

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Ujian Sarjana
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

FRETTY FADHILLAH

03031382025123

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN
PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS
PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

SKRIPSI
Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh :
FRETTY FADHILLAH **03031382025123**

Palembang, 10 Juli 2025

Dosen Pembimbing,



Ir. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198204252023212029

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia,



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

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

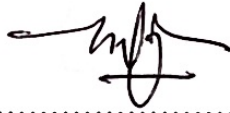
FRETTY FADHILLAH

03031382025123

Judul :

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada hari Selasa, tanggal 24 Juni 2025 oleh Dosen Penguji :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA : 
NIP. 195805141984031001 (.....)
2. Enggal Nurisman, S.T, M.T, IPM : 
NIP. 198106022008011010 (.....)
3. Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T, M.T, IPM : 
NIP. 197502012000122001 (.....)

Palembang, 2 Juli 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



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

NIP. 198204252023212029

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Asetat dengan Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan Fretty Fadhillah di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juni 2025.

Palembang, Juni 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Faizal, DEA :
NIP. 195805141984031001
(.....)
2. Enggal Nurisman, S.T, M.T, IPM :
NIP. 198106022008011010
(.....)
3. Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T, M.T, IPM :
NIP. 197502012000122001
(.....)

Palembang, 2 Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

Dosen Pembimbing



Ir. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198204252023212029

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fretty Fadhillah
NIM : 03031382025123
Judul Tugas Akhir : Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Asetat dengan
Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri atas nama **Fretty Fadhillah** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 24 Juni 2025



Fretty Fadhillah

NIM. 03031382025123



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat serta hidayah-Nya tugas akhir yang berjudul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Asam Asetat dengan Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun" ini dapat selesai.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat akhir mengikuti ujian sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, serta dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, melalui laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir. Terima kasih atas bimbingan dan dorongan motivasinya selama ini hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.
4. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Sriwijaya.
5. Kedua Orang Tua saya tersayang yang selalu mendoakan dan memberikan semangat dalam mengerjakan skripsi dan Keluarga Besar saya yang telah memberikan semangat moril dalam perkuliahan di Universitas Sriwijaya.
6. Terima kasih kepada Teman-teman Teknik Kimia Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang telah membantu penyusun dari awal kuliah hingga terselesaikannya Skripsi ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, serta dapat dijadikan sebagai referensi ilmu pengetahuan dalam merancang suatu pabrik.

Palembang, Juni 2025

Penulis

RINGKASAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 50.000 TON/TAHUN.

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juni 2025.

Fretty Fadhillah dibimbing oleh Ir. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

ABSTRAK

Pabrik pembuatan Asam Asetat dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun ini direncanakan untuk dibangun pada tahun 2028 dan mulai beroperasi pada tahun 2030 di kawasan Guntung, Kec. Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia dengan perkiraan luas area 2,2 Ha. Bahan baku untuk pembuatan Asam Asetat adalah Metanol dan karbon Monoksida. Proses pembuatan Asam Asetat ini mengacu pada Patent US 11,807,597 B2. Reaksi berlangsung dalam reaktor jenis *Continuous Stirred Tank Reactor* dengan menggunakan *sparger* pada kondisi (190°C; 27 atm). Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, dipimpin oleh seorang Direktur Utama dengan total karyawan 126 orang. Berdasarkan Analisis Ekonomi, pabrik Asam Asetat ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi, yaitu:

- Total *Capital Investment* (TCI) = US\$ 33.631.347,18
- Total Penjualan per Tahun = US\$ 240.635.832,97
- Total *Production Cost* (TPC) = US\$ 156.851.715,24
- *Annual Cash Flow* = US\$ 27.886.615,83
- *Pay Out Time* (POT) = 1,31 Tahun
- *Rate of Return on Investment* (ROR) = 74,74%
- *Discounted Cash Flow* – ROR = 168,62%
- *Break Even Point* (BEP) = 36,34%
- *Service Life* = 11 Tahun

Kata Kunci : Asam Asetat, *Continuous Stirred Tank Reactor*, Perseroan Terbatas

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERBAIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
KATA PENGANTAR.....	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB I	1
PEMBAHASAN UMUM.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik.....	4
1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik	4
1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik	4
1.4. Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Asetat.....	4
1.4.1. Proses Oksidasi Butana dengan O ₂	5
1.4.2. Proses Oksidasi Asetaldehid dengan O ₂	5
1.4.3. Proses Oksidasi Etana	5
1.4.4. Fermentasi Anaerob	6
1.4.5. Proses Karbonilasi Metanol dengan Karbon Monoksida	6
1.5. Sifat Fisika dan Kimia	8
BAB II	14
PERENCANAAN PABRIK.....	14
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	14
2.2. Pemilihan Kapasitas	15
2.3. Pemilihan Bahan Baku	17

2.4. Pemilihan Proses	18
2.5. Uraian Proses.....	19
2.5.1.Tahap Persiapan Bahan Baku.....	19
2.5.2.Tahap Sintesis Produk.....	19
2.5.3.Tahap Separasi dan Pemurnian Produk.....	20
2.5.4.Tahap Recycle	21
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	23
3.1. Lokasi Pabrik.....	23
3.1.1.Ketersediaan Bahan Baku	24
3.1.2.Utilitas	25
3.1.3.Transportasi dan Pemasaran.....	25
3.1.4.Tenaga Kerja	26
3.1.5.Kedaaan Iklim	27
3.1.6.Pembuangan Limbah.....	27
3.2. Luas Area Pabrik.....	27
3.3. Tata Letak Pabrik	28
BAB IV.....	31
NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	31
4.1. Neraca Massa	31
4.1.1Neraca Massa Mixing Point-01 (MP-01).....	31
4.1.2.Neraca Massa <i>Mixing Tank</i> (MT-01)	31
4.1.3.Neraca Massa Reaktor-01 (R-01).....	32
4.1.4.Neraca Massa Flash Tank-01 (FT-01).....	32
4.1.5.Neraca Massa Condenser-01 (CD-01)	32
4.1.6.Neraca Massa Kolom Destilasi-01 (KD-01)	33
4.1.7.Neraca Massa Condenser-02 (CD-02)	34
4.1.8.Neraca Massa Accumulator-01 (ACC-01).....	34
4.1.9.Neraca Massa Reboiler-01 (RB-01).....	35
4.1.10.Neraca Massa Decanter-01 (DC-01)	35
4.1.11.Neraca Massa Kolom Destilasi-02 (KD-02)	35
4.1.12.Neraca Massa Reboiler-02 (RB-02).....	36
4.1.13.Neraca Massa Condenser-03 (CD-03)	36

4.1.14.Neraca Massa Accumulator-02 (ACC-02).....	36
4.1.15.Neraca Massa Mixing Point-02 (MP-02).....	37
4.2. Neraca Panas	37
4.2.1.Neraca Panas Heater-01 (H-01)	37
4.2.2.Neraca Panas Mixing Point-01 (MP-01).....	37
4.2.3.Neraca.....	38
4.2.4.Neraca Panas Heater-02 (H-02)	38
4.2.5.Neraca Panas Kompresor-01 (K-01)	38
4.2.6.Neraca Panas Heater-03 (H-03)	39
4.2.7.Neraca Panas Reaktor-01 (R-01).....	39
4.2.8.Neraca Panas Cooler-01 (C-01)	39
4.2.9.Neraca Panas Heater-04 (H-04)	40
4.2.10.Neraca Panas Flash Tank-01 (FT-01)	40
4.2.11.Neraca Panas Cooler-02 (C-02)	40
4.2.12.Neraca Panas Condenser-01 (CD-01)	41
4.2.13.Neraca Panas Kolom Destilasi-01 (KD-01)	41
4.2.14.Neraca Panas Condenser-02 (CD-02)	41
4.2.15.Neraca Massa Accumulator-01 (ACC-01).....	42
4.2.16.Neraca Panas Reboiler-01 (RB-01).....	42
4.2.17.Neraca Panas Cooler-03 (C-03)	42
4.2.18.Neraca Panas Decanter-01 (DC-01).....	42
4.2.19.Neraca Panas Heater-05 (H-05)	43
4.2.20.Neraca Panas Kolom Destilasi-02 (KD-02)	43
4.2.21.Neraca Panas Reboiler-02 (RB-02).....	43
4.2.22.Neraca Panas Condenser-03 (CD-03)	44
4.2.23.Neraca Panas Accumulator-02 (ACC-02).....	44
4.2.24.Neraca Panas Mixing Point-02 (MP-02).....	44
4.2.25.Neraca Panas Cooler-04 (C-04)	45
BAB V UTILITAS	46
5.1. Unit Pengolahan Air (<i>Water Treatment Plant</i>).....	46
5.1.1.Air pendingin.....	46
5.1.2.Air umpan boiler	48

5.1.3. Air domestik.....	49
5.1.4. Air demin.....	50
5.1.5. Total Air	50
5.2. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	51
5.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik	51
5.3.1. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	51
5.3.2. Penerangan Pabrik.....	52
5.3.3. Total Kebutuhan Listrik untuk Penerangan	53
5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	53
5.4.1. Bahan Bakar untuk Boiler	54
5.4.2. Bahan Bakar untuk Generator	54
5.4.3. Total Kebutuhan Bahan Bakar	54
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	55
6.1. Silo Tank-01 (ST-01)	55
6.2. Screw Conveyor-01 (SC-01).....	55
6.3. Mixing Tank-01 (MT-01).....	56
6.4. Tangki-01 (T-01).....	57
6.5. Tangki-02 (T-02).....	58
6.6. Tangki-03 (T-03).....	58
6.7. Tangki-04 (T-04).....	59
6.8. Tangki-05 (T-05).....	59
6.9. Tangki-06 (T-06).....	60
6.10. Kompresor-01 (K-01)	61
6.11. Reaktor-01 (R-01).....	61
6.12. Expansion Valve-01 (EV-01)	63
6.13. Expansion Valve-02 (EV-02)	63
6.14. Flash Tank-01 (FT-01).....	64
6.15. Condenser-01 (CD-01).....	65
6.16. Condenser-02 (CD-02).....	65
6.17. Condenser-03 (CD-03).....	66
6.18. Kolom Distilasi-01 (KD-01).....	67
6.19. Accumulator-01 (ACC-01)	68

6.20. Reboiler-01 (RB-01)	69
6.21. Reboiler-02 (RB-02)	69
6.22. Kolom Distilasi-02 (KD-02)	70
6.23. Accumulator-02 (ACC-02)	71
6.24. Decanter-01 (DC-01)	72
6.25. Cooler-01 (C-01)	72
6.26. Cooler-02 (C-02)	73
6.27. Cooler-03 (C-03)	74
6.28. Cooler-04 (C-04)	74
6.29. Heater-01 (H-01)	75
6.30. Heater-02 (H-02)	76
6.31. Heater-03 (H-03)	76
6.32. Heater-04 (H-04)	77
6.33. Heater-05 (H-05)	78
6.34. Pompa-01 (P-01)	79
6.35. Pompa-02 (P-02)	79
6.36. Pompa-03 (P-03)	80
6.37. Pompa-04 (P-04)	81
6.38. Pompa-05 (P-05)	81
6.39. Pompa-06 (P-06)	82
6.40. Pompa-07 (P-07)	83
6.41. Pompa-08 (P-08)	84
6.42. Pompa-09 (P-09)	84
6.43. Pompa-10 (P-10)	85
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	87
7.1. Bentuk Perusahaan	87
7.2. Struktur Organisasi	88
7.3. Tugas dan Wewenang	90
7.4. Sistem Kerja	95
7.5. Penentuan Jumlah Buruh	96
BAB VIII ANALISA EKONOMI	101
8.1. Keuntungan (Profitabilitas)	102

8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	103
8.3. Total Modal Akhir.....	105
8.4. Maju Pengembalian Modal	107
8.5. Break Even Point (BEP).....	109
BAB IX_KESIMPULAN.....	112
DAFTAR PUSTAKA.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan proses BASF dan Monsanto	7
Tabel 1.2. Perbandingan Proses Pembuatan Asam Asetat	8
Tabel 2.1. Data Impor Asam Asetat di Indonesia	15
Tabel 2.2. Data Pertumbuhan Impor Asam Asetat di Indonesia	16
Tabel 3.1. Perincian Luas Area Pabrik Asam Asetat	27
Tabel 5. 1. Data Kebutuhan Air Pendingin Peralatan	46
Tabel 5. 2. Data Kebutuhan <i>Steam</i>	48
Tabel 5. 3. Data Kebutuhan Listrik.....	51
Tabel 5. 4. Kebutuhan Penerangan	52
Tabel 7. 1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift	93
Tabel 7. 2. Perincian Jumlah Karyawan	96
Tabel 8. 1. Tabel Penjualan Produk	102
Tabel 8. 2. Rincian Angsuran Pengembalian Modal	104
Tabel 8. 3. Kesimpulan Analisa Ekonomi	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Impor Asam Asetat di Indonesia.....	15
Gambar 3.1. Lokasi Pendirian Pabrik Asam Asetat	23
Gambar 3.2. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Kaltim Methanol Industri	24
Gambar 3.3. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT Samator Indo Gas	25
Gambar 3.4. Perencanaan Tata Letak Pabrik Pembuatan Asam Asetat	29
Gambar 3.5. Tata Letak Peralatan Pabrik Pembuatan Asam Asetat	30
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan.....	100
Gambar 8. 1. Grafik <i>Break Event Point</i> (BEP).....	110

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 <i>vessel</i> , m
Dp	: Diameter pipa, m
E	: Joint efficient
h	: Tinggi <i>vessel</i> , m
I	: Dispersi band, m
Lc	: Laju alir volumetric continous phase, m ³ /s
OD	: Outside Diamter, m
P	: Tekanan <i>vessel</i> , atm
Q	: Laju alir volumetric, m ³ /jam
r	: Jari-jari <i>vessel</i> , m
S	: Working stress allowable, psi
ts	: Tebal silinder, m
th	: Tebal ellipsoidal head, m
T	: Temperatur <i>vessel</i> , K
Ud	: Setting velocity, m/s

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
PIN	: Tekanan masuk, bar
POUT	: Tekanan keluar, bar
T1	: Temperatur masuk kompresor, °C
T2	: Temperatur keluar kompresor, °C
PW	: Power kompresor, HP
Q	: Kapasitas kompresor, lb/menit
Rc	: Rasio kompresi
W	: Laju alir massa, lb/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

4. FLASH TANK

At	: Luas area <i>vessel</i> total, m
Av	: Luas cross sectional <i>vessel</i> minimum, m ² /s
Cc	: Allowable corrosion, m
D	: Diameter <i>vessel</i> , m
E	: Joint efficient
Flv	: Parameter aliran
H	: Tinggi <i>vessel</i> , m
HL	: Tinggi liquid, m
Hv	: Tinggi vapor, m
OD	: Outside Diamter, m
P	: Tekanan <i>vessel</i> , atm
Q	: Laju alir volumetric, m ³ /jam
S	: Working stress allowable, psi

r	: Jari-jari <i>vessel</i> , m
t	: Tebal <i>vessel</i> , m
T	: Temperatur <i>vessel</i> , K
u_f	: Kecepatan flooding, m/s
$U_{v \max}$	: Laju alir volumetric maksimum, m^3/s
V_L	: Volume liquid, m^3
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, kg/m^3

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, $^{\circ}\text{C}$
T_2, t_2	: Temperatur keluar shell, tube, $^{\circ}\text{C}$
Q	: Beban panas, kW
U_o	: Koefisien overall perpindahan panas, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$
ΔT_{lm}	: Selisih log mean temperatur, $^{\circ}\text{C}$
A	: Luas area perpindahan panas, m^2
ID	: Diameter dalam tube, m
OD	: Diameter luar tube, m
L	: Panjang tube, m
p_t	: Tube pitch, m
A_o	: Luas satu buah tube, m^2
N_t	: Jumlah tube, buah
V, v	: Laju alir volumetrik shell, tube, m^3/jam
u_t, U_s	: Kelajuan fluida shell, tube, m/s
D_b	: Diameter bundel, m
D_s	: Diameter shell, m
N_{RE}	: Bilangan Reynold
N_{PR}	: Bilangan Prandtl
N_{NU}	: Bilangan Nusselt
h_i, h_o	: Koefisien perpindahan panas shell, tube, $\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$
l_b	: Jarak baffle, m

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

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/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. MIXING TANK

C	: Corrosion maksimum, in
D_t	: Diameter tangki, m
D_i	: 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
r_b	: Posisi baffle dari dinding tangki, m
r_i	: jari-jari <i>vessel</i> , 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
W_b	: Lebar baffle, m
ρ	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, $kg/m.s$

8. POMPA DAN EXPANSION VALVE

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
Gc	: Konstanta percepatan gravitasi, ft/s^2
Hd, Hs	: Head discharge, suction, ft
Hf	: Total friksi, ft
Hfc	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
Hfe	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
Hff	: Friksi karena fitting dan valve, ft
Hfs	: Friksi pada permukaan pipa, ft
ID	: Diameter dalam, in
KC, KE	: Konstanta kompresi, ekspansi, ft
L	: Panjang pipa, m
Le	: Panjang ekivalen pipa, m
MHP	: Motor Horse Power, HP
NPSH	: Net positive suction head, ft.lbf/lb
NRE	: Bilangan Reynold
OD	: Diameter luar, in
Puap	: Tekanan uap, psi
Qf	: Laju alir volumetrik, ft^3/s
Vd	: Discharge velocity, ft/s
Vs	: Suction velocity, ft/s
E	: Equivalent roughness, ft
H	: Efisiensi pompa
M	: Viskositas, kg/ms
P	: Densitas, kg/m^3

9. REAKTOR

At	: Luas area total orifice, m^2
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, $\text{m}^3/\text{kmol.s}$

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 <i>vessel</i> , mm
V _t	: Volume reaktor, m ³
X	: Konversi
P	: 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
P	: Densitas

11. SILO TANK

C	: Tebal korosi yang diinginkan, m
D _t	: Diameter tangki, m
E	: Efisiensi pengelasan
H	: Tinggi kerucut, m
H _s	: Tinggi Silinder, m
H _t	: Tinggi tangki, m
P	: Tekanan operasi, psi
S	: Working Stress yang diinginkan, psi

T	:	Tebal dinding tangki, m
V_k	:	Volume kerucut, m^3
V_s	:	Volume silinder, m^3
V_t	:	Volume tangki, m^3
α	:	Sudut elevasi conical head

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I. Perhitungan Neraca Massa	117
LAMPIRAN II. Perhitungan Neraca Panas	187
LAMPIRAN III. Spesifikasi Peralatan Alat.....	261
LAMPIRAN IV. Perhitungan Ekonomi	450
LAMPIRAN V. Tugas Khusus	472

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Latar Belakang

Pemerintah Indonesia memprioritaskan pembangunan lintas sektor sebagai strategi utama untuk mendorong pertumbuhan ekonomi nasional serta memperkuat taraf kesejahteraan masyarakat. Industri merupakan sektor yang sangat strategis dan memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian Indonesia. Salah satu sektor yang mendapat perhatian besar adalah industri kimia, yang berperan sebagai pilar penting dalam pembangunan nasional. Arah kebijakan pembangunan industri nasional sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2021 mengenai penyelenggaraan bidang perindustrian, menegaskan bahwa Indonesia menetapkan visinya untuk berkembang menjadi negara industri yang mandiri serta memiliki daya saing kuat di kancah global (Kementerian Perindustrian, 2021). Tujuan dari pembangunan industri yaitu untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, serta pengembangan teknologi yang tepat guna untuk peningkatan daya saing industri nasional di pasar global.

Industri kimia merupakan sektor strategis yang memegang peranan krusial dalam perekonomian nasional. Sejalan dengan itu, penguatan dan percepatan pembangunan industri kimia menjadi esensial guna menekan ketergantungan terhadap impor. Komoditas kimia yang berperan signifikan sebagai bahan baku dalam berbagai proses industri salah satunya yaitu asam asetat. Urgensi pengembangan produksi asam asetat dalam negeri menjadi semakin nyata, mengingat sebagian besar kebutuhan nasional masih dipenuhi melalui impor akibat keterbatasan kapasitas produksi domestik. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, dalam kurun waktu 8 tahun terakhir dari 2016-2023 rata-rata kebutuhan impor asam asetat mencapai sekitar 67.700 ton/tahun.

Asam asetat atau dikenal juga asam cuka dengan rumus molekul CH_3COOH merupakan senyawa organik yang termasuk dalam golongan asam karboksilat. Ketika asam asetat dilarutkan dalam air, senyawa tersebut mengalami disosiasi parsial, menghasilkan ion hidrogen (H^+) dan ion asetat (CH_3COO^-). Senyawa ini wujudnya cairan tak berwarna dengan bau khas cuka yang menyengat, memiliki rasa asam yang tajam, dan memiliki titik didih $118,1^\circ\text{C}$ (Hardoyo dkk, 2007).

Industri asam asetat di Indonesia merupakan salah satu industri kimia yang memiliki potensi yang cukup baik sebagai bahan baku maupun bahan penunjang dalam berbagai proses dan penggunaannya yang sangat luas.

Penggunaan asam asetat umumnya dalam berbagai industri antara lain sebagai bahan baku dalam industri kimia, industri benang karet, industri polimer, industri farmasi, industri tekstil, industri makanan. Selain itu juga, asam asetat digunakan sebagai bahan setengah jadi seperti etil asetat, vinil asetat, asam asetat anhidrid, dan selulosa asetat. Kebutuhan asam asetat di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri yang pesat. Namun, di Indonesia hanya terdapat satu pabrik yang dapat memenuhi kebutuhan asam asetat yaitu PT Acidatama dengan kapasitas produksi 36.600 ton/tahun.

Berdasarkan pertimbangan akan permintaan kebutuhan asam asetat yang terus meningkat maka pendirian pabrik asam asetat diharapkan dapat mendukung dan mendorong pertumbuhan ekonomi industri kimia secara nasional. Pembangunan pabrik asam asetat idealnya dilakukan dengan mengadopsi teknologi yang lebih maju dibandingkan teknologi yang telah digunakan terdahulu. Integrasi antara sistem teknologi konvensional dan inovasi terkini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses produksi serta memberikan nilai yang menguntungkan. Pendirian pabrik asam asetat diharapkan bisa meningkatkan produksi asam asetat dan sebagai sarana dalam mengurangi ketergantungan produk terhadap impor, dapat menambah devisa negara, membuka lapangan kerja yang baru, serta membuka peluang ekspor ke pasar global. Melalui pra rencana pabrik ini, pabrik asam asetat dengan proses karbonilasi metanol dinilai layak dan tepat untuk didirikan sehingga dapat menjadi dasar pertimbangan untuk realisasi pembangunan pabrik di masa depan.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Asam asetat (*acetic acid*), yang populer disebut sebagai asam cuka, telah digunakan oleh manusia sejak peradaban kuno dan terus dimanfaatkan hingga era modern. Pada masa lampau, senyawa ini dihasilkan secara alami melalui aktivitas mikroorganisme penghasil asam asetat, dan umumnya muncul sebagai produk samping dari fermentasi bir maupun anggur. Pemanfaatan asam asetat pada industri kimia telah tercatat sejak abad ke-3 sebelum Masehi, menandai sejarah panjang

penggunaannya yang berlangsung selama berabad-abad. Menurut Filsuf Yunani kuno *Theophrastos* menjelaskan bahwa cuka bereaksi dengan logam-logam membentuk zat berwarna, seperti timbal putih (timbal karbonat) dan *verdigris*, merupakan suatu zat hijau campuran dari garam-garam tembaga dan mengandung tembaga (II) asetat (Tanah dkk, 2017). Bangsa Romawi memproduksi sapa, yaitu sirup yang sangat manis dengan mendidihkan anggur yang sudah asam. Sapa tersebut mengandung timbal asetat, suatu zat manis yang dikenal sebagai gula timbal atau gula Saturnus.

Seiring dengan perkembangan teknologi, metode sintesis asam asetat mulai diperkenalkan pada abad ke-8 oleh ilmuwan Persia Jabir Ibnu Hayyan untuk untuk memproduksi asam asetat yang lebih murni dengan proses distilasi. Selama periode Renaisans, teknik distilasi mengalami peningkatan signifikan, yang memungkinkan produksi asam asetat glasial melalui distilasi kering senyawa logam asetat. Pada abad ke-16, alkimiawan asal Jerman, Andreas Libavius, turut mengkaji metode ini serta melakukan perbandingan antara asam asetat glasial dan cuka. Hasil kajiannya menunjukkan bahwa asam asetat glasial memiliki tingkat kemurnian lebih tinggi serta karakteristik fisikokimia yang berbeda. Namun, asam asetat glasial mempunyai nilai bobot molekul yang sama dengan asam asetat (Sinata dan Luthfi, 2020).

Proses produksi asam asetat telah berkembang pesat, terutama dengan metode yang lebih efisien seperti karbonilasi metanol yang saat ini menjadi fokus dalam pra rencana pabrik pembuatan asam asetat. Proses karbonilasi metanol terbagi menjadi dua jenis, yaitu proses BASF yang pertama kali diterapkan pada tahun 1963 dan proses Monsanto yang diperkenalkan pada tahun 1968. Proses produksi asam asetat dengan karbonilasi metanol yang melibatkan reaksi antara gas karbon monoksida dan metanol juga dijelaskan dalam US patent 2023/11,807,597 B2 yang menjadi acuan dasar pada pembuatan skripsi ini. Proses ini menggunakan katalis Rhodium Kompleks pada kondisi eksotermis dengan tekanan pada rentang 30 - 40 atm dan temperatur pada rentang 180°C - 220°C (Wardhani dkk, 2023). Proses karbonilasi metanol memiliki keunggulan seperti *yield* yang tinggi, kondisi operasi yang relatif sederhana, serta biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan

proses lainnya. Pabrik asam asetat yang menggunakan proses karbonilasi metanol diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik di Indonesia.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

1.3.1. Tujuan Pendirian Pabrik

1. Memfasilitasi pemenuhan kebutuhan asam asetat di pasar domestik serta menurunkan tingkat ketergantungan terhadap pasokan impor dari luar negeri.
2. Meningkatkan produktivitas sumber daya alam dan sumber daya manusia melalui inovasi teknologi baru dan metode produksi yang lebih efisien.
3. Meningkatkan devisa negara melalui sektor industri.
4. Mendorong pemerataan usaha di Indonesia dengan memicu pertumbuhan industri baru yang memanfaatkan bahan baku asam asetat.
5. Menciptakan peluang kerja baru untuk mengurangi tingkat pengangguran.

1.3.2. Manfaat Pendirian Pabrik

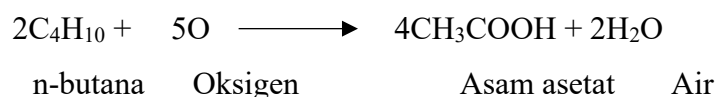
1. Mengoptimalkan pemanfaatan metanol dan karbon monoksida sebagai bahan baku yang bersumber dari produksi nasional, guna mendukung produksi asam asetat dalam negeri sekaligus memberikan kontribusi positif terhadap penerimaan negara.
2. Meningkatkan efisiensi melalui pembangunan industri asam asetat dengan teknologi dan proses terbaru.
3. Pengembangan industri asam asetat dapat memberikan manfaat besar bagi perekonomian domestik.
4. Meningkatkan optimasi penggunaan ruang wilayah.
5. Memanfaatkan kondisi sosial, infrastruktur, dan sumber daya alam yang ada di sekitar lokasi pendirian pabrik.
6. Meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam perkembangan industri.

1.4. Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Asetat

Pemilihan proses pembuatan yang tepat sangat penting untuk memastikan efisiensi produksi dan memenuhi permintaan pasar. Berdasarkan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi asam asetat, tentunya masing-masing proses pembuatannya memiliki kelebihan dan kekurangan. Asam asetat dalam industri dapat diproduksi melalui berbagai macam yaitu:

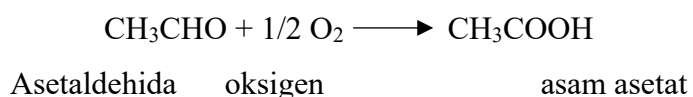
1.4.1. Proses Oksidasi Butana dengan O₂

Proses reaksi oksidasi butana terjadi pada fase cair. Kondisi reaksinya tipikal adalah pada suhu 150°C, tekanan 55 atm, dan yield 70-80%. Dalam reaksi ini, dilakukan pada temperatur dan tekanan yang tinggi namun tetap menjaga butana dalam keadaan cair. Selama proses produksi, kemungkinan terbentuknya produk sampingan seperti butanon, etil asetat, asam format, dan asam propionat tetap ada. Dalam reaksi ini, n-butana (secara komersial mengandung sekitar 95% n-butana, 2,5% isobutana, dan 2,5% pentana) dioksidasi menggunakan oksigen dengan katalisis oleh senyawa asetat dari logam kobalt atau mangan, menghasilkan asam asetat sebagai produk utama. Reaksi yang terjadi:



1.4.2. Proses Oksidasi Asetaldehid dengan O₂

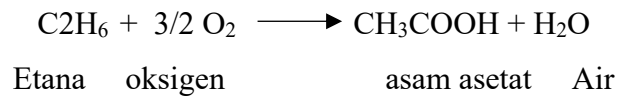
Sintesis asam asetat dari asetaldehid dan udara berlangsung pada rentang suhu 160–180°C dengan tekanan sebesar 50–60 bar. Dalam proses ini, larutan asetaldehid dialirkan ke dalam reaktor, saat udara atau oksigen diinjeksikan dalam bentuk gelembung (*bubble*) ke dalam medium cair yang mengandung 0,1–0,5% mangan asetat sebagai katalis. Selain mangan, *cobalt* juga dimanfaatkan untuk menjadi katalis. Sistem reaksi didesain agar campurannya bersirkulasi cepat melalui penukar panas guna mengendalikan suhu akibat panas reaksi. Setelah reaksi berlangsung, campuran tersebut mengalami pemurnian melalui kolom pemulihan aldehid, sementara gas buang (*vent gas*) segera didinginkan dan diserap menggunakan produk kasar (*crude product*). Reaksi yang terjadi:



1.4.3. Proses Oksidasi Etana

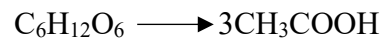
Proses sintesis asam asetat melalui oksidasi etana melibatkan interaksi antara gas etana dan oksigen, dengan katalis molibdenum (Mo) sebagai pemicu reaksi. Reaksi ini biasanya berlangsung dalam reaktor multitubular. Meskipun pendekatan menggunakan reaktor *fluidized bed* sempat dikembangkan dalam sejumlah studi sebelumnya, akan tetapi hasil produknya berada pada tingkat kemurnian yang lebih rendah. Secara keseluruhan, proses ini menunjukkan efisiensi

konversi sebesar 97%, dengan kemurnian produk akhir mencapai 45% berdasarkan berat. Reaksi yang terjadi:

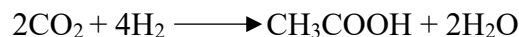


1.4.4. Fermentasi Anaerob

Proses ini menggunakan bakteri anaerob, termasuk spesies dari genus *clostridium*, dimana dapat mengubah gula menjadi asam asetat secara langsung, tanpa menghasilkan etanol sebagai produk perantara (Sartini dkk, 2018). Reaksi kimia secara keseluruhan dilakukan oleh bakteri ini sebagai berikut:



Hal yang menguntungkan dari penggunaan proses ini dalam sudut pandang industri kimia adalah bakteri asetogenik karena dapat menghasilkan asam asetat dari suatu senyawa karbon, seperti metanol, karbon monoksida, atau campuran karbon dioksida dan hidrogen. Reaksi yang terjadi:



Kelebihan dari penggunaan *clostridium* pada proses ini yaitu dapat menekan biaya produksi sehingga terjadinya efisiensi apabila diperbandingkan dengan proses oksidasi etanol melalui bantuan *acetobacter*. Akan tetapi, bakteri *clostridium* menjadi hambatan utama dibandingkan dengan *acetobacter* karena kurang toleran terhadap asam sehingga ketika asam asetat terbentuk maka bakteri *clostridium* akan mengalami gangguan pertumbuhan bahkan menyebabkan kematian. Strain *Clostridium* yang digunakan dalam produksi cuka hanya mampu menghasilkan asam asetat dalam konsentrasi rendah, yakni beberapa persen. Sebaliknya, strain *Acetobacter* menunjukkan kapasitas produksi yang jauh lebih tinggi, dengan efisiensi mencapai sekitar 20% asam asetat. Oleh karena itu, dalam praktik industri saat ini, *Acetobacter* lebih diprioritaskan sebagai mikroorganisme pilihan dalam proses produksi asam asetat dibandingkan dengan *Clostridium* (Luwihana dkk, 2010).

1.4.5. Proses Karbonilasi Metanol dengan Karbon Monoksida

Karbonilasi metanol merupakan salah satu metode paling dominan yang diterapkan dalam industri untuk sintesis asam asetat. Popularitas proses ini

didorong oleh efisiensi tinggi dalam konsumsi bahan baku, minimnya permasalahan terkait pemasaran produk samping, serta kebutuhan investasi modal yang relatif rendah dibandingkan dengan metode alternatif lainnya. Reaksi melibatkan metanol dan karbon monoksida membentuk asam asetat dengan bantuan katalis. Proses karbonilasi metanol ini terjadi pada reaktor *fixed bed multitube* dengan kondisi operasi pada suhu 250°C dan tekanan 650 atm. Adapun hasil dari terjadinya reaksi tersebut yakni:



Proses karbonilasi metanol diklasifikasikan ke dalam dua jenis utama, yakni proses BASF dan proses Monsanto. Perbandingan karakteristik dari kedua pendekatan ini dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perbandingan proses BASF dan Monsanto

No	Pertimbangan	BASF	Monsanto
1.	Bahan Baku	Metanol dan CO	Metanol dan CO
2.	Yield	90%	90 – 99%
3.	Kondisi Operasi	523 K, 650 atm	433 – 463 K, 30 atm
4.	Katalis	Co (tidak efektif)	Rh (efektif)
5.	Biaya Investasi	Tinggi	Tinggi
6.	Biaya Operasi	Rendah	Rendah

(Sumber : Roth. J, 1975)

Berdasarkan proses-proses diatas, sebenarnya proses dalam pembuatan asam asetat secara sintesis seperti oksidasi butana, oksidasi asetaldehid, fermentasi anaerob, dan karbonilasi metanol tentunya memiliki kekurangan dan kelebihan. Pertimbangan pemilihan proses harus mempertimbangkan beberapa faktor, seperti efisiensi produksi, biaya investasi, ketersediaan bahan baku, dan kemampuan katalis dalam mempercepat reaksi. Selain itu, perlu juga memperhatikan kondisi operasi yang optimal, seperti suhu dan tekanan yang tepat. Perbandingan Proses pembuatan asam asetat dapat disajikan lebih rinci pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Perbandingan Proses Pembuatan Asam Asetat

Pertimbangan	Oksidasi Butana	Oksidasi Asetaldehid	Fermentasi Anaerob	Karbonilasi Metanol	
				BASF	Monsanto
Bahan Baku	n-Butana	Asetaldehid	Glukosa (gula)	Metanol dan CO	Metanol dan CO
Kondisi operasi	150-230 °C 50-60 atm	160-180 °C 50-60 atm	45-65 °C 1 atm	242°C 500 bar	180-220 °C 30-40 atm
Katalis	Cobalt (Co)	Mangan (Mn)	Bakteri <i>Clostridium</i>	Cobalt (Co)	Rhodium (Rh) Kompleks
Kemurnian	50%	90-95%	97%	90%	90-99%
Konversi	50%	95%	97%	90%	99%
Biaya Operasi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Biaya Investasi	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi

Pada Tabel 1.2. tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa proses karbonilasi metanol monsanto memiliki keunggulan dengan hasil konversi dan kemurnian produk asam asetat yang tinggi hingga mencapai 99%. Katalis yang digunakan yaitu Rhodium Kompleks ($\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2$), yang sangat efektif dalam mempercepat reaksi karbonilasi. Selain itu, proses karbonilasi metanol monsanto menggunakan kondisi operasi yang rendah dengan suhu sekitar 180- 220°C dan tekanan sekitar 30-40 atm dengan menggunakan bahan baku metanol dan karbon monoksida yang mudah didapatkan. Berdasarkan kesimpulan tersebut, proses karbonilasi metanol Monsanto dipilih dalam pembuatan pabrik asam asetat.

1.5. Sifat Fisika dan Kimia

Setiap senyawa kimia secara mendasar dicirikan oleh serangkaian sifat fisika dan kimia yang unik dan spesifik. Berdasarkan Coulson dan Richardson (2005), terdapat informasi khusus mengenai sifat fisika dan kimia untuk pabrik

pembuatan asam asetat berdasarkan proses yang dijelaskan dalam US patent 11,807,597 B2.

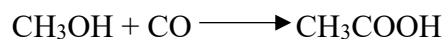
1) Metanol

a. Sifat Fisika

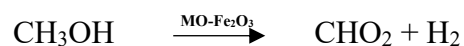
Rumus Molekul	: CH ₃ OH
Berat Molekul (kg/mol)	: 32,042
Berat jenis (gr/cm ³)	: 0,791 (293°K)
Fase pada suhu kamar	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih (°C)	: 64,6 (337,75°K)
Titik Beku (°C)	: -97,65 (175,5°K)
Temperatur Kritis (°K)	: 512,6
Tekanan Kritis (bar)	: 80,96
$\Delta H_{f(298)}$ (KJ/Kmol)	: $-2,013 \times 10^4$
Kalor penguapan (kJ/mol)	: 38,3

b. Sifat Kimia

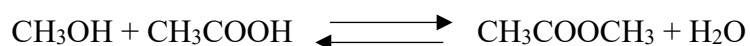
1. Bereaksi dengan karbon monoksida membentuk asam asetat.



2. Reaksi dehidrogenasi oksidatif dari methanol dengan katalis Ag Molybdenum-Fe₂O₃ akan menghasilkan formaldehida.



3. Dengan asam asetat menghasilkan proses esterifikasi.



2) Karbon Monoksida

a. Sifat Fisika

Rumus Molekul	: CO
Berat Molekul (kg/mol)	: 28,01
Berat jenis (gr/cm ³)	: 0,803 (81°K)
Fase pada suhu kamar	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih (°C)	: -191,45 (81,7°K)
Titik Beku (°C)	: -205,05 (68,1°K)

Temperatur Kritis (°K)	: 132,9
Tekanan Kritis (bar)	: 35
$\Delta H_{f(298)}$ (KJ/Kmol)	: $-1,106 \times 10^5$
Kalor penguapan (kJ/mol)	: 6,042

b. Sifat Kimia

1. Bereaksi dengan hydrogen membentuk metanol.



2. Bereaksi dengan metanol membentuk asam asetat.



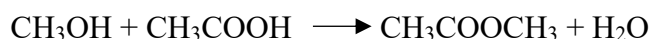
3) Asam Asetat

a. Sifat Fisika

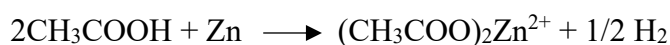
Rumus Molekul	: CH_3COOH
Berat Molekul (kg/mol)	: 60,052
Berat jenis (g/cm^3)	: 1,049 (293°K)
Fase pada suhu kamar	: Cair
Warna	: Tidak Bewarna
Titik Didih (°C)	: 117,9 (391,05°K)
Titik Beku (°C)	: 16,65 (289,8°K)
Temperatur Kritis (°K)	: 592,7
Tekanan Kritis (bar)	: 57,9
$\Delta H_{f(298)}$ (KJ/Kmol)	: $-4,351 \times 10^5$
Kalor penguapan (kJ/mol)	: 24,39

b. Sifat Kimia

1. Reaksi dengan alkohol menghasilkan ester.



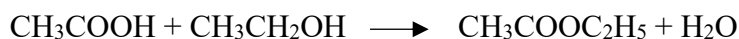
2. Pembentukan garam keasaman.



3. Konversi ke klorida-klorida asam.



4. Pembentukan ester.



4) Metil Asetat

Rumus Molekul	: $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
Berat Molekul (kg/mol)	: 74,08
Berat jenis (g/cm^3)	: 0,934 (293°K)
Fase pada suhu kamar	: Cair
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih (°C)	: 56,89 (330,04°K)
Titik Beku (°C)	: -98,15 (175°K)
Temperatur Kritis (°K)	: 506,8
Tekanan Kritis (bar)	: 46,9
$\Delta H_f(298)$ (KJ/Kmol)	: -4,097E+5

5) Metil Iodida

Rumus Molekul	: CH_3I
Berat Molekul (kg/mol)	: 141,94
Fase pada suhu kamar	: Cair
Titik Didih (°C)	: 42,75 (315,9 K)
Titik Beku (°C)	: 66,5 (339,65 K)
Titik lebur	: -66,45 (206,7 K)
Densitas (kg/m^3)	: 2.280
Kelarutan dalam air (20°C)	: 14 gr/1000 ml

6) Air

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul (kg/mol)	: 18,016
Berat jenis (g/cm^3)	: 0,998 (293°K)
Fase pada suhu kamar	: Cair atau gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih (°C)	: 100 (373,15°K)
Titik Beku (°C)	: 0,05 (273,2°K)
Temperatur Kritis (°K)	: 647,3
Tekanan Kritis (bar)	: 221,2

$\Delta H_{f(298)}$ (KJ/Kmol) : -2,42E+5

Kalor penguapan (kJ/mol) : 40,656

7) Rhodium (I) Complex

Rumus Molekul : Rh

Berat Molekul (g/mol) : 102,905

Fase (25°C) : Solid

Titik lebur (°C) : 1.966 (2.237°K)

Titik didih (°C) : 3.727 (3.968°K)

Ukuran partikel (µm) : 20-30 (Hongwunew Material, 2024)

Luas Permukaan (m²/g) : >1000

Kemurnian : 99% (MSDS-cdhfinechemical. com)

Selektivitas (Asam asetat) : 99% (Haynes, 2010)

8) Asam Propionat

Rumus Molekul : CH₃CH₂COOH

Berat Molekul (g/mol) : 74,08

Massa Jenis (Kg/m³) : 900.00

Fase (25°C) : Cair

Titik Didih (°C) : 141,1 (414,25 K)

Titik Leleh (°C) : -21.5 (58,15 K)

Kapasitas Kalor (J/mol.K) : 152.8

Entalpi pembentukan : -510.8

standar ($\Delta_f H^\circ$) (kJ/mol)

Entalpi pembakaran : 1527.3

standar $\Delta_c H^\circ_{298}$ (kJ/mol)

https://id.wikipedia.org/wiki/Asam_propionat

9) Hidrogen

Rumus Molekul : H₂

Berat Molekul (g/mol) : 2,016

Warna : Tidak berwarna

Fase (25°C) : Gas

ΔH_f (298) (KJ/mol) : -285,85

Titik Didih (°C)	: -252.8790 (20,271 K)
Titik Leleh (°C)	: -259.16 (13,99 K)
Temperatur Kritis (K)	: 32,938
Tekanan Kritis (kPa)	: 2.293

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2024. *Tabel Dinamis Ekspor Impor*. Diakses melalui: <https://www.bps.go.id> pada tanggal 20 Juli 2024.
- Budi, E. S., Mulyono, J., dan Dewi, D. R. S. 2014. Usulan perbaikan tata letak pabrik di PT. A dengan metode graph theoretic approach. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. 13(1): 39-49.
- Choirunnisa, A., dan Mustain, A. 2022. Penentuan Kapasitas Produksi Dan Seleksi Proses Pra Rancangan Pabrik Kimia Bioetanol Gel Kapasitas 5000 Ton/Tahun. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*. Vol. 8(1): 86–93. <https://doi.org/10.33795/distilat.v8i1.251>
- Coulson dan Richardson. 2005. *Chemical Engineering Fourth Edition*. New York: Butterworth-Heineman.
- Hardoyo, H., Tjahjono, A. E., Primarini, D., Hartono, H., dan Musa, M. 2007. Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan. *Jurnal Sains MIPA Universitas Lampung*. Vol. 13(1): 17-20.
- Haynes, A. 2010. Catalytic Methanol Carbonylation. In *Advances in Catalysis*. Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0360-0564\(10\)53001-3](https://doi.org/10.1016/S0360-0564(10)53001-3)
- Hermawan, D. J. 2018. Peran Desain Layout dan Pemeliharaan Fasilitas Produksi Dalam Menunjang Kelancaran Proses Produksi Pada Raja Mie Cokro Kota Probolinggo. *Capital: Jurnal Ekonomi dan Manajemen*. Vol. 2(1): 13–26. <https://doi.org/10.25273/capital.v2i1.3066>.
- Hongwunew Material. 2024. 99,99% Purity Metal Rhodium Nanoparticle Rh Nano Powder Manufacturer. 99,99% Purity Metal Rhodium Nanoparticle Rh Nano Powder Manufacturer.
- Kemala, W., dan Karo, G. K. 2011. Usulan perencanaan tata letak gudang produk jadi dengan menggunakan metode Muther's Systematic Layout Planning dan Dedicated Storage. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*. Vol. 4(2): 69-96.

- Kementerian Perindustrian. 2021. *Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2021*. Diakses melalui: <https://www.kemenperin.go.id/> pada tanggal 19 Juli 2024.
- Luwihana, S., Kuswanto, K. R., Rahayu, E. S., dan Sudarmadji, S. 2010. Fermentasi Asam Asetat dengan Sel Amobil *Acetobacter Pasteurianus* INT-7 dengan Variasi pH Awal dan Kadar Etanol. *Agritech*. Vol. 30(2): 123-132.
- Masrur, F. B., Heradiprakoso, M., Kuswandi, K., dan Tetrisyanda, R. 2023. Pra-Desain Pabrik Bioetanol dari Ampas Tebu (Bagasse) dengan Teknologi Simultaneous Saccharification & Co-Fermentation untuk Kapasitas 30.000 KL/tahun. *Jurnal Teknik ITS*. Vol.12(2): B110-B116.
- Maulana, M. R., dan Lusiani, C. E. 2023. Studi Literatur: Penetapan Lokasi Pabrik pada Pra-Rancangan Pabrik VCO di Beberapa Alternatif Lokasi Jawa Timur Menggunakan Metode Factor Rating. *Jurnal Teknologi Separasi*. Vol. 9(1): 93-105.
- Mulyana, M. T., dan Faridah, H. 2022. Analisis Pengaturan Pertanggungjawaban Pembuangan Limbah Cair Pt. Pindo Deli Iii Di Kabupaten Karawang. *Jurnal Ilmiah Living Law*. Vol. 14(1): 50-58.
- Pandapotan, I. B., Komang Ngurah, S., dan Widagda, I. G. A. 2022. Analisis Pola Sebaran Asap Terhadap Kondisi Meteorologi di Pulau Kalimantan Terkait Kebakaran Hutan dan Lahan: Studi Kasus Kebakaran Hutan pada Bulan September 2019. *Buletin Fisika*. Vol. 23(1): 19–25. <https://doi.org/10.24843/bf.2022.v23.i01.p03>
- Papavassiliou *et. al.* 2023. Patent No. US 11807597 B2.
- Peters, M. S., dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th ed.*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Roth, J. F. 1975. The Production of Acetic Acid Rhodium Catalysed Carbonylation Of Methanol. In *St. Louis, Missouri: Monsanto Co.* Vol. 10(1). [https://doi.org/10.1016/s1351-4180\(11\)70097-6](https://doi.org/10.1016/s1351-4180(11)70097-6)
- Sartini, S., Fitriani, R., dan Lubis, R. 2018. Pengaruh Kadar Asam Sulfat Pada Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dan Waktu Fermentasi

- Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*. Vol. 4(2): 152-159.
<https://doi.org/10.31289/biolink.v4i2.1191>
- Sinata, N., dan Luthfi, A. 2020. Uji Efek Analgetik Infusa Daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swing) terhadap Mencit Putih (*Mus musculus* L) Jantan yang Diinduksi Asam Asetat 1%. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*. Vol. 9(1): 12-20.
- Taneh, R. N. V, Leman, M. A., dan Khoman, J. A. 2017. Pengaruh rendaman cuka (asam asetat) terhadap kekerasan amalgam. *Jurnal e-GiGi (eG)*. Vol.5(2): 144-147.
- Tawurisi, F., Mangindaan, G. M. C., Silimang, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., dan Manado, J. K. B. 2019. Rancang Bangun Sistem Kendali Automatic Transfer Switch Perusahaan Listrik Negara – Generator Set. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*. Vol. 8(3): 143-152.
- Wardhani, M. T., Septianti, K., Safitri, M., Rizkiana, M. F., dan Palupi, B. 2023. Pra Rancangan Pabrik Asam Asetat Dari Metanol Dan Karbon Monoksida Menggunakan Metode Karbonilasi Metanol (Cativa Process) Dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia*. Vol. 6(2): 148–155.
- Wikipedia. (Online). Asam Propionat. Diakses melalui:
https://id.wikipedia.org/wiki/Asam_propionat/ pada tanggal 28 Juli 2024.
- Wikipedia. (Online). Hidrogen Iodida. Diakses melalui:
https://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen_iodida/ pada tanggal 28 Juli 2024.
- Yoneda, N., Kusano, S., Yasui, M., Pujado, P., dan Wilcher, S. 2017. Recent advances in processes and catalysts for the production of acetic acid. *Applied Catalysis A: General*. Vol. 221(1-2): 253-265.