses, yaitu proses oksidasi n-butana fase cair, proses oksidasi langsung n-butene, dan proses dehidrogenasi 2-butanol.

1.1.1. Proses Oksidasi n-butana Fase Cair

Metil etil keton dapat dibuat sebagai produk samping dari oksidasi n-butana menjadi Asam asetat. Oksidasi n-butana fase cair secara langsung memperoleh Metil Etil Keton sebagai produk sampingan dan produk utamanya yaitu asam asetat. Proses dapat berlangsung dengan reaktor plug flow. Metil Etil Keton dan Asam asetat dengan perbandingan 0,15-0,23 : 1 diperoleh dengan oksidasi fase cair tanpa katalis pada 180 °C dan 5,3 MPa (52 atm). Oksidasi kontinyu dengan reaktor plug flow pada suhu 150 °C dan 6,5 MPa (64 atm) dan waktu tinggal 2,7 menit dapat

membentuk rasio 3:1 dari metil etil keton dan asam asetat. Proses *batch* yang terjadi pada suhu 160 – 165 °C dan 5,7 MPa dengan tekanan 56 atm dapat menghasilkan metil etil keton dan asam asetat dalam rasio 0,4 : 1. Proses ini memiliki suatu kelemahan yaitu adanya permasalahan mengenai terjadinya korosi akibat proses oksidasi yang berlangsung sehingga dalam penanganannya memerlukan alat khusus terhadap peralatan proses (Ullmans, 1989). Reaksi yang terjadi:



1.1.2. Proses Oksidasi Langsung n-butene (*Hoechst Wacker Process*)

Proses Hoechst Wacker dikenal dengan proses oksidasi secara langsung dengan hasil produksi berupa asetaldehid melalui oksidasi etylene. Proses oksidasi langsung n-Butena secara *Hoechst-Wacker Process*, dimana oksigen transfer ke n-Butena pada fase yang sama memberlakukan pasangan garam redoks $\text{PdCl}_2 / 2\text{CuCl}_2$. PdCl_2 dan CuCl_2 berikutnya dapat diproduksi kembali dengan cara oksidasi. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Kondisi operasi dari proses berlangsung di suhu 110 °C pada tekanan 1,2 x 10⁶ Pa dengan yield sebesar 85-88%. Namun jika ditinjau dari sisi komersial proses ini dianggap tidak baik karena dapat membentuk banyak hasil sampingan seperti butiraldehid, butanon ter-klorinasi, dan CO₂ yang dapat menurunkan yield. Hal ini dapat menimbulkan kesulitan dalam pemurnian produk (Neier dan Sterhlke, 2011).

1.1.3. Proses Dehidrogenasi 2-Butanol Fase Gas

Proses dehidrogenasi 2-Butanol adalah reaksi yang menyerap panas atau disebut endotermis yang terjadi dalam fase gas. Proses dehidrogenasi berlangsung dengan reaktor fixed bed tubular, panas dari reaksi akan disuplai lewat pemanas pada suhu 250-500 °C dan tekanan di kisaran 1-3 atm. Selektifitas dari produk utama MEK sebesar 95-99% dengan konversi dari 2-Butanol sebesar 80-99% (Weissermel dan Arpe, 2008). Katalis yang dipakai yaitu katalis berbasis *copper*, *zinc*, atau katalis *aluminium* dengan umur katalis berada di kisaran 3-5 tahun yang dapat melalui regenerasi dengan proses purifikasi yaitu secara oksidasi (Kirk & Othmer, 1953). Reaksi yang terjadi selama proses:



1.5. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia

Tabel 1.1. Tabel Sifat Fisik dan Kimia Senyawa

	Metil Etil Keton	2-Butanol	Air	Hidrogen
Rumus molekul	C_4H_8O	C_4H_9OH	H_2O	H_2
Wujud	Cairan bening, tidak berwarna	Cair, bening	Gas (pada kondisi standar)	Gas, tak berwarna
Bau	: Khas, tajam	Bau alkohol	Tidak berbau	Tidak berbau
Titik didih	79,6 °C	99.5 °C	— (udara mengkondensasi /menjadi cair ≈ -194 °C)	-252.87 °C
Titik leleh	-86,3 °C	-114.7 °C	-	-259.14 °C
Massa jenis (ρ)	0,805 g/cm ³ (pada 20 °C)	0.808 g/cm ³ (≈ 808 kg/m ³) pada 20 °C	1.204 kg/m ³ (pada 20 °C, 1 atm)	Gas: 0.0899 kg/m ³ (≈ 0.0899 g·L ⁻¹) pada 0 °C, 1 atm
Tekanan uap	± 90 mmHg (pada 20 °C)	~ 1.67 kPa (pada 20 °C)	-	— (gas pada atm. kondisi)
Kelarutan dalam air	Sangat larut (27,5 g/100 mL air di 20 °C)	Sangat larut / sangat terlarut: ≈ 390 g/L (pada 20 °C) — sangat bercampur	(udara $\neq$ larut dalam air)	Sangat sedikit larut (sangat rendah; praktis tidak larut)
Indeks bias	1,38	$n_D \approx 1.3978$ (pada 20 °C)	1.00029 (udara, sekitar kondisi kamar)	1.000132 (gas, mendekati 1)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Ekspor dan Impor*.
<https://www.archive.bps.go.id/exim/>
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2001). *SNI 03-6575-2001 - Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung*.
- Brown, R. N. (1986). *Compressors Selection and Sizing* (Second Edition). Gulf Publishing Company.
- Fogler, H. S. (2004). *Elements of Chemical Reaction Engineering*. Prentice-Hall of India .
- Geankoplis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations*. Prentice-Hall International.
- Hayes, A. F. (2022). Introduction to Mediation, Moderation, and Conditional Process Analysis: A Regression-Based Approach (Vol.3). The Guilford Press.
- Hendri. (2010). *Perencanaan Tata Letak Pabrik*.
- Keuler, J. N., Lorenzen, L., & Miachon, S. (2001). The dehydrogenation of 2-Butanol Over Cooper-Based Catalysts:Optimising Catalyst Composition and Determining Kinetic Parameters. 171-180.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill.
- Kumar, S. (1987). *Gas production engineering. Vol.4* (Vol. 4). Gulf Publishing Company.
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering* (3rd Edition). John Wiley & Sons.
- Ludwig, E. E. (2010). *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants* (Vol. 2). Elsevier.
- Lianghui, L., Yudong, L., Wenyi, S. (2023). Method for Preparing Methyl Ethyl Ketone by Taking Sec-Butyl Acetate as Raw Material (Patent CN 115974660 A).
- Matches. (2014). *Matches' Process Equipment Cost Estimate*.
<https://www.matche.com/equipcost/Default.html>
- Maulana, Y. S. (2018). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Lokasi Pabrik Pt Sung Chang Indonesia Cabang Kota Banjar. *Jurnal Ilmiah ADBIS (Administrasi Bisnis)*, 2(2), 211–221.

- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering* (Fifth Edition). McGraw-Hill.
- 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.
- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (Fifth Edition).
- Resourcewise. (2024). *Chemical intelligence for the chemical industry*.
<https://www.resourcewise.com/markets/chemicals>
- Roth. (2021). *Safety data sheet*.
- Sinnot, R. K. (2005). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design* (Fourth Edition). Elsevier.
- Smith, J. M. (1970). *Chemical Engineering Kinetics* (2nd Edition). McGraw-Hill.
- Towering Skills. (2023). *Cost Indices*. <https://toweringskills.com/financial-analysis/cost-indices/>
- Trambouze, P., van Landeghem, H., & Wauquier, J.-P. (1988). *Chemical Reactors*. Gulf Publishing Company.
- Treyball, R. E. (1981). *Mass Transfer Operations* (3rd Edition). McGraw-Hill Book Co.
- Vilbrandt, F. C. (1959). *Chemical Engineering Plant Design* (Fourth Edition). McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Vladimirovich, K. F., Evgeniyevich, K. S., Ikhaïlovich, K. S., Sergeyevich, A. K., Ivanovich, G. S. (2024). Method and Appartus for Producing Methyl Ethyl Ketone (Patent WO 2024/035281A1).
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment Selection and Design* . Butterworth-Heinemann.
- 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