

**PRA RANCANGAN
PABRIK ASAM AKRILAT
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON PER TAHUN**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Kinanthi Cahya Dewantari

NIM. 03031182126006

Raden Muhammad Firman Hidayat

NIM. 03031282126068

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Kinanthi Cahya Dewantari

NIM. 03031182126006

Raden Muhammad Firman Hidayat

NIM. 03031282126068

Indralaya, Juli 2025

Dosen Pembimbing Tugas Akhir,



Prof. Ir. Novia, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197311052000032003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Asam Akrilat Dengan Kapasitas 40.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Kinanthi Cahya Dewantari dan Raden Muhammad Firman Hidayat dihadapan Tim Penguji Sidang Akhir jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 17 Juli 2025. Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T.
NIP. 198208042012121001

()

2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197505112000122001

()

3. Ir. Rahmatullah, S.T., M.T.
NIP. 198905172015041002

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

Indralaya, Juli 2025
Pembimbing Tugas Akhir


Prof. Ir. Novia, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197311052000032003

HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

KINANTHI CAHYA DEWANTARI

03031182126006

RADEN MUHAMMAD FIRMAN H

03031282126068

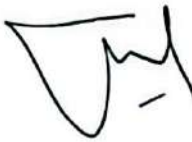
Judul:

“PRA RANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/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. Dr. Prahady Susmanto, S.T., M.T.

NIP. 198208042012121001

()

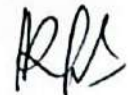
2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197505112000122001

()

3. Ir. Rahmatullah, S.T., M.T.

NIP. 198905172015041002

()

Indralaya, Juli 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Ir. Novia, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197311052000032003

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kinanthi Cahya Dewantari
NIM : 03031182126006
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Asam Akrilat Dengan Kapasitas 40.000
Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Raden Muhammad Firman Hidayat** 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.

Palembang, Juli 2025



Kinanthi Cahya Dewantari
03031182126006

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raden Muhammad Firman Hidayat
NIM : 03031282126068
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Asam Akrilat Dengan Kapasitas 40.000
Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Kinanthi Cahya Dewantari 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.

Palembang, Juli 2025



Raden Muhammad Firman H
03031282126068



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 Asam Akrilat dengan Kapasitas 40.000 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 Ir. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M. T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
 - 3) Ibu Ir. Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T. selaku Sektetaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
 - 4) Prof. Ir. Novia, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
 - 5) Seluruh dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
 - 6) Semua pihak, termasuk teman-teman, yang telah membantu, mulai dari tahap awal tugas akhir hingga penyusunan laporan.
- Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Indralaya, Juni 2025

Tim Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK ASAM AKRILAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Juli 2025

Kinanthi Cahya Dewantari dan Raden Muhammad Firman Hidayat;

Dibimbing oleh Prof. Ir. Novia, S.T., M.T., Ph.D.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik Asam Akrilat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2029 di Kecamatan Cipunagara, Kabupaten Subang, Jawa Barat, dengan luas lahan 4,6 hektar. Proses produksinya mengacu pada Patent US 2022/0251018 A1, menggunakan metode karbonilasi etilena dengan karbon monoksida yang dilanjutkan dengan tahap termolisis. Reaksi berlangsung dalam tiga tahap, yaitu: reaksi awal dalam *Continuous Stirred-Tank Reactor* (CSTR) pada suhu 70°C dan tekanan 60 atm, tahap kedua berupa polimerisasi dalam reaktor *plug flow* pada suhu 120°C dan tekanan 1 atm, serta tahap akhir berupa termolisis dalam reaktor *plug flow* pada suhu sekitar 300°C dan tekanan 1 atm. Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*, dipimpin oleh seorang direktur dan mempekerjakan 145 karyawan. Dari hasil analisis awal, pendirian pabrik ini dinilai layak karena berpotensi memenuhi aspek kelayakan ekonomi.

• <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	= US\$ 40.747.539,39
• Total Penjualan	= US\$ 88.889.700,82
• <i>Total Production Cost</i> (TPC)	= US\$ 49.597.173,34
• <i>Annual Cash Flow</i>	= US\$ 31.351.946,67
• <i>Pay Out Time</i>	= 1,5 tahun
• <i>Rate of Return on Investment</i> (ROR)	= 67,50%
• <i>Discounted Cash Flow</i> -ROR	= 76,80%
• <i>Break Event Point</i> (BEP)	= 21%
• <i>Service Life</i>	= 11 tahun

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERBAIKAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.2 Macam-Macam Proses Pembuatan	3
1.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia	6
BAB II PERENCANAAN PABRIK	11
2.1 Alasan Pendirian Pabrik	11
2.2 Penentuan Kapasitas Produksi	12
2.3 Pemilihan Proses	17
2.4 Pemilihan Bahan Baku	18
2.5 Uraian Proses.....	18
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PERALATAN PABRIK	21
3.1 Lokasi Pabrik.....	21
3.2 Tata Letak Pabrik	25
3.3 Luas Tanah	26
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	32
4.1 Neraca Massa	32
4.2 Neraca Panas	37
BAB V UTILITAS.....	45
5.1 Unit Penyediaan Air (<i>Water Treatment Plant</i>)	45
5.2 Unit Penyediaan Steam	50
5.3 Unit Penyedia Tenaga Listrik.....	51

5.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	54
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN.....	57
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	88
7.1 Bentuk Perusahaan	88
7.2 Struktur Organisasi.....	88
7.3 Manajemen Perusahaan.....	89
7.4 Sistem Kerja	93
7.5 Penentuan Jumlah Pekerja.....	94
BAB VIII ANALISA EKONOMI	99
BAB IX KESIMPULAN	110
DAFTAR PUSTAKA.....	111
LAMPIRAN.....	113

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat.....	5
Tabel 2. 1 Data Impor Asam Akrilat.....	12
Tabel 2. 2 Pertumbuhan Rata-Rata Impor Asam Akrilat di Indonesia	13
Tabel 2. 3 Proyeksi Pertumbuhan Rata-Rata Impor Asam Akrilat di Indonesia ..	14
Tabel 2. 4 Produksi asam akrilat di dunia.....	14
Tabel 2. 5 Konsumsi Asam Akrilat di Indonesia	15
Tabel 2. 6 Proyeksi Konsumsi Asam Akrilat di Indonesia	16
Tabel 2. 7 Proyeksi <i>Supply dan Demand</i> Asam Akrilat di Indonesia	16
Tabel 3. 1 Penggunaan Area Tanah.....	27
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Pendingin setiap Alat	46
Tabel 5. 2 Kebutuhan air domestik.....	49
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Keseluruhan	50
Tabel 5. 4 Daftar Peralatan yang menggunakan <i>Steam</i>	50
Tabel 5. 5 Tipe lampu dan nilai luminous efficacy.....	53
Tabel 5. 6 Total Kebutuhan Steam.....	56
Tabel 7. 1 Pembagian Jam Kerja Sistem Shift.....	94
Tabel 7. 2 Rincian Jumlah Pekerja	96
Tabel 8. 1 Tabel Penjualan Produk	100
Tabel 8. 2 Rincian Angsuran Pengembalian Modal	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Data Impor Asam Akrilat	13
Gambar 3. 1 Lokasi Pabrik	22
Gambar 3. 2 Tata Letak Peralatan Pabrik	28
Gambar 3. 3 Tata Letak Pabrik	30
Gambar 5. 1 Rincian Kebutuhan Air Domestik.....	48
Gambar 7. 1 Struktur Organisasi Perusahaan	98
Gambar 8. 1 Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	108

DAFTAR NOTASI

1. Accumulator

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

2. Heat Exchanger (Condenser, Cooler, Heater, Reboiler)

W, w	: Laju alir massa di shell, tube, kg/jam
T_1, t_1	: Temperatur masuk shell, tube, °C
T_2, t_2	: Temperatur keluar shell, tube, °C
Q	: Beban panas, kW
U_o	: Koefisien overall perpindahan panas, W/m ² .°C
ΔT_{lm}	: Selisih log mean temperatur, °C
A	: Luas area perpindahan panas, m ²
ID	: Diameter dalam tube, m
OD	: Diameter luar tube, m

L	: Panjang tube, m
p_t	: Tube pitch, m
A_o	: Luas satu buah tube, m^2
N_t	: Jumlah tube, buah
V, v	: Laju alir volumetrik shell, tube, m^3/jam
u_t, U_s	: Kelajuan fluida shell, tube, m/s
D_b	: Diameter bundel, m
D_s	: Diameter shell, m
N_{RE}	: Bilangan Reynold
N_{PR}	: Bilangan Prandtl
N_{NU}	: Bilangan Nusselt
h_i, h_o	: Koefisien perpindahan panas shell, tube, $W/m^2.^{\circ}C$
I_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

3. Kompresor

BHP	: Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP
k	: Konstanta Kompresi
n	: Jumlah stage
η	: Efisiensi kompresor
P_{IN}	: Tekanan masuk, bar
P_{OUT}	: Tekanan keluar, bar
T_1	: Temperatur masuk kompresor, °C
T_2	: Temperatur keluar kompresor, °C
P_w	: Power kompresor, HP
Q	: Kapasitas kompresor, lb/menit
R_c	: Rasio kompresi
W	: Laju alir massa, lb/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

4. Kolom Destilasi

A_a	: Active area, m ²
A_d	: Downcomer area, m ²
A_{da}	: Luas aerasi, m ²
A_h	: Hole area, m ²
A_n	: Net area, m ²
A_t	: Tower area, m ²
Cc	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter kolom, m

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

5. Pompa

A	: Area alir pipa, in ²
BHP	: Brake Horse Power, HP
D_{opt}	: Diameter optimum pipa, in
f	: Faktor friksi

g	: Percepatan gravitasi ft/s^2
g_c	: Konstanta percepatan 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

C_c : Tebal korosi maksimum, in

C_{AO} : Konsentrasi awal umpan, kmol/m^3

D_p : Diameter katalis, m

D_S : Diameter shell, m

D_T : Diameter tube, in

F_{AO} : Laju alir umpan, kmol/jam

H_R : Tinggi shell reaktor, m

H_T : Tinggi tube, m

k : Konstanta kecepatan reaksi, $\text{m}^3/\text{kmol.s}$

N_t : Jumlah tube, buah

P : Tekanan operasi, bar

τ : Waktu tinggal, jam

p_t : Tube pitch, in

S : Tegangan kerja yang diizinkan, psi

t : Tebal dinding reaktor, cm

V_k : Volume katalis, m^3

V_T : Volume reaktor, m^3

ρ, ρ_k : Densitas fluida, katalis, kg/m^3

R : Konstanta gas ideal, $8,314 \text{ kJ/kmol.K}$

σ_A : Diameter molekul, cm

M : Berat molekul, kg/kmol

E_A	: Energi aktivasi, kJ/kmol
V_E	: Volume ellipsoidal, m^3
H_S	: Tinggi silinder, m
h	: Tinggi tutup
H_T	: Tinggi total tanki, m
H_L	: Tinggi liquid, m
H_i	: Tinggi impeller, m
D_i	: Diameter impeller, m
W_b	: Lebar Baffle, m
g	: Lebar baffle pengaduk, m
r	: Panjang blade pangaduk, m
r_b	: Posisi baffle dari dinding tanki, m

7. 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

9. Knock Out Drum

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

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 NERACA MASSA.....	113
LAMPIRAN 2 NERACA PANAS.....	164
LAMPIRAN 3 SPESIFIKASI PERALATAN.....	225
LAMPIRAN 4 ANALISA EKONOMI.....	408
LAMPIRAN 5 TUGAS KHUSUS	427

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1 Pendahuluan

Perkembangan ekonomi di Asia Tenggara saat ini berada dalam fase yang dinamis dan penuh peluang, di tengah tantangan global yang terus berubah. Kawasan ini tidak hanya menjadi pusat pertumbuhan ekonomi, tetapi juga menyaksikan transformasi industri yang signifikan. Negara-negara di kawasan ini berlomba untuk meningkatkan kualitas di berbagai bidang kehidupan, termasuk industri. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang, berkomitmen untuk memperkuat kualitas industri dalam negeri, khususnya di sektor industri kimia yang memiliki potensi besar. Menurut Dr. Rudi Hartono, seorang pakar industri dari Universitas Gadjah Mada, industri kimia berperan krusial dalam mengubah bahan mentah menjadi produk yang tidak hanya digunakan di sektor lain, tetapi juga memenuhi kebutuhan masyarakat secara langsung.

Salah satu bahan kimia yang memiliki prospek signifikan untuk dikembangkan adalah asam akrilat. Asam akrilat adalah bentuk sederhana dari asam karboksilat yang tidak jenuh. Dalam nomenklatur IUPAC, senyawa ini dikenal sebagai asam propenoat dengan rumus kimia CH_2CHCOOH . Asam akrilat merupakan bahan kimia yang sangat penting karena berfungsi sebagai *intermediate* dalam sintesis berbagai senyawa kimia lainnya dan memiliki aplikasi yang sangat luas. Senyawa ini digunakan dalam pembuatan ester akrilik, polimer akrilik, serta berbagai turunan lainnya. Selain itu, asam akrilat juga berperan dalam industri pelapis, perekat, aditif plastik, surfaktan, flokulan, tekstil, kosmetik, dan cat. Kegunaan lain yang semakin berkembang adalah dalam produksi bahan baku untuk *Super Absorbent Polymer* (SAP), yang banyak digunakan dalam produk seperti popok sekali pakai dan produk perawatan kesehatan. Dengan kemampuannya untuk menyerap dan menahan cairan, SAP menjadi komponen penting dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang pertanian untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Kebutuhan bahan kimia dasar yang mendorong Indonesia memproduksi bahan-bahan kimia yang sangat diperlukan pemakainya di dalam negeri, karena selama ini Indonesia masih mendatangkan bahan-bahan tersebut dari luar negeri.

Menurut data terbaru dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, pada tahun 2022, total impor asam akrilat mencapai 9.500 ton, menunjukkan peningkatan permintaan yang signifikan. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia memprioritaskan pembangunan pabrik kimia yang tidak hanya fokus pada peningkatan kapasitas produksi, tetapi juga pada penerapan teknologi ramah lingkungan dan praktik berkelanjutan, sehingga dapat mendorong pertumbuhan industri lain dan menjadikan Indonesia sebagai pemain utama industri global.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Sejarah perkembangan asam akrilat pertama kali diproduksi pada 1847 melalui metode oksidasi akrolein dengan memanfaatkan udara. Proses ini menandai awal dari pengembangan senyawa kimia yang kini memiliki banyak aplikasi industri. Produksi asam akrilat secara komersial dimulai pada tahun 1920, dan hanya dalam waktu lima tahun, tepatnya pada tahun 1925, produksi ini telah dilakukan secara massal untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat. Pada tahun 1928, seorang ilmuwan bernama *Walter Reppe* memperkenalkan metode baru untuk memproduksi asam akrilat melalui rute asetilen. Metode ini melibatkan reaksi antara nikel karbonil (NiCO_4) dengan asetilena (C_2H_2) dan air (H_2O), yang memungkinkan produksi asam akrilat dengan cara yang lebih efisien. Kemudian, pada tahun 1976, perusahaan Rohm dan Hass melakukan modifikasi terhadap metode tersebut, menghasilkan proses oksidasi propilen yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

Dalam proses pembuatan asam akrilat, penggunaan katalis sangat penting untuk meningkatkan efisiensi reaksi. Katalis yang umum digunakan adalah nikel bromida, yang dapat mencapai tingkat konversi hingga 85%. Selain itu, ada juga katalis palladium yang memiliki tingkat konversi lebih rendah, berkisar antara 30-70%. Namun, katalis molibdenum oksida menunjukkan performa yang sangat baik dalam proses oksidasi propilen, dengan tingkat konversi yang sangat tinggi, mencapai 98,5%.

Perkembangan industri asam akrilat di Indonesia dimulai pada tahun 1996 dengan didirikannya PT. Nippon Shokubai di kawasan industri Cilegon, Banten. Perusahaan ini memiliki kapasitas produksi asam akrilat sebesar 240.000 ton per tahun, menjadikannya salah satu produsen utama di dalam negeri. Secara global,

asam akrilat diproduksi di berbagai negara, termasuk Amerika Serikat, China, Rusia, Belgia, Jerman, Prancis, dan Meksiko, yang menunjukkan pentingnya senyawa ini dalam industri kimia internasional. Perusahaan *Dow Chemical* di Texas, Amerika Serikat saat ini memegang rekor sebagai produsen terbesar dengan kapasitas mencapai 410.000 ton per tahun. Meskipun Indonesia telah memiliki pabrik asam akrilat, kebutuhan domestik masih bergantung pada impor dari negara-negara tersebut, mengindikasikan bahwa pasar lokal belum sepenuhnya mandiri dalam memenuhi permintaan.

Seiring berjalannya waktu, pemanfaatan asam akrilat semakin meluas, dan saat ini senyawa ini dianggap sebagai bahan kimia yang sangat penting. Asam akrilat berfungsi sebagai bahan baku untuk berbagai produk, termasuk polimer, pelapis, perekat, dan aditif plastik. Dengan meningkatnya permintaan akan produk-produk ini, penting bagi Indonesia untuk terus mengembangkan kapasitas produksi asam akrilat agar dapat memenuhi kebutuhan lokal dan mengurangi ketergantungan pada impor. Inisiatif ini tidak hanya akan mendukung pertumbuhan industri dalam negeri, tetapi juga berkontribusi pada perekonomian nasional secara keseluruhan.

1.2 Macam-Macam Proses Pembuatan

1.3.1. Rute Asetilen

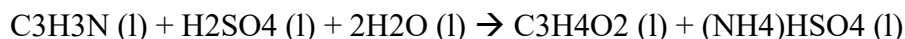
Proses ini diterapkan dalam pembuatan asam akrilat sejak tahun 1928. Penemuan ini dilakukan oleh *Walter Reppe*, yang memisahkan nikel klorida dan mengembalikannya ke dalam reaksi sintesis nikel karbonil. Hasil dari proses ini adalah asam akrilat, dengan asam propionat sebagai produk samping.

Reaksi :



1.3.2. Hidrolisis Asam Sulfat dan Akrilonitril

Proses ini adalah hidrolisis yang melibatkan asam sulfat dan akrilonitril yang direaksikan dengan air pada suhu 100°C, menghasilkan asam akrilat dan amonium bisulfat sebagai produk samping. Hasil yang diperoleh dari proses ini berkisar antara 85-90%, meskipun bahan baku yang digunakan tergolong mahal. Reaksi yang berlangsung dalam proses ini adalah sebagai berikut.

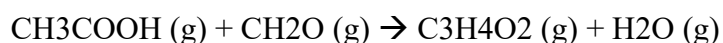


1.3.3. Reaksi Antara Etilen Oksida dan Hidrogen Sianida

Proses ini melibatkan reaksi antara hidrogen sianida dan etilen oksida dengan menggunakan katalis basa berupa larutan kaustik soda dan dietilamin. Reaksi berlangsung pada suhu sekitar 55-60°C, kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis dan esterifikasi secara bersamaan dalam fase cair pada suhu 150°C. Hasil dari proses ini mencapai yield sebesar 60-80%, dengan produk samping berupa ammonium sulfat sebesar 85%.

1.3.4. Kondensasi Asam Asetat dan Formaldehida

Proses ini dilakukan dengan cara reaksi kondensasi aldol antara asam asetat dan formaldehida, yang dibantu oleh katalis untuk menghasilkan asam akrilat. Reaksi yang berlangsung dalam proses ini adalah sebagai berikut.



1.3.5. Karbonilasi Oksidatif Etilen

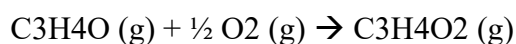
Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah etilen dan karbon monoksida, yang bereaksi dalam fase cair. Reaksi berlangsung pada suhu antara 70-150°C dengan tekanan 60 atm. Katalis yang digunakan dalam proses ini adalah kobalt. Hasil dari proses ini juga menghasilkan produk samping berupa asam β -propiolactone.

1.3.6. Oksidasi Propilen

Proses ini berlangsung dalam dua tahap reaksi, yaitu oksidasi propilen menjadi akrolein dan oksidasi akrolein menjadi asam akrilat. Tahap oksidasi propilen dilakukan pada suhu antara 300-350°C dan tekanan 1-3 bar, dengan tingkat konversi mencapai 90-95%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

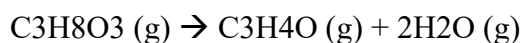


Tahap oksidasi akrolein berlangsung pada suhu antara 250-280°C dengan tekanan 1-2 bar, menghasilkan tingkat konversi sebesar 95-97%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

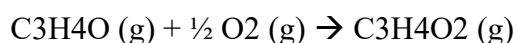


1.3.7. Dehidrasi Gliserol-Oksidasi Akrolein

Proses ini juga berlangsung dalam dua tahap reaksi, yaitu dehidrasi gliserol menjadi akrolein dan oksidasi akrolein menjadi asam akrilat. Dehidrasi gliserol dilakukan pada suhu antara 250-350°C dan tekanan 1-5 bar, menggunakan katalis boron fosfat. Reaksi yang terjadi adalah :



Tahap oksidasi akrolein dilaksanakan pada suhu antara 250-320°C dan tekanan 1-5 bar, menggunakan katalis molibdenum-vanadium oksida. Hasil asam akrilat dari proses ini mencapai 99,7%. Reaksi yang berlangsung adalah :



Tabel 1. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Akrilat

No	Rute Produksi	Bahan baku	Kondisi Operasi	Produk Samping	Keunggulan/kekurangan
1	Karbonilasi Etilen Oksida	Etilen Oksida + CO ~ Katalis Cobalt	70°C, ~60 atm, fase cair	β-Propiolakton (bisa dimanfaatkan)	- Bahan baku sederhana, - Produk sangat murni, - Ramah lingkungan
2	Asetilen (Walter Reppe)	Asetilen + Ni(CO) ₄ ~ Katalis Nikel karbonil	-	Asam Propionat	Proses lama, bahan baku berbahaya
3	Hidrolisis Akrilonitril	Akrilonitril + H ₂ SO ₄	100°C	Amonium bisulfat	Yield tinggi tapi bahan mahal dan korosif
4	Reaksi EO + HCN	EO + HCN + Dietilamin ~ Katalis NaOH	55–150°C	Amonium sulfat	Tahapan banyak, hasil samping besar

5	Kondensasi Asam Asetat + Formaldehida	CH_3COOH + CH_2O	Gas, suhu sedang	Air	Reaksi sederhana tapi kurang efisien
6	Oksidasi Propilen	Propilen + O_2 ~ Katalis Mo-V-O, Bi-Mo-O	250– 350°C, 1– 3 bar	Air	Industri skala besar, tapi emisi tinggi
7	Dehidrasi Gliserol + Oksidasi Akrolein	Gliserol → Akrolein → GAA ~ Katalis BPO & Mo- V-O	250– 350°C, 1– 5 bar	Air	Proses ramah lingkungan tapi mahal dan kompleks

1.3 Sifat Fisika dan Sifat Kimia

1.3.1 Etilen Oksida

Sifat Fisika

Rumus Molekul	: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 44 g/mol
Titik Didih	: 283,85 K
Titik Lebur	: 161,45 K
Temperatur Kritis	: 469,15 K
Tekanan Kritis	: 71,94 bar

Sifat Kimia

Etilen oksida muncul sebagai gas bening tak berwarna dengan bau halus yang dapat berpolimerisasi secara eksotermis jika dipanaskan atau terkontaminasi. Jika polimerisasi terjadi di dalam wadah, wadah dapat pecah dengan keras. Uap sangat beracun. Uap mengiritasi mata, kulit, dan sistem pernapasan. Kontak dengan kulit

dalam waktu lama dapat menyebabkan luka bakar yang tertunda. Digunakan untuk membuat bahan kimia lain, sebagai fumigan dan sterilisasi industri.

(Yaws, 1999)

1.3.2 Karbon Monoksida

Sifat Fisika

Rumus Molekul	: CO
Wujud	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 28 kg/kmol
Titik Didih	: 81,7 K
Titik Lebur	: 68,15 K
Temperatur Kritis	: 132,92 K
Tekanan Kritis	: 34,99 bar

Sifat Kimia

Gas beracun yang bersifat mudah terbakar serta tidak berwarna dan tidak berbau. Senyawa ini banyak digunakan pada sintesis organik dan bahan bakar. Kontak terlalu lama dengan karbon monoksida sangat dihindari karena dapat mengakibatkan kematian. Kontak dengan panas yang lama akan menyebabkan wadah penyimpanannya meledak

(Yaws, 1999)

1.3.3 Tetrahidrofur

Sifat Fisika

Rumus Molekul	: C ₄ H ₈ O
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna

Berat Molekul	: 72,10 g/kmol
Titik Didih	: 338 K
Titik Lebur	: 164,65 K
Temperatur Kritis	: 540,15 K
Tekanan Kritis	: 51,88 bar

Sifat Kimia

Tetrahidrofuran (THF) adalah senyawa organik dengan rumus kimia C_4H_8O yang memiliki sifat kimia yang menarik dan multifungsi. Sebagai pelarut polar aprotik, THF sangat efektif dalam melarutkan berbagai senyawa organik, termasuk garam, sehingga sering digunakan dalam reaksi kimia dan sintesis organik. Senyawa ini dapat mengalami reaksi pembukaan cincin di bawah kondisi asam atau basa, menghasilkan produk yang lebih kompleks. Dengan berbagai sifat reaktivitas dan kemampuannya dalam berinteraksi dengan senyawa lain, THF menjadi komponen penting dalam banyak aplikasi kimia.

(Yaws, 1999)

1.3.4 β -propiolakton

Sifat Fisika

Rumus Molekul	: $CH_2CH_2CO_2$ ($C_3H_4O_2$)
Wujud	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Berat Molekul	: 72 g/kmol
Titik Didih	: 435,15 K
Titik Lebur	: 239,75 K
Temperatur Kritis	: 686 K
Tekanan Kritis	: 69,1 bar

Sifat Kimia

Sifat kimia β -propiolakton menjadikan sebagai agen alkilasi yang kuat, mampu bereaksi dengan berbagai nukleofil seperti protein dan DNA, sehingga sering digunakan sebagai disinfektan dan agen sterilisasi. Namun, penggunaannya dibatasi karena sifatnya yang karsinogenik dan toksis. Senyawa ini juga bersifat higroskopis, mudah menyerap air dari lingkungan, sehingga dalam kondisi basah atau lembap akan cepat terhidrolisis menjadi asam 3-hidroksipropionat. Karena potensi bahayanya, β -propiolakton perlu ditangani dengan hati-hati dan disimpan di tempat kering serta pada suhu terkontrol.

(Yaws, 1999)

1.3.5 Asam Akrilat

Sifat Fisika

Rumus Molekul : $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$)

Wujud : *Liquid*

Warna : Tidak berwarna

Berat Molekul : 72 g/kmol

Titik Didih : 414,15 K

Titik Lebur : 286,65 K

Temperatur Kritis : 615 K

Tekanan Kritis : 56,6 bar

Sifat Kimia

Asam akrilat bersifat mudah terbakar, korosif, menyebabkan iritasi jika terkena atau terhirup serta berbahaya jika dibuang sembarangan ke lingkungan. Asam akrilat bersifat sangat reaktif jika bereaksi dengan asam kuat dan oksigen. Asam akrilat bisa bercampur dengan air, etanol, dan etil eter. Asam akrilat akan larut di dalam aseton, benzena, dan etilen glikol.

(Yaws, 1999)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistika. 2024. *Data Ekspor dan Impor Bahan Industri*. (Online). https://www.bps.go.id/all_newtemplate.php. (Diakses pada tanggal 24 Desember 2024).
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Konseversi Energi Sistem Pencahayaan*. (Online). <https://www.philips.co.id/id/c-p/8727900808575/lampu-linier-halogen/spesifikasi>. (Diakses pada tanggal 15 Mei 2025).
- Coulson & Richardson. 1993. *Chemical Engineering Volume 6 3th Edition*. Elsevier: Buttenworth - Heinemann.
- Deckwer, W. D., 1993. *Bubble Column Reactors*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Felder, R. M., dan Rousseau, R. W. 1978. *Elementary Principles of Chemical Processes 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- Fogler, H. S. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. 1990. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Frey, H. M., & Pidgeon, I. M. (1985). Thermal unimolecular decomposition of β -propiolactone (oxetan-2-one). *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1: Physical Chemistry in Condensed Phases*, 81(4), 1087–1094. <https://doi.org/10.1039/f19858101087>
- Frontmen, G. F., dkk. 2011. *Chemical Reactor Analysis and Design 3th edition*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operations 3th edition*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Holland, F. A., and Chapman, F. S. 1966. *Liquid Mixing and Processing in Stirred Tank*. New York: Reinhold Publishing Corporation.
- Ismail, S. 1996. *Alat Industri Kimia*, Cetakan Ketiga. Palembang: Penerbit Unsri.
- Kato, R., Nagato, S., & Omori, Y. (1966). Production of β -propiolactone. *United States Patent No. 3,293,266*. U.S. Patent and Trademark Office.
- Kern, D. Q. 1957. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw-Hill International Edition.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering 2nd Edition*. New York: John Wiley and Sons.

- McCabe, W. L. et al. 2005. *Unit Operation of Chemical Engineering 7th Edition*. Mc Graw Hill.
- Parwatha, I. G. J., Kusuma, C., Indaryanto, M. 2022 Analisa Ekonomi Pemanfaatan Gas LNG Sebagai Bahan Bakar Penggerak Kapal Ferry. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*. Vol. 3(5), Hal 119-126. <https://doi.org/10.7777/jiemar>.
- Perry, R. H., Green, D. W., dan Maloney, J. O. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. New York: McGraw-Hill Company.
- Peter, M. S., dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economics For Chemical Engineers 4th Edition Volume IV*. New York: McGraw-Hill Company.
- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbot, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass-Transfer Operation*. New York: McGraw-Hill.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003. *Ketenagakerjaan*. (Online). <https://www.dpr.go.id/dokjdih/document/uu/196.pdf>. (Diakses pada tanggal 22 Juni 2025).
- US Patent No. 0251018 A1. 2022. *PRODUCTION SYSTEM / PRODUCTION PROCESS FOR ACRYLIC ACID AND PRECURSORS THEREOF*.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering.
- Winkle, V. 1967. *Distillation*. New York: Mc Graw-Hill, Co.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill.