

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN ASAM ASETAT
KAPASITAS 140.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

Oleh :

NAZWAANANDITHA NABILA

03031182126003

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN
PABRIK ASAM ASETAT
KAPASITAS 140.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

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

Oleh:

Nazwa Ananditha Nabila

03031182126003

Palembang, 2 Juli 2025

Pembimbing,



Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T., M.T., IPM.

NIP. 197808222002122001

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 Pembuatan Asam Asetat Kapasitas 140.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Nazwa Ananditha Nabila dihadapan Tim Penguji Sidang Akhir jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2025.

Palembang, Juli 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA
NIP. 196010111985032002
2. Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T, M.T, IPM
NIP. 197502012000122001
3. 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

Palembang, 22 Juli 2025

Pembimbing Tugas Akhir

Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T, M.T, IPM.
NIP. 197808222002122001

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

NAZWA ANANDITHA NABILA

03031182126003

Judul:

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ASAM ASETAT
KAPASITAS 140.000 TON PER TAHUN ”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Juli 2025 oleh Dosen Penguji:

1. Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, R., DEA

NIP. 196010111985032002

: (.....)

2. Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T, M.T, IPM

NIP. 197502012000122001

: (.....)

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

NIP. 199007112019032018

: (.....)

Palembang, 22 Juli 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T, M.T, IPM.

NIP. 197808222002122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nazwa Ananditha Nabila
NIM : 03031182126003
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Asam Asetat
Kapasitas 140.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Ikrima** 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 sistem yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2025



Nazwa Ananditha Nabila

NIM. 03031182126003



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Asam Asetat Kapasitas 140.000 Ton/Tahun” dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan tugas akhir ini dilakukan sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.

Tugas akhir ini disusun dan dikerjakan bersama Ikrima, namun dengan jadwal sidang yang berbeda. Penyusunan dilakukan secara paralel dengan pembagian topik dan pembahasan yang telah disepakati, sehingga dapat saling mendukung dalam proses pengerjaannya. Tugas akhir dapat diselesaikan dengan baik berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

- 1) Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan 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 Hadiah, S.T., M.T., IPM selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing tugas akhir.
- 4) Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Seluruh staf administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis berharap tugas akhir ini agar dapat memberikan gambaran mengenai perancangan pabrik, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERBAIKAN	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I PEMBAHASAN UMUM.....	1
1.1. Pendahuluan	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan Asam Asetat.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik.....	4
1.4. Sifat Fisika dan Kimia.....	4
1.5. Proses Pembuatan Asam Asetat	9
BAB II PERANCANAAN PABRIK	15
2.1. Alasan Pendirian Pabrik.....	15
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi	16
2.3. Pemilihan Bahan Baku.....	20
2.4. Pemilihan Proses.....	20
2.5. Uraian Proses	21
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	24
3.1. Lokasi Pabrik	24
3.2. Tata Letak Pabrik.....	28
3.3. Luas Tanah.....	30
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	32
4.1. Neraca Massa	32
4.2. Neraca Panas.....	38
BAB V UTILITAS.....	46

5.1.	Unit Pengadaan Air.....	46
5.2.	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	50
5.3.	Unit Pengadaan Listrik	52
5.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	54
BAB VI PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT		56
6.1.	Silo Tank-01 (ST-01).....	56
6.2.	Silo Tank-02 (ST-02).....	57
6.3.	Conveyor-01 (CO-01).....	57
6.4.	Conveyor-02 (CO-02).....	58
6.5.	<i>Mixing Tank</i> -01 (MT-01).....	59
6.6.	Tangki-01 (T-01)	60
6.7.	Tangki-02 (T-02)	60
6.8.	Tangki-03 (T-03)	61
6.9.	Tangki-04 (T-04)	61
6.10.	Tangki-05 (T-05)	62
6.11.	Kompresor-01 (K-01).....	63
6.12.	Kompresor-02 (K-02).....	63
6.13.	Raktor-01 (R-01).....	64
6.14.	Flash Tank-01 (FT-01).....	65
6.15.	Flash Tank-02 (FT-02).....	66
6.16.	Partial Condenser-01 (PC-01).....	67
6.17.	Condenser-01 (CD-01)	68
6.18.	Condenser-02 (CD-02)	69
6.19.	<i>Knock Out Drum</i> -01 (KOD-01).....	69
6.20.	Kolom Distilasi-01 (KD-01).....	70
6.21.	Accumulator-01 (ACC-01).....	71
6.21.	Reboiler-01 (RB-01)	72
6.22.	Decanter-01 (DC-01)	73
6.23.	<i>Heater</i> -01 (H-01)	73

6.24.	<i>Heater-02 (H-02)</i>	74
6.25.	<i>Heater-03 (H-03)</i>	75
6.26.	<i>Heater-04 (H-04)</i>	76
6.27.	<i>Heater-05 (H-05)</i>	76
6.28.	<i>Heater-05 (H-06)</i>	77
6.29.	Cooler-01 (C-01).....	78
6.30.	Cooler-02 (C-02).....	79
6.31.	Pompa-01 (P-01).....	80
6.32.	Pompa-02 (P-02).....	81
6.33.	Pompa-03 (P-03).....	82
6.34.	Pompa-04 (P-04).....	82
6.35.	Pompa-05 (P-05).....	84
6.36.	Pompa-06 (P-06).....	85
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN		86
7.1	Bentuk Perusahaan.....	86
7.2.	Struktur Organisasi Perusahaan	87
7.3.	Tugas dan Wewenang	91
7.4.	Sistem Kerja.....	98
7.5.	Penentuan Jumlah Karyawan.....	99
BAB VIII ANALISA EKONOMI		105
8.1.	Profitabilitas.....	106
8.2.	Lama Waktu Pengembalian Modal.....	107
8.3.	Total Modal Akhir	109
8.4.	Laju Pengembalian Modal	111
8.5.	<i>Break Event Point (BEP)</i>	112
8.6.	<i>Shutdown Point</i>	113
BAB XI KESIMPULAN		115
DAFTAR PUSTAKA		116
LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA.....		121
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS		182

LAMPIRAN III SPESIFIKASI PERLATAN.....	246
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	483
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....	503

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Teknologi Proses Produksi Asam Asetat	14
Tabel 2.1. Data Impor Asam Asetat di Indonesia	16
Tabel 2.2. Data Produksi Asam Asetat Global	17
Tabel 2.3. Data <i>Supply</i> Asam Asetat di Indonesia	18
Tabel 2.4. Data Konsumsi Asam Asetat di Indonesia	18
Tabel 2.5. Data Ekspor Asam Asetat di Indonesia	19
Tabel 2.6. Peluang Asam Asetat di Indonesia	19
Tabel 3.1. Luas Daerah Kompleks Pabrik	31
Tabel 5.1. Kebutuhan Utilitas	46
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin	47
Tabel 5.3. Total Kebutuhan Air	50
Tabel 5.4. Kebutuhan <i>Saturated Steam</i> 250°C	51
Tabel 5.5. Total Kebutuhan <i>Steam</i>	51
Tabel 5.6. Kebutuhan Listrik Peralatan	52
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Listrik	54
Tabel 5.8. Total Kebutuhan Bahan Bakar	55
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal Tenaga Kerja	99
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan Pabrik Produksi Asam Asetat	101
Tabel 8.1. Tabel Penjualan Produk	106
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Modal	109
Tabel 8.3. Nilai Slope dan Intercept <i>Break Event Point</i> (BEP)	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Data Impor Asam Asetat 2017-2023	17
Gambar 2.2. Flowsheet Pra-Rancangan Pabrik Pembuatan Asam Asetat	23
Gambar 3.1. Lokasi Pabrik Asam Asetat dan Penyedia Bahan Baku	25
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik Asam Asetat	29
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan Pabrik Asam Asetat	30
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	104
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP) Pabrik Pembuatan Asam Asetat Kapasitas 140.000 ton/tahun	113

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. DECANTER

Ai	: Interphase area, m ²
Ap	: Area of pipe, m ²
C	: Allowable Corrosion, m
D	: Diameter vessel, m
Dp	: Diameter pipa, m
E	: Joint efficient
h	: Tinggi vessel, m
I	: Dispersi band, m
Lc	: Laju alir volumetric continous phase, m ³ /detik
OD	: Outside Diamter, m
P	: Tekanan vessel, atm
Q	: Laju alir volumetric, m ³ /jam
r	: Jari-jari vessel, m
S	: Working stress allowable, psi
ts	: Tebal silinder, m
th	: Tebal ellipsoidal head, m
T	: Temperatur vessel, K
Ud	: Setting velocity, m/detik

ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, Cp
θ	: Fase disperse

3. KOMPRESSOR

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

4. FLASH TANK

A_t	: Luas area vessel total, m
A_v	: Luas cross sectional vessel minimum, m ² /detik
C_c	: Allowable corrosion, m
D	: Diameter vessel, m
E	: Joint efficient
Fl_v	: 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_f	: Kecepatan flooding, m/detik
$U_{v \max}$	: Laju alir volumetric maksimum, m ³ /detik
V_L	: Volume liquid, m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

5. *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/detik
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 .°C
l_b	: Jarak baffle, m
De	: 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

6. 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/detik
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 reflux
R_m	: Rasio reflux minimum
U_f	: Kecepatan massa aerasi, m/detik
V_d	: Kelajuan downcomer

ΔP	: Pressure drop, psi
ψ	: Fractional entrainment

7. **MIXING TANK**

C	: Corrosion maksimum, in
Dt	: Diameter tangki, m
Di	: Diameter impeller, m
E	: Joint efisiensi
G	: Lebar baffle pengaduk, m
H	: Tinggi head, m
H _L	: Tinggi liquid, m
H _S	: Tinggi silinder, m
H _T	: Tinggi tangki, m
N	: Kecepatan putaran pengaduk, rpm
P	: Tekanan desain, psi
r	: Panjang blade pengaduk, m
rb	: Posisi baffle dari dinding tangki, m
r _i	: jari-jari vessel, in
S	: Working stress allowable, psi
T	: tebal dinding tangki, m
V _S	: Volume silinder, m ³
V _E	: Volume ellipsoidal, m ³
V _t	: Volume tangki total, m ³
Wb	: Lebar baffle, m
ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, kg/m.detik

8. **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/detik ²
gc	: Konstanta percepatan gravitasi, ft/detik 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 /detik
V_d	: Discharge velocity, ft/detik
V_s	: Suction velocity, ft/detik
ε	: Equivalent roughness, ft
η	: Efisiensi pompa
μ	: Viskositas, kg/ms
ρ	: Densitas, kg/m ³

9. 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.detik
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. $^{\circ}C$
t	: Tebal dinding vessel, mm
V_t	: Volume reaktor, m^3
X	: Konversi
ρ	: Densitas, kg/m^3
σ	: Diameter Partikel, cm

10. TANGKI

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

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	120
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	181
LAMPIRAN III SPESIFIKASI PERLATAN	245
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI	483
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS	503

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Asam asetat (CH_3COOH) merupakan senyawa organik yang memiliki peran penting dalam berbagai sektor industri dan kehidupan sehari-hari. Senyawa ini dalam industri makanan dikenal sebagai komponen utama cuka yang digunakan sebagai bahan pengawet dan penambah rasa. Di luar sektor kuliner, asam asetat menjadi bahan baku utama untuk produksi poliester, perekat, pelarut, dan senyawa kimia lain seperti vinil asetat monomer (VAM) dan asam tereftalat (PTA). Selain itu, senyawa ini berperan dalam penelitian ilmiah sebagai pelarut dan reagen, serta dimanfaatkan dalam bidang medis sebagai agen antibakteri dalam konsentrasi tertentu. Asam asetat juga bermanfaat dalam sektor pertanian, misalnya dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, khususnya pada tanaman kacang kedelai (Rahman dkk, 2020).

Permintaan global terhadap asam asetat terus meningkat seiring berkembangnya industri manufaktur, tekstil, plastik, dan farmasi. Produksi senyawa ini umumnya menggunakan proses karbonilasi metanol yang efisien, meskipun metode lain seperti oksidasi asetaldehida dan fermentasi bahan organik juga digunakan. Namun, ketergantungan pada bahan baku fosil menimbulkan tantangan keberlanjutan terkait lingkungan dan ketersediaan sumber daya. Dengan potensi pasar yang besar dan permintaan yang terus tumbuh, pendirian pabrik asam asetat menawarkan peluang bisnis menarik sekaligus menuntut inovasi yang ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan produksi.

Secara global, produksi asam asetat mencapai jutaan ton per tahun. Meskipun asam asetat sudah diproduksi secara komersial di banyak negara, Indonesia masih sangat bergantung pada impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia (2024), sebagian besar senyawa asam asetat diimpor dari negara China, Jerman, Korea Selatan, Malaysia, dan Singapura. Hal ini menyebabkan biaya produksi industri pengguna asam asetat di Indonesia menjadi lebih tinggi karena adanya biaya impor dan fluktuasi harga di pasar internasional. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan

pembangunan pabrik asam asetat di dalam negeri yang dapat memproduksi senyawa tersebut secara efisien dan ekonomis. Tantangan lain dalam pendirian pabrik asam asetat adalah pemilihan metode produksi yang tepat, penyediaan bahan baku yang cukup dan berkelanjutan, serta pengelolaan dampak lingkungan yang dihasilkan selama proses produksi. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam mengenai kelayakan teknis dan ekonomi dari pendirian pabrik asam asetat, termasuk pemilihan lokasi serta strategi pengelolaan limbah.

Analisis mendalam terhadap kebutuhan pasar akan dilakukan untuk menentukan kapasitas produksi yang optimal dalam pembangunan pabrik asam asetat ini. Berbagai metode produksi akan dievaluasi, dengan metode karbonilasi metanol melalui proses Monsanto sebagai pilihan utama karena efisiensinya dan keunggulan ekonomis dibandingkan metode lain. Rancangan proses produksi yang terperinci akan disusun berdasarkan paten US RE50,062 E. Selain itu, studi kelayakan teknis dan ekonomi akan dilakukan untuk memastikan proyek ini layak secara finansial. Hasil akhir dari kajian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang komprehensif mengenai perencanaan dan strategi pendirian pabrik asam asetat di Indonesia, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada impor dan meningkatkan kemandirian industri kimia dalam negeri.

1.2. Sejarah dan Perkembangan Asam Asetat

Asam asetat atau dikenal sebagai asam etanoat dan asam cuka merupakan senyawa kimia yang telah dikenal manusia sejak ribuan tahun lalu. Pengasinan makanan dalam cuka atau larutan yang mengandung cuka termasuk di antara metode pengawetan tertua. Cuka yang terbuat dari proses fermentasi anggur telah dikenal di Timur sejak 5000 SM (Lück dan Jager, 1997). Pada zaman Romawi Kuno, cuka digunakan sebagai bahan pengawet makanan, baik sendiri maupun dicampur dengan garam, anggur, atau madu (*oxymel*). Asam asetat juga telah dimanfaatkan sebagai pereaksi kimia sejak abad ke-3 SM oleh seorang filsuf Yunani Kuno bernama Theophrastos. Ia menjelaskan bahwa asam ini dapat bereaksi dengan logam untuk menghasilkan berbagai zat pewarna, seperti timbal putih dan vedigris, yaitu zat hijau dari garam tembaga yang mengandung senyawa tembaga (II) asetat.

Perkembangan asam asetat berlanjut pada abad ke-8 ketika ilmuwan Persia, Jabir Ibnu Hayyan, pada tahun 750 M berhasil menghasilkan asam asetat pekat dari cuka melalui distilasi. Hingga awal Abad Pertengahan, asam asetat diproduksi secara eksklusif di rumah tangga dengan membiarkan cairan beralkohol, seperti anggur teroksidasi secara alami menjadi asam karena pengaruh bakteri cuka ketika terkena udara. Produksi asam asetat secara industri dimulai di Prancis pada abad keempat belas, menggunakan proses Orleans. Proses Orleans melibatkan oksidasi etanol menjadi asam asetat dengan bantuan oksigen dari udara. Proses ini memanfaatkan bakteri dari genus *Acetobacter*, dengan kondisi fermentasi selama 20 hari pada suhu 32°C (Maestre dkk, 2021).

Proses produksi asam asetat terus berkembang setiap tahunnya. Pada tahun 1847, ahli kimia Jerman, Herman Kolbe berhasil mensintesis asam asetat dari bahan baku anorganik untuk pertama kalinya. Kolbe melakukan reaksi klorinasi karbon disulfida menjadi karbon tetraklorida, kemudian diikuti oleh pirolisis untuk menghasilkan tetrakloroetilena, dan klorinasi dalam air yang menghasilkan trikloroasetat. Langkah terakhir adalah reduksi melalui elektrolisis yang menghasilkan asam asetat. Mulai tahun 1910, asam asetat biasanya diperoleh dari cairan *piroligneous*. Cairan tersebut didapat melalui distilasi kayu dan kemudian direaksikan dengan kalsium asetat dan diasamkan dengan asam sulfat untuk menghasilkan asam asetat.

Produksi asam asetat skala industri kemudian mencakup proses oksidasi etanol dari fermentasi, hidrolisis asetilena, dan oksidasi hidrokarbon seperti butana atau nafta. Pada akhir 1950-an, proses *Wacker* yang mengoksidasi etilena menggunakan katalis $\text{PdCl}_2/\text{CuCl}_2$, memungkinkan produksi asetaldehida yang dapat diubah menjadi asam asetat melalui oksidasi lebih lanjut. Namun, sejak ditemukannya proses karbonilasi metanol yang dikembangkan oleh Reppe dan timnya di BASF pada tahun 1960, proses ini menjadi lebih disukai di industri karena menghasilkan *yield* asam asetat sebesar 90%. Proses ini menggunakan katalis kobalt dan ko-katalis iodida pada suhu (250°C) dan tekanan (600 bar) (Haynes, 2010).

Pada tahun 1966, Monsanto menemukan bahwa katalis rhodium dengan ko-katalis iodida sangat selektif (>99% berbasis metanol) untuk karbonilasi metanol

menjadi asam asetat di bawah kondisi yang lebih ringan (tekanan 30-60 bar dan suhu 150-200°C). Proses Monsanto, yang pertama kali dikomersialkan di Texas City pada tahun 1970, menjadi dasar utama produksi asam asetat global. Hak lisensi eksklusif proses ini diakuisisi oleh BP Chemicals pada tahun 1986. Pada tahun 1996, BP Chemicals meluncurkan proses karbonilasi metanol baru, bernama Cativa™, menggunakan katalis iridium/iodida yang lebih efisien, dan pertama kali digunakan untuk meningkatkan kapasitas produksi pabrik asam asetat Sterling Chemicals di Texas City, AS pada November 1995.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik

- 1) Memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri.
- 2) Mengurangi ketergantungan pada impor asam asetat.
- 3) Menciptakan lapangan kerja baru dan memicu perkembangan ekonomi daerah serta nasional.
- 4) Membantu menjaga stabilitas harga asam asetat di pasar domestik.

1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik

- 1) Memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan negara melalui pajak dan retribusi.
- 2) Mendorong pengembangan teknologi produksi dan transfer pengetahuan kepada tenaga kerja lokal.
- 3) Memperkuat sektor industri hilir karena asam asetat merupakan bahan baku penting bagi industri, seperti produksi plastik, serat sintesis, dan farmasi.
- 4) Memproduksi asam asetat di dalam negeri dapat mengurangi biaya transportasi dan logistik yang sebelumnya digunakan untuk impor.

1.4. Sifat Fisika dan Kimia

1) Metanol

Rumus molekul	: CH ₃ OH
Berat molekul	: 32,042 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>
Titik didih	: 337,80 K
Temperatur kritis (T _c)	: 512,64 K
Tekanan kritis (P _c)	: 80,97 bar

Volume kritis (V_c)	: 118,00 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,2715 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,7870 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

2) Karbon Monoksida

Rumus molekul	: CO
Berat molekul	: 28,010 g/mol
Fase (25°C)	: Gas
Titik didih	: 81,64 K
Temperatur kritis (T_c)	: 132,92 K
Tekanan kritis (P_c)	: 34,99 bar
Volume kritis (V_c)	: 93,10 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3009 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,7902 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

3) Asam Asetat

Rumus molekul	: CH ₃ COOH
Berat molekul	: 60,053 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>
Titik didih	: 391,20 K
Temperatur kritis (T_c)	: 591,95 K
Tekanan kritis (P_c)	: 57,86 bar
Volume kritis (V_c)	: 179,70 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3342 g/ml
Densitas (25°C)	: 1,0432 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

4) Air

Rumus molekul	: H ₂ O
Berat molekul	: 18,015 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>
Titik beku	: 273,15 K
Titik didih	: 373,15 K

Temperatur kritis (T_c)	: 647,13 K
Tekanan kritis (P_c)	: 220,55 bar
Volume kritis (V_c)	: 55,95 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3220 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,9990 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

5) Metil Iodida

Rumus molekul	: CH_3I
Berat molekul	: 141,939 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>
Titik didih	: 315,70 K
Temperatur kritis (T_c)	: 522,43 K
Tekanan kritis (P_c)	: 68,89 bar
Volume kritis (V_c)	: 179,06 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,7927 g/ml
Densitas (25°C)	: 2,2800 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

6) Asetaldehida

Rumus molekul	: CH_3CHO
Berat molekul	: 44,053 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>
Titik didih	: 293,90 K
Temperatur kritis (T_c)	: 466,00 K
Tekanan kritis (P_c)	: 68,69 bar
Volume kritis (V_c)	: 154,00 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0.2861 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,7740 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

7) Metil Asetat

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
Berat molekul	: 74,079 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>

Titik didih	: 330,00 K
Temperatur kritis (T_c)	: 506,55K
Tekanan kritis (P_c)	: 47,50 bar
Volume kritis (V_c)	: 228,00 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3249 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,9270 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

8) Karbon Dioksida

Rumus molekul	: CO ₂
Berat molekul	: 44,010 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Gas</i>
Titik beku	: 216,58 K
Titik didih	: 194,70 K
Temperatur kritis (T_c)	: 304,19 K
Tekanan kritis (P_c)	: 73,82 bar
Volume kritis (V_c)	: 94,00 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,4682 g/ml
Densitas (25°C)	: 1,1806 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

9) Hidrogen

Rumus molekul	: H ₂
Berat molekul	: 2,016 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Gas</i>
Titik beku	: 13,95 K
Titik didih	: 20,39 K
Temperatur kritis (T_c)	: 33,18 K
Tekanan kritis (P_c)	: 13,13 bar
Volume kritis (V_c)	: 64,15 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,0314 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,0776 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

10) Asam Propionat

Rumus molekul	: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
Berat molekul	: 74,079 g/mol
Fase (25°C)	: <i>Liquid</i>
Titik didih	: 414,00 K
Temperatur kritis (T_c)	: 600,81 K
Tekanan kritis (P_c)	: 46,17 bar
Volume kritis (V_c)	: 233,00 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 0,3179 g/ml
Densitas (25°C)	: 0,9950 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

11) Rhodium

Rumus molekul	: Rh
Berat molekul	: 102,906 g/mol
Fase (25°C)	: Padat
Titik beku	: 2237,15 K
Titik didih	: 3968,15 K
Temperatur kritis (T_c)	: 12906,60 K
Tekanan kritis (P_c)	: 8024,40 bar
Volume kritis (V_c)	: 40,12 ml/mol
Densitas kritis (ρ_c)	: 2,5649 g/ml
Densitas (25°C)	: 10,6500 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

12) Litium Iodida

Rumus molekul	: LiI
Berat molekul	: 133,845 g/mol
Fase (25°C)	: Padat
Titik beku	: 742,00 K
Titik didih	: 1447,00 K
Temperatur kritis (T_c)	: 2370,00 K
Tekanan kritis (P_c)	: 170,00 bar
Volume kritis (V_c)	: 302,50 ml/mol

Densitas kritis (ρ_c) : 0,4425 g/ml

Densitas (25°C) : 3,1020 g/ml

(Carl L. Yaws, edisi 2)

1.5. Proses Pembuatan Asam Asetat

Asam asetat atau yang dikenal juga sebagai asam cuka, adalah senyawa kimia penting yang memiliki berbagai aplikasi, mulai dari industri makanan, tekstil, hingga pembuatan plastik. Perkembangan dunia industri menyebabkan peningkatan kebutuhan asam asetat, sehingga untuk memenuhi permintaan tersebut proses pembuatan asam asetat terus dikembangkan. Masing-masing proses tersebut memiliki karakteristik dan keuntungan tersendiri. Berikut ini adalah beberapa proses utama yang digunakan dalam industri untuk memproduksi asam asetat.

1.5.1. Oksidasi Asetaldehid

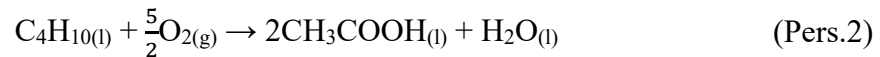
Proses oksidasi asetaldehid adalah salah satu metode atau teknik untuk memproduksi asam asetat melalui oksidasi langsung asetaldehida (CH_3CHO). Proses ini melibatkan reaksi asetaldehid dalam fase cair dengan oksigen di bawah kondisi yang terkendali menggunakan katalis *Cuprous-oxide*. Reaksi oksidasi asetaldehida menjadi asam asetat dituliskan dalam Persamaan 1 berikut:



Campuran asetaldehida dan udara dipanaskan menggunakan *sparger* sebelum masuk ke dalam reaktor, di mana asetaldehida dioksidasi dengan bantuan katalis. Konversi reaksi dalam reaktor mencapai 90% pada temperatur 260–280°C dan tekanan 30–60 atm (Haryati dan Bustan, 2022). Produk reaktor, komponen yang mengandung asam asetat dan senyawa turunan sebagai pengotor, kemudian dipisahkan melalui beberapa tahap distilasi. Distilasi terakhir menghasilkan asam asetat dengan kemurnian 95%.

1.5.2. Oksidasi Butana

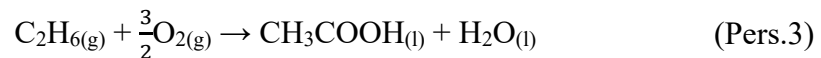
Pada proses ini, butana (C_4H_{10}) dalam fase cair dioksidasi sebagian dengan oksigen (O_2) di dalam reaktor bertekanan tinggi sekitar 50-100 atm dan temperatur 150-200°C, menggunakan katalis berbasis logam seperti mangan (Mn) (Haryati dan Bustan, 2022). Katalis ini berperan dalam menguraikan molekul butana menjadi senyawa antara, termasuk butanol, butanal, dan asam asetat. Persamaan reaksi oksidasi butana ditunjukkan dalam Persamaan 2 berikut:



Secara umum, proses produksi dimulai dengan pemanasan aliran butana dan udara sebelum dimasukkan ke dalam reaktor melalui *sparger*. Di dalam reaktor, butana dioksidasi dan berinteraksi dengan katalis, menghasilkan konversi reaksi sebesar 60%. Produk reaktor yang mengandung asam asetat, senyawa karbon jenuh, serta gas yang tidak bereaksi, memerlukan proses pemisahan dan daur ulang (*recycle*). Pemisahan produk dari gas-gas yang tidak bereaksi digunakan separator vessel, sedangkan untuk memurnikan asam asetat dari produk sampingnya digunakan proses distilasi. Terdapat empat tahap distilasi, di mana distilasi terakhir menghasilkan asam asetat dengan kemurnian 90%.

1.5.3. Oksidasi Etana

Proses oksidasi etana merupakan metode yang dapat menghasilkan asam asetat dengan mengoksidasi etana melalui beberapa tahap. Proses ini mengubah etana menjadi etilena, kemudian asetaldehida, dan akhirnya menjadi asam asetat. Reaksi utama proses oksidasi etana dinyatakan dalam Persamaan 3 berikut:



Namun, reaksi ini biasanya berlangsung dalam beberapa tahap, dengan asetaldehida (CH_3CHO) sebagai produk antara sebelum dioksidasi menjadi asam asetat. Proses ini dilakukan pada temperatur tinggi, yaitu sekitar 220-300°C dan tekanan 12 bar, serta membutuhkan katalis berbasis logam, seperti molibdenum, vanadium, atau niobium. Katalis ini juga berfungsi untuk meningkatkan selektivitas asam asetat dan mengurangi produk samping. Reaksi oksidasi etana memiliki *yield* yang cukup rendah, yaitu di bawah 20% (Espejo dkk, 2022).

1.5.4. Fermentasi Anaerob

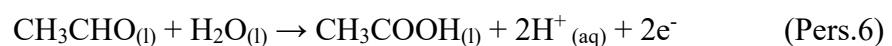
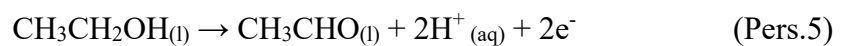
Fermentasi anaerob dalam produksi asam asetat adalah proses biologis yang berlangsung tanpa adanya oksigen dan melibatkan mikroorganisme tertentu, seperti *Pyromices sp.* dan *M. ruminantium*. Proses ini biasanya digunakan dalam industri untuk menghasilkan asam asetat dari bahan organik, seperti karbohidrat melalui serangkaian reaksi enzimatik yang dikendalikan oleh bakteri. Reaksi kimia yang terjadi selama fermentasi anaerob dapat diringkas dalam Persamaan 4 berikut:



Fermentasi diawali dengan pemecahan molekul kompleks, seperti glukosa atau bahan organik lainnya, menjadi senyawa-senyawa sederhana. Pada tahap ini, glukosa diuraikan melalui glikolisis menjadi piruvat, menghasilkan sejumlah kecil *adenosine triphosphate* (ATP) dan NADH yang akan digunakan oleh bakteri di tahap selanjutnya. Selama proses fermentasi yang menghasilkan asam asetat, etanol sering berperan sebagai senyawa antara yang dihasilkan oleh beberapa jenis bakteri. Etanol ini diubah menjadi asetaldehida dengan bantuan bakteri, kemudian dioksidasi menjadi asam asetat. Proses fermentasi anaerob berlangsung di dalam bioreaktor CSTR pada suhu 36-38°C, pH 7, dan menghasilkan konversi sebesar 78,07% (Wang dkk, 2021).

1.5.5. Elektrolisis

Proses pembuatan asam asetat melalui elektrolisis umumnya dilakukan dengan mengoksidasi etanol. Larutan etanol ditempatkan dalam sel elektrolisis yang menggunakan elektroda inert, seperti grafit atau platinum dan dialiri arus listrik. Etanol akan teroksidasi menjadi asetaldehida di anoda yang kemudian mengalami oksidasi lebih lanjut menjadi asam asetat. Adapun di katoda, ion hidrogen (H^+) menerima elektron dan membentuk gas hidrogen (H_2) sebagai produk sampingan. Reaksi yang terjadi meliputi:



Asam asetat yang terbentuk di sekitar anoda kemudian dipisahkan dan dimurnikan hingga mencapai tingkat kemurnian yang diinginkan. Produk samping yang sering muncul adalah asam format dan propanol. Proses ini berlangsung pada temperatur 25°C dan tekanan 4 bar dengan bantuan katalis seperti tembaga (Cu), katalis bimetalik, OD-Cu, atau platinum (Wang dkk, 2023). Tingkat konversi elektrolisis mencapai sekitar 35-70%. Meskipun proses elektrolisis ini ramah lingkungan dan menghasilkan sedikit limbah, konsumsi energinya tinggi sehingga kurang ekonomis dibandingkan metode lain untuk menghasilkan asam asetat.

1.5.6. Karbonilasi Metanol

Karbonilasi metanol adalah metode utama yang digunakan dalam industri untuk menghasilkan asam asetat. Proses ini melibatkan reaksi antara metanol dan karbon monoksida untuk membentuk asam asetat dengan tingkat konversi yang

sangat tinggi, yaitu lebih dari 90%. Reaksi berlangsung melalui beberapa tahap dan sangat efisien berkat penggunaan katalis, biasanya berbasis rodium atau iridium. Reaksi utamanya adalah sebagai berikut:



Seiring waktu, proses karbonilasi metanol berkembang menjadi dua metode utama, yaitu proses Monsanto dan proses BASF. Kedua proses ini memiliki perbedaan terutama pada kondisi operasi dan jenis katalis yang digunakan. Berikut adalah penjelasan tentang kedua proses tersebut:

1) Proses Monsanto

Dikembangkan oleh perusahaan Monsanto pada tahun 1960-an, proses ini menggunakan katalis berbasis rodium dengan iodida sebagai ko-katalis, sering kali dalam bentuk metil iodida. Reaksi berlangsung dalam fase cair pada tekanan 30-60 atm dan temperatur 150-200°C, menghasilkan konversi hingga 99% (Maitlis dkk., 1996). Metanol pertama-tama bereaksi dengan iodida membentuk metil iodida, yang kemudian mengalami karbonilasi dengan karbon monoksida di hadapan katalis rodium. Reaksi tersebut menghasilkan asetil iodida sebagai produk antara. Asetil iodida kemudian dihidrolisis menjadi asam asetat, sementara iodida dikembalikan ke dalam siklus reaksi. Proses ini sangat efisien karena katalis rodium tersebut memungkinkan reaksi berlangsung cepat pada tekanan dan suhu yang lebih rendah, sehingga menghemat energi. Walaupun katalis rodium mahal, penggunaannya sedikit dan memiliki masa pakai yang panjang.

2) Proses BASF

Proses BASF yang dikembangkan oleh perusahaan BASF di Jerman pada tahun 1970-an, menggunakan pendekatan berbeda dengan kondisi reaksi yang lebih ekstrem. Proses ini menggunakan katalis berbasis kobalt dan dilakukan dalam fase gas, tidak seperti proses Monsanto yang terjadi dalam fase cair. Reaksi berlangsung pada tekanan dan temperatur sangat tinggi, yaitu sekitar 600 atm dan 230°C, dengan selektivitas sekitar 90% (Maitlis dkk, 1996). Keunggulan proses BASF adalah kecepatannya yang tinggi dalam menghasilkan asam asetat karena kondisi yang lebih intens, tetapi kelemahannya adalah tingginya energi yang dibutuhkan. Selain itu, katalis

berbasis kobalt umumnya kurang efisien dibandingkan rodium, sehingga memerlukan lebih banyak pemurnian dalam proses ini.

Berdasarkan Tabel 1.1., diketahui bahwa proses karbonilasi metanol Monsanto menawarkan efisiensi tinggi dalam memproduksi asam asetat karena bekerja pada kondisi tekanan dan temperatur yang relatif rendah dibandingkan metode lain. Katalis utama yang digunakan adalah kompleks rhodium yang menghasilkan konversi metanol menjadi asam asetat secara langsung dan cepat dengan hasil yang tinggi serta kemurnian produk yang baik. Proses ini juga lebih hemat energi dan menghasilkan lebih sedikit limbah, membuatnya lebih ramah lingkungan. Selain itu, penggunaan iodida sebagai promotor dalam reaksi membuat sistem lebih stabil dan meminimalkan dekomposisi katalis sehingga mengurangi biaya operasional secara keseluruhan.

Tabel 1.1. Perbandingan Teknologi Proses Produksi Asam Asetat

Parameter	Proses Pembuatan						
	Oksidasi Asetaldehid	Oksidasi Butana	Oksidasi Etana	Fermentasi Anaerob	Elektrolisis	Monsanto	BASF
Bahan	Asetaldehid	Butana	Etana	Bahan	Etanol	Metanol dan CO	Metanol dan CO
Baku	Oksigen	Oksigen	Oksigen	organik			
Katalis	<i>Cuprous-oxide</i>	Mangan	Mo	Pyromices	<i>Bimetallic</i>	Rodium	Kobalt
			V	sp. dan M.	<i>Catalysts</i>		
			Nb	ruminatia	OD-Cu		
Kondisi	Suhu:	Suhu:	Suhu:	Suhu:	Suhu:	Suhu:	Suhu:
	260–280°C	150-200°C	220-300°C	36-38°C	25°C	150-200°C	230°C
Operasi	Tekanan:	Tekanan:	Tekanan:	pH:	Tekanan:	Tekanan:	Tekanan:
	30-60 atm	50-100 atm	12 bar	7	4 bar	30-60 atm	600 atm
Konversi	90%	60%	<20%	78,07%	35-70%	99%	90%

DAFTAR PUSTAKA

- Airpack. (2023). *Reciprocating compressors - Horizontal, Vertical or V-type*.
<https://airpack.nl/product/reciprocating-compressors/>
- Anderson, T. M. (2009). Industrial Fermentation Processes. *Encyclopedia of Microbiology (Third Edition)*.
- 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*.
- Bidgoli, G., Reza, A., Nasr, J., & Reza, M. (2012a). Kinetic Study, Modeling and Simulation of Homogeneous Rhodium-Catalyzed Methanol Carbonylation to Acetic Acid. In *J. Chem. Chem. Eng* (Vol. 31, Issue 1).
- Bidgoli, G., Reza, A., Nasr, J., & Reza, M. (2012b). Kinetic Study, Modeling and Simulation of Homogeneous Rhodium-Catalyzed Methanol Carbonylation to Acetic Acid. In *J. Chem. Chem. Eng* (Vol. 31, Issue 1).
- Brown, R. N. (1986). *Compressors Selection and Sizing* (Second Edition). Gulf Publishing Company.
- Cenna, N., & Evi, C. (2021). Penentuan Lokasi Pabrik Menggunakan Metode Factor Rating Pada Pra-Rancangan Pabrik Virgin Coconut Oil (Vco) Dengan Kapasitas 50 . 000 Ton / Tahun. *Jurnal Teknologi Separasi*, 7(9), 655–663.
- Dimian, A. C., & Kiss, A. A. (2020). Novel energy efficient process for acetic acid production by methanol carbonylation. *Chemical Engineering Research and Design*, 159, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2020.04.013>
- Fatimura, M. (2014). Tinjauan Teoritis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Operasi Pada Kolom Destilasi. *Pusat Penelitian Fakultas Teknik Universitas Pgri Palembang*, 11(1), 23–31.
- 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.

- Haynes, A. (2010). Catalytic Methanol Carbonylation. In *Advances in Catalysis* (Vol. 53, Issue C, pp. 1–45). [https://doi.org/10.1016/S0360-0564\(10\)53001-3](https://doi.org/10.1016/S0360-0564(10)53001-3)
- Hendri. (2010). *Perencanaan Tata Letak Pabrik*.
- Hjortkjaer, J., & Jensen, V. W. (1976). *Rhodium Complex Catalyzed Methanol Carbonylation*. 15(1).
- Holland, F. A., & Chapman, F. S. (1966). Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks . *Bioprocess Engineering Principles*.
- Hongwunew Material. (2024). 99,99% Purity Metal Rhodium Nanoparticle Rh Nano Powder Manufacturer. 99,99% Purity Metal Rhodium Nanoparticle Rh Nano Powder Manufacturer
- Indo Acidatama. (2015). *Produk Chemical PT Indo Acidatama*. <https://www.acidatama.co.id/produk-chemical.php>
- Kadek Aditya Wirajaya, I., Ganda Putra, G., Semadi Antara, N., Jurusan Teknologi Industri Pertanian, M., Teknologi Pertanian, F., & Jurusan Teknologi Industri Pertanian, D. (2016). Pengaruh Lama Fermentasi Secara Anaerob Cairan Pulpa Hasil Samping Fermentasi Biji Kakao Terhadap Karakteristik Alkohol. *Jurnal REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI*, 4(1), 82–91.
- Kalck, P., Le Berre, C., & Serp, P. (2020). Recent advances in the methanol carbonylation reaction into acetic acid. In *Coordination Chemistry Reviews* (Vol. 402). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2019.213078>
- Kaltim Methanol Industri. (2015). *Manufaktur*. <https://kaltimmethanol.com/id/manufaktur.html>
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill.
- Kumar, S. (1987). *Gas production engineering. Vol.4* (Vol. 4). Gulf Publishing Company.
- Lee, D., Liu, Y.-H., & Shaver, R. D. (2023). *Production and Purification of Acetic Acid* (Patent US 2023/0202957 A1).
- Leily Nurul, K., Ramdja, A. F., & Leonard, N. (2009). Distilasi Untuk Pra-Rencana Pabrik. *Teknik Kimia*, 16(4), 20.

- 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.
- Maitlis, P. M., Haynes, A., Sunley, G. J., & Howard, M. J. (1996). Methanol carbonylation revisited: Thirty years on. *Journal of the Chemical Society - Dalton Transactions*, 11, 2187–2196.
<https://doi.org/10.1039/dt9960002187>
- 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.
- Nowicki, L., Ledakowicz, S., & Zarzycki, R. (1992). Kinetics of Rhodium-Catalyzed Methanol Carbonylation. In *Ind. Eng. Chem. Res* (Vol. 31, Issue 2).
- Otoritas Jasa Keuangan. (2024). *Suku Bunga Dasar Kredit*.
- 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).
- Rahmawati, S. (2023). *DENGAN PROSES KARBONILASI METANOL*.
- Resourcewise. (2024). *Chemical intelligence for the chemical industry*.
<https://www.resourcewise.com/markets/chemicals>
- Roth. (2021). *Safety data sheet*.

- Ruso, S., & Desriany, D. (2023). RANCANG BANGUN ALAT DESTILASI PADA LABORATORIUM BIOPROSES Puspitasari. *Engineering and Science* , 9(1), 1090–1096.
- Sehwantoro, W., Hindarti, F., & Oktivina, M. (2022). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Destilator Elektrik Sebagai Alat Destilasi Pada Proses Pembuatan Bioethanol. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 31(2), 1–9. <https://doi.org/10.37277/stch.v31i2.1125>
- Setiawan, T. (2018). Rancang Bangun Alat Destilasi Uap Bioetanol Dengan Bahan Baku Batang Pisang. *Jurnal Media Teknologi*, 4(2), 119–128.
- Shakhashiri, Prof. (2008). *Chemical of the Week Acetic Acid & Acetic Anhydride*. 2–3.
- 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.
- Sutapa, R. B., Setiyono, B., & Wahyudi, W. (2017). Simulasi Model Kendali Kolom Distilasi Biner Wood & Berry Dengan Adaptive Internal Model Control 2 Degree of Freedom (Aimc 2 Dof) Menggunakan Matlab. *Transmisi*, 19(4), 145. <https://doi.org/10.14710/transmisi.19.4.145-151>
- 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.
- Walangare, K. B. A., Lumenta, A. S. M., Wuwung, J. O., & Sugiarto, B. A. (2013). Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Destilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik. *E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*.
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment Selection and Design* . Butterworth-Heinemann.

Winkle, V. (1967). *Distillation*. McGraw-Hill.

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