

**PRA RANCANGAN PABRIK
PEMBUATAN 1,4-CYCLOHEXANEDIMETHANOL
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

Oleh:

Yoga Purnama	03031282126031
Khalistha Afifah Surya Darma	03031282126077

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2025

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN 1,4-
CYCLOHEXANEDIMETHANOL
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

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

Yoga Purnama	03031282126031
Khalistha Afifah Surya Darma	03031282126077

NIP. 197503261999032002

Ketua Jurusan Teknik



Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T.,
NIP. 19750201200012

NIP. 197502012000122001

NIP. 197502012000122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol Kapasitas 100.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh Yoga Purnama dan Khalistha Afifah Surya Darma dihadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 September 2025.

Palembang, September 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

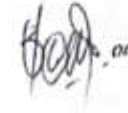
1. Prof. Dr. Ir. Hj. Susila Arita R., DEA.

NIP. 196010111985032002

()

2. Ir. Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng.

NIP. 199001272025062001

()

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

NIP. 197505112000122001

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia

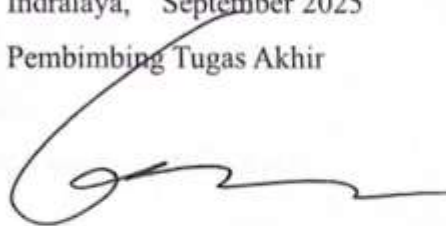


Dr. Ir. Tutu Indah Sari, S.T., M.T., IPM.

NIP. 197502012000122001

Indralaya, September 2025

Pembimbing Tugas Akhir

()

Dr. Ir. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.

NIP. 197503261999032002

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

YOGA PURNAMA

03031282126031

KHALISTHA AFIFAH SURYA DARMA

03031282126077

Judul :

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN 1,4- CYCLOHEXANEDIMETHANOL KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

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

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

NIP. 196010111985032002

()

2. Ir. Bazlina Dawami Afrah, S.T., M.T., M.Eng.

NIP. 199001272025062001

()

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

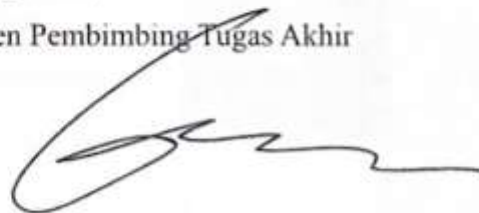
NIP. 197505112000122001

()

Palembang, September 2025

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.

NIP. 197503261999032002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yoga Purnama
NIM : 03031282126031
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik 1,4-Cyclohexanedimethanol
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner saya atas nama **Yoga Purnama** didampingi oleh 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, September 2025



Yoga Purnama

NIM. 03031282126031



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khalistha Afifah Surya Darma
NIM : 03031282126077
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik 1,4-Cyclohexanedimethanol
Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner saya atas nama **Khalistha Afifah Surya Darma** didampingi oleh 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, September 2025



Khalistha Afifah Surya Darma

NIM. 03031282126077



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan 1,4-*Cyclohexanedimethanol* Kapasitas 100.000 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 dapat diselesaikan dengan baik dikarenakan penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, yang dalam kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

- 1) Ibu Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 2) Ibu Dr. Ir. Fitri Hadiyah, S.T., M.T., IPM., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Ibu Dr. Ir. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing tugas akhir.
- 4) Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Seluruh staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 6) Orang tua dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran, serta dukungan yang terbaik.

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

Palembang, September 2025

Penulis

RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN 1,4-CYCLOHEXANEDIMETHANOL KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, September 2025

Yoga Purnama dan Khalistha Afifah Surya Darma; Dibimbing oleh Dr. Ir. Hj. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan bahan *1,4-cyclohexanedimethanol* dengan kapasitas 100.000 ton/tahun direncanakan untuk beroperasi pada tahun 2030 di Warnasari, Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon, Provinsi Banten yang diperkirakan memiliki luas area seluas 45,5 ha. Proses pembuatan senyawa ini mengacu kepada paten dengan nomor WO2024140390A1. Bahan baku yang digunakan yaitu *Dimethyl Terephthalate* (DMT) dan hidrogen. Reaksi terjadi pada dua reaktor dengan jenis *trickle bed reactor* (165°C, 118,4 atm) dan *trickle bed reactor* (200°C, 118,4 atm). Pabrik produksi *1,4-Cyclohexanedimethanol* ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh direktur. Sistem organisasi perusahaan ini adalah *line and staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 270 orang. Pabrik ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi:

- *Total Capital Investment* (TCI) = US\$ 1.260.802.267,5775
- Total Penjualan = US\$ 933.902.681,7972
- *Total Production Cost* (TPC) = US\$ 494.973.766,9202
- *Annual Cash Flow* = US\$ 382.729.327,0118
- *Pay Out Time* = 3,34 tahun
- *Rate of Return on Investment* (ROR) = 22,63%
- *Discounted Cash Flow-ROR* = 31,94%
- *Break Even Point* (BEP) = 33,46%
- *Service Life* = 11 tahun

Kata kunci : *1,4-Cyclohexanedimethanol, Trickle Bed Reactor, Perseroan Terbatas*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERBAIKAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS DAN PLAGIARISME	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PEMBAHASAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol.....	2
1.4. Sifat Fisik dan Kimia.....	3
BAB II PERENCANAAN PABRIK.....	7
2.1 Alasan Pendirian Pabrik	7
2.2 Penentuan Kapasitas Produksi.....	7
2.3 Pemilihan Bahan Baku	11
2.4. Pemilihan Proses	11
2.5. Uraian Proses.....	16
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	18
3.1. Lokasi Pabrik.....	18
3.2. Tata Letak Pabrik	21
3.3. Perkiraan Luas Pabrik	22
3.4. Pertimbangan Tata Letak Peralatan.....	23
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	26
4.1. Neraca Massa	26
4.2. Neraca Panas	34
BAB V UTILITAS	43

5.1.	Unit Pengadaan Steam.....	43
5.2.	Unit Pengadaan Air	44
5.3.	Unit Pengadaan Listrik.....	48
5.4.	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	50
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		52
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN		93
7.1.	Struktur Organisasi.....	93
7.2.	Manajemen Perusahaan	93
7.3.	Kepegawaian	93
7.4.	Peraturan Pekerjaan	94
7.5.	Waktu Kerja	94
7.4.	Penentuan Jumlah Pekerja.....	95
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....		100
8.1.	Keuntungan (Profitabilitas)	101
8.2.	Lama Waktu Pengembalian Modal	102
8.3.	Total Modal Akhir.....	104
8.4.	Laju Pengembalian Modal.....	106
8.5.	Break Even Point (BEP).....	107
BAB IX KESIMPULAN.....		109
DAFTAR PUSTAKA		110
LAMPIRAN		112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Data Kebutuhan CHDM di Indonesia.....	8
Tabel 2.2. Data Kebutuhan CHDM di Asia Tenggara dan Sekitarnya	8
Tabel 2.3. Perbandingan Proses Pembuatan CHDM	11
Tabel 5.1. Kebutuhan Utilitas	43
Tabel 5.2. Peralatan dengan Kebutuhan Steam 250°C dan 320°C.....	43
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Pendingin	44
Tabel 5.4. Kebutuhan Air Domestik	47
Tabel 5.5. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik	47
Tabel 5.6. Kebutuhan Listrik Peralatan	48
Tabel 5.7. Kebutuhan Bakar Bakar.....	51
Tabel 7.1. Pembagian Jam Kerja Pekerja Shift	95
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan	97
Tabel 7.3. Struktur Organisasi Perusahaan	99
Tabel 8.1. Tabel Penjualan Produk	101
Tabel 8.2. Rincian Angsuran Pengembalian Modal	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Flowsheet Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol	18
Gambar 3.1. Peta Lokasi Pabrik 1,4-Cyclohexanedimethanol di Cilegon	18
Gambar 3.2. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT. Putra Sinar Gas	19
Gambar 3.3. Peta Jarak Antara Lokasi Pabrik dan PT. Karo Logam.....	19
Gambar 3.4. Tata Letak pabrik Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol	22
Gambar 3.5. Ruang Tata Rencana	24
Gambar 3.6. Tata Letak Alat Pabrik Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol...	24
Gambar 8.1. Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP)	107
Gambar 8.2. Kesimpulan Analisis Ekonomi	108

DAFTAR NOTASI

1. ACCUMULATOR

Cc	: Tebal korosi maksimum, in
Ej	: Efisiensi pengelasan
ID	: <i>Inside Diameter</i> , m
OD	: <i>Outside Diameter</i> , 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
ρ	: Densitas, kg/m ³

2. COOLER, CONDENSOR, HEATER, REBOILER

A	: Area perpindahan panas, ft ²
C	: <i>Clearance</i> antar <i>tube</i> , in
De	: Diameter ekivalen, in
f	: friksi, ft ² /in ²
Ga	: Laju alir massa fluida pada <i>shell</i> , lb/jam.ft ²
Gp	: Laju alir massa fluida pada <i>tube</i> , lb/jam.ft ²
g	: Percepatan gravitasi, m/s ²
h	: Koefisien perpindahan panas, Btu/jam.ft ² .°F
hi,hio	: Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar <i>tube</i> , Btu/jam.ft ² .°F
Jh	: Faktor perpindahan panas
k	: Konduktivitas termal, Btu/jam.ft ² .°F
L	: Panjang <i>tube</i> , pipa, ft
LMTD	: <i>Logaritmic Mean Temperature Difference</i> , °F

N_t	: Jumlah <i>tube</i>
ΔP_a	: Penurunan tekanan pada <i>shell</i> , Psi
ΔP_p	: Penurunan tekanan <i>tube</i> , Psi
ID	: <i>Inside Diameter</i> , ft
OD	: <i>Outside Diameter</i> , ft
Q	: Beban panas pada <i>heat exchanger</i> , Btu/jam
R_d	: <i>Dirt factor</i> , Btu/jam.ft ² .°F
R_e	: Bilangan <i>Reynold</i> , <i>dimensionless</i>
s	: <i>Specific gravity</i>
T_1, T_2	: Temperatur fluida panas <i>inlet, outlet</i> , °F
t_1, t_2	: Temperatur fluida dingin <i>inlet, outlet</i> , °F
T_c	: Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t_c	: Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
U_c, U_d	: <i>Clean overall coefficient, design overall coefficient</i> , Btu/jam.ft ² .°F
W_1	: Laju alir massa fluida, lb/jam
W_2	: Laju alir massa fluida, lb/jam
μ	: Viskositas, cP

3. KOMPRESOR

W	: Laju alir massa, lb/jam
Q	: <i>Volumetric Flowrate</i> , ft ³ /min
P _w	: <i>Power</i> kompresor, HP
R _c	: Rasio kompresor

4. KOLOM DISTILASI

P	: Tekanan, atm
T	: Temperatur, °C
α	: Volatilitas relatif
N _m	: <i>Stage</i> minimum
L/D	: <i>Refluks</i>
N	: <i>Stage/tray</i>
m	: <i>Rectifying section</i>

p	: <i>Stripping section</i>
F _{LV}	: <i>Liquid-vapor flow factor</i>
U _f	: <i>Kecepatan flooding, m/s</i>
U _v	: <i>Laju volumetrik, m³ /s</i>
A _n	: <i>Net area, m²</i>
A _c	: <i>Luas area kolom, m²</i>
D _c	: <i>Diameter kolom, m</i>
A _d	: <i>Downcomer area, m²</i>
A _a	: <i>Active area, m²</i>
l _w	: <i>Weir length, m</i>
A _h	: <i>Hole area, m²</i>
h _w	: <i>Weir height, mm</i>
d _h	: <i>Hole diameter, mm</i>
L _m	: <i>Liquid rate, kg/s</i>
h _{ow}	: <i>Weir liquid crest, mm Liquid</i>
U _h	: <i>Minimum design vapor velocity, m/s</i>
C _o	: <i>Orifice coefficient</i>
h _d	: <i>Dry plate drop, mm Liquid</i>
h _r	: <i>Residual Head, mm Liquid</i>
h _t	: <i>Total pressure drop, mm Liquid</i>
h _{ap}	: <i>Downcomer pressure loss, mm</i>
A _{ap}	: <i>Area under apron, m²</i>
H _{dc}	: <i>Head loss in the downcomer, mm</i>
h _b	: <i>Backup Downcomer, m</i>
t _r	: <i>Check resident time, s</i>
θ	: <i>Sudut subtended antara pinggir plate dengan unperforated strip</i>
L _m	: <i>Mean length, unperforated edge strips, m</i>
A _{up}	: <i>Area of unperforated edge strip, m²</i>
L _{cz}	: <i>Mean length of calming zone, m</i>
A _{cz}	: <i>Area of calming zone, m²</i>
A _p	: <i>Total area perforated, m²</i>
A _{oh}	: <i>Area untuk 1 hole, m²</i>

t	: Tebal dinding, cm
D	: Diameter kolom, m
r	: Jari-jari kolom, m
S	: Tekanan kerja yang diizinkan, atm
Cc	: Korosi yang diizinkan, m
Ej	: Efisiensi pengelasan
OD	: Diameter luar, m
ID	: Diameter dalam, m
ρ	: Densitas, kg/m ³
μ	: Viskositas, N.s/m ²
He	: Tinggi tutup elipsoidal, m
Ht	: Tinggi vessel, m

5. POMPA

A	: Area alir pipa, in ²
BHP	: <i>Brake Horse Power</i> , hp
Di _{opt}	: Diameter optimum pipa, in
E	: <i>Equivalent roughness</i>
f	: Faktor friksi
FK	: Faktor keamanan
g _c	: Percepatan gravitasi, ft/s ²
H _{f suc}	: Total friksi pada <i>suction</i> , ft
H _{f dis}	: Total friksi pada <i>discharge</i> , ft
H _{fs}	: <i>Skin friction loss</i>
H _{fsuc}	: <i>Total suction friction loss</i>
H _{fc}	: <i>Sudden contraction friction loss</i> (ft lbm/lbf)
H _{fe}	: <i>Sudden expansion friction loss</i> (ft lbm/lbf)
ID	: <i>Inside</i> diameter pipa, in
K _C , K _S	: <i>Contraction, expansion loss contraction</i> , ft
L	: Panjang pipa, ft
L _e	: Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	: <i>Net Positive Suction Head</i> (ft)

N_{Re}	: <i>Reynold number, dimension less</i>
P_{uap}	: Tekanan uap, Psi
Q_f	: Laju alir volumetrik, gallon/min
V_f	: Kapasitas pompa, lb/jam
V	: Kecepatan alir, ft/s
ΔP	: Beda tekanan, Psi

6. REAKTOR

Q_f	: Laju volumetrik, m^3/jam
T	: Temperatur reaksi, K
E	: Energi aktivasi, kJ/kmol
R	: Konstanta gas ideal, kJ/kmol.K
k_{ref}	: Konstanta reaksi pada suhu referensi
k_i	: Konstanta reaksi
C	: Konsentrasi reaktan, $kmol/m^3$
C_p	: Kapasitas panas, kJ/kmol
X	: Konversi, %
F	: Mol input, kmol
ΔH_{rx}	: Entalpi reaksi, kJ/kmol
r	: Laju reaksi, $kmol/m^3$
H_s	: Tinggi silinder, m
h	: Tinggi <i>ellipsoidal head</i> , m
H_R	: Tinggi total reaktor, m
H_{liq}	: Tinggi cairan, m
H_K	: Tinggi volume kosong, m
V_h	: Volume <i>head</i> reaktor, m^3
V_{TR}	: Volume total reaktor, m^3
V_K	: Volume katalis, m^3
W	: Berat katalis, kg
Φ_B	: Parameter asosiasi cairan
ρ	: Densitas, kg/m^3
σ	: Diameter molekul, cm

D	: Difusivitas, cm^2/s
th	: Ketebalan <i>ellipsoidal head</i> , in
t	: Ketebalan dinding silinder, in
P	: Tekanan dalam, psig
ΔP	: <i>Pressure drop</i> , bar
ri	: Jari-jari dalam, in
S	: Tekanan maksimum material <i>carbon steel</i> , psi
Ej	: Joint efisiensi, <i>dimensionless</i>
Cc	: <i>Corrosion allowance</i> , in
OD	: <i>Outside diameter</i> , m
ID	: <i>Inside diameter</i> , m

7. TANGKI, *FLASH DRUM*

Cc	: Tebal korosi yang diizinkan, in
D	: Diameter tangki, m
E	: Efisiensi penyambungan, <i>dimensionless</i>
He	: Tinggi <i>head</i> , m
Hs	: Tinggi silinder, m
Ht	: Tinggi total tangki, m
P	: Tekanan Desain, atm
S	: <i>Working stress</i> yang diizinkan, psi
T	: Temperatur Operasi, K
Vh	: Volume <i>ellipsoidal head</i> , m^3
Vs	: Volume silinder, m^3
Vt	: Volume tangki, m^3
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, kg/m^3

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASSA	112
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS	169
LAMPIRAN III SPESIFIKASI ALAT.....	241
LAMPIRAN IV ANALISIS EKONOMI	445
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....	464

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam era industrialisasi modern sekarang, kebutuhan akan bahan kimia turunan petrokimia terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri plastik, tekstil, dan polimer khusus. Bahan kimia tidak hanya berperan sebagai bahan baku utama, tetapi juga sebagai komponen penting dalam formulasi produk yang lebih fungsional, tahan lama, dan sesuai dengan tuntutan kualitas global. Perkembangan teknologi dan kesadaran konsumen mendorong inovasi material kimia yang lebih efisien, aman, dan ramah lingkungan. Salah satu tantangan besar dalam industri kimia saat ini adalah bagaimana menghasilkan bahan baku yang mampu memberikan performa unggul, namun tetap memperhatikan aspek keberlanjutan, baik dari sisi proses produksi maupun dampak lingkungannya.

1,4-Cyclohexanedimethanol (CHDM) dengan rumus molekul $C_8H_{16}O_2$ merupakan senyawa organik monomer yang merupakan *intermediate* yang cukup penting pada produksi poliester. CHDM memiliki peran yang sangat penting ketika digunakan sebagai salah satu diol dalam pembuatan poliester seperti *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Polybutylene Terephthalate* (PBT), yang digunakan dalam industri botol plastik, serat tekstil, dan film pelapis. Penambahan CHDM dalam rantai polimer dapat secara efektif meningkatkan berbagai sifat yang bermanfaat, seperti ketangguhan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap cuaca, ketahanan terhadap pelarut, serta kemampuan dalam proses produksi.

Indonesia tidak memproduksi CHDM secara khusus sehingga angka ketergantungan impornya cukup tinggi. Pada tahun 2023 angka impor CHDM di Indonesia menyentuh angka 414,382 kg (UN Comtrade, 2025). Tak hanya Indonesia, Kawasan negara di wilayah Asia Tenggara pun memiliki nilai impor yang cukup tinggi sehingga hal ini dapat menjadikan Indonesia memiliki peluang untuk mendirikan pabrik CHDM sendiri di dalam negeri guna memenuhi pangsa pasar dalam maupun luar negeri khususnya di sekitar kawasan Asia Tenggara. Tujuan didirikannya pabrik CHDM diharapkan agar dapat meminimalkan atau bahkan menghilangkan ketergantungan impor, penghematan devisa negara, meningkatkan ekspor serta memperluas lapangan pekerjaan untuk masyarakat.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Pada patent U.S. No. 2917549 dalam (Sari, M.I.M dan Adhe, M.R., 2020) menyatakan bahwa 1,4-Cyclohexanedimethanol pertama kali ditemukan oleh Robert H. dan M.B. Knowles yang berasal dari Eastman Kodak Company pada tahun 1959. Metode yang digunakan yakni menggunakan reaksi hidrogenasi ester 1,4-Cyclohexanedicarboxylic acid menggunakan katalis *copper-chromium-oxide*. Pada tahun 1967, Eastman Kodak Company kembali mengembangkan proses pembuatan CHDM melalui George A., Harrell J. Lewis dan Toy F. Reid. Proses yang digunakan yakni *two-stage hydrogenation* dengan *Dialkyl terephthalate* dengan katalis Palladium pada *first stage* dan *copper chromite* pada *second stage*.

Pada tahun 2001 Hiroshi Itoh dkk dari SK NJC Company mengembangkan proses pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol (CHDM) menggunakan reaksi hidrogenasi pada *Cyclohexanedicarboxylic acid dialkyl ester*. Proses ini menggunakan reaktor *fixed-bed continuous* dan katalis berbasis tembaga. Pada metode *fixed-bed continuous reaction*, ada dua jenis aliran yang digunakan, yaitu *downflow* dan *upflow*. Pada proses tipe *downflow*, katalis yang sudah dibentuk sebelumnya dimasukkan ke dalam reaktor tahan tekanan, sementara hidrogen dan bahan baku disuplai ke bagian atas reaktor pada suhu dan tekanan yang telah ditentukan. Produk reaksi kemudian dikeluarkan dari dasar reaktor. Sebaliknya, pada proses *upflow*, hidrogen dan bahan baku disuplai ke bagian bawah reaktor, dan produk reaksi dikeluarkan dari bagian atas reaktor. Secara umum, pengembangan ini fokus pada variasi bahan baku yang digunakan, seperti *Terephthalic acid* (TPA) atau turunannya, serta katalis yang digunakan dalam proses tersebut.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol

Pada dunia industri, 1,4-Cyclohexanedimethanol (CHDM) memiliki beberapa metode dalam produksinya, diantaranya:

1) *Two Step Hydrogenation Dimethyl Terephthalate* (DMT)

Berdasarkan Patent WO2024140390A1, metode yang digunakan yakni *two-step hydrogenation* dengan menggunakan bahan baku utama berupa *Dimethyl terephthalate* yang nantinya akan menghasilkan 1,4-Cyclohexanedicarboxylic acid dimethyl ester (DMCD) pada reaksi *first stage* beserta reaksi samping lainnya yang akan dipisahkan pada tahap separasi pertama. DMCD nantinya akan mengalami

reaksi hidrogenasi kembali pada *second stage* sehingga menghasilkan CHDM murni setelah dilakukan tahap separasi kedua.

2) *One Stage Hydrogenation Terephthalic Acid (TPA)*

Dalam patent U.S. No.11629112B2, 1,4-Cyclohexanedimethanol (CHDM) diproduksi menggunakan metode yang melibatkan proses hidrogenasi. Proses ini dimulai dengan hidrogenasi asam tereftalat untuk menghasilkan 1,4-Cyclohexane dicarboxylic acid (CHDA). Proses hidrogenasi dilakukan dengan menggunakan katalis berbasis logam transisi, seperti nikel atau tembaga, yang memungkinkan konversi yang efisien dari tereftalat menjadi CHDM.

3) *Esterification Terephthalic Acid With Additional Two Stage Hydrogenation*

Pada United States (U.S.) Patent No 2023040175A1, produksi senyawa CHDM dengan TPA melalui proses yang melibatkan beberapa tahapan utama, yakni meliputi esterifikasi dan hidrogenasi. TPA diesterifikasi dengan (4-metil sikloheksil) metanol (MCHM) untuk menghasilkan bis ((4-metil sikloheksil)metil) tereftalat. Produk dari tahap esterifikasi kemudian dihidrogenasi dengan menggunakan katalis tembaga-kromium menjadi CHDM. Setelah itu, produk CHDM dimurnikan untuk menghilangkan produk samping dan katalis.

1.4. Sifat Fisik dan Kimia

Data-data yang diambil merujuk pada buku Yaws, 1990.

1) *Dimethyl Terephthalate*

Rumus Molekul	: $C_{10}H_{10}O_4$
Berat Molekul	: 194,187 g/mol
Fase	: Solid
Warna	: Putih
Titik Didih	: 288,35°C
Titik Beku	: 140,65°C
Titik Kritis	: 498,85°C
Tekanan Kritis	: 27,8 bar
Volume Kritis	: 529 cm ³ /mol
Zc	: 0,229
Densitas	: 0,3671 g/cm ³ pada 25°C

2) Hidrogen

Rumus Molekul	: H_2
Berat Molekul	: 2,016 g/mol
Fase	: Gas
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: $-255,76^{\circ}C$
Titik Beku	: $-259,2^{\circ}C$
Titik Kritis	: $-239,97^{\circ}C$
Tekanan Kritis	: 13,13 bar
Volume Kritis	: $64,15 \text{ cm}^3/\text{mol}$
Z_c	: 0,305
Densitas	: 0,0314 g/cm ³ pada $25^{\circ}C$

3) *Terephthalic Acid* (TPA)

Rumus Molekul	: $C_8H_6O_4$
Berat Molekul	: 166,133 g/mol
Fase	: Solid
Warna	: Kristal Putih
Titik Didih	: $558,85^{\circ}C$
Titik Beku	: $427^{\circ}C$
Titik Kritis	: $839,85^{\circ}C$
Tekanan Kritis	: 39,5 bar
Volume Kritis	: $424 \text{ cm}^3/\text{mol}$
Z_c	: 0,181
Densitas	: 0,3918 g/cm ³ pada $25^{\circ}C$

4) Air

Rumus Molekul	: H_2O
Berat Molekul	: 18,015 g/mol
Fase	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: $100^{\circ}C$
Titik Beku	: $-36^{\circ}C$
Titik Kritis	: $373,98^{\circ}C$

Tekanan Kritis	: 220,55 bar
Volume Kritis	: 56 cm ³ /mol
Zc	: 0,229
Densitas	: 0322 g/cm ³ pada 25°C

5) 1,4-Cyclohexanedicarboxylic acid dimethyl ester (DMCD)

Rumus Molekul	: C ₁₀ H ₁₆ O ₄
Berat Molekul	: 200,23 g/mol
Fase	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: 286,29°C
Titik Beku	: 2,63°C
Titik Kritis	: 487,57°C
Tekanan Kritis	: 25,92 bar
Volume Kritis	: 585,50 cm ³ /mol
Zc	: 0,240
Densitas	: 1,1504 g/cm ³ pada 25°C

6) *Methylcyclohexanecarboxylate* (MCHC)

Rumus Molekul	: C ₈ H ₁₄ O ₂
Berat Molekul	: 142,2 g/mol
Fase	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: 183°C
Titik Beku	: -
Titik Kritis	: 342,85°C
Tekanan Kritis	: 26,3 bar
Volume Kritis	: 481 cm ³ /mol
Zc	: -
Densitas	: 0,891 g/cm ³ pada 25°C

7) *Methyl Benzoate* (MB)

Rumus Molekul	: C ₈ H ₈ O ₂
Berat Molekul	: 136,15 g/mol
Fase	: <i>Liquid</i>

Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: 199,5°C
Titik Beku	: -12,4°C
Titik Kritis	: 419,85°C
Tekanan Kritis	: 35,9 bar
Volume Kritis	: 436 cm ³ /mol
Zc	: -
Densitas	: 1,085 g/cm ³ pada 25°C

8) *Methanol*

Rumus Molekul	: CH ₄ O
Berat Molekul	: 32,042 g/mol
Fase	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: 64,7°C
Titik Beku	: -97,68°C
Titik Kritis	: 239,43°C
Tekanan Kritis	: 80,96 bar
Volume Kritis	: 117,8 cm ³ /mol
Zc	: -
Densitas	: 0,787 g/cm ³ pada 25°C

9) 1,4-Cyclohexanedimethanol (CHDM)

Rumus Molekul	: C ₈ H ₁₆ O ₂
Berat Molekul	: 144,21 g/mol
Fase	: <i>Liquid</i>
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih	: 316,99°C
Titik Beku	: 10,03°C
Titik Kritis	: 504,90°C
Tekanan Kritis	: 41,73 bar
Volume Kritis	: 443,50 cm ³ /mol
Zc	: 0,2861
Densitas	: 0,9469 g/cm ³ pada 25°C

DAFTAR PUSTAKA

- AccuWeather. (2020). *Cuaca dan Peta Kota Cilegon, Banten* dalam <https://www.accuweather.com>.
- Alibaba, 2025. *1,4-Cyclohexanedimethanol Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 14 Februari 2025).
- Alibaba, 2025. *Copper-Chromite Catalyst Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 14 Februari 2025).
- Alibaba, 2025. *Dimethyl Terephthalate*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 14 Februari 2025).
- Alibaba, 2025. *Hydrogen Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 14 Februari 2025).
- Alibaba, 2025. *Rh-Pt Catalyst Price*. (Online). www.alibaba.com. (Diakses pada 14 Februari 2025).
- Badan Pusat Statistik, 2025. *Kota Cilegon dalam Tahun 2024*. Cilegon.
- Bank Indonesia, 2025. *Bunga Bank* dalam <https://www.bi.go.id/>.
- Brownell, L.E., and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design*. New Delhi: Willey Eastern Ltd.
- Coulson, J. M., dan J. F. Richardson. 2015. *Chemical Engineering*, 6th Volume, 4th Edition. Elsevier: Inggris.
- Felder, R. M., & Rousseau, R. W. (1978). *Elementary Principles of Chemical Processes* (3rd ed.). New York, New York: John Wiley & Sons.
- Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering* 3rd Edition. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Google Earth, 2025. *Peta Lokasi Pabrik 1,4-Cyclohexanedimethanol di Cilegon, Banten*. (Online). www.earth.google.com. (Diakses pada 27 Juli 2025).
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*, Third Edition. John Wiley & Sons Inc: USA.
- Matches Engineering. 2025. *Equipment Cost Index*. <http://www.matche.com/equipcost.html>. (Diakses pada tanggal 15 Mei 2025).
- Perry, R. H., Green, D. W., dan Southard, M. Z. 2019. *Perry's Chemical Engineers' Handbook* 9th Edition. New York: McGraw-Hill Company.

- Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering*, 4 th Edition. New York : Mc Graw Hill International Book Co.
- Sari, M. I. M., dan Adhe, M. R. 2020. *Pra Rancangan Pabrik Pembuatan 1,4-Cyclohexanedimethanol Kapasitas 14.400 Ton/Tahun*. [SKRIPSI]. Palembang (IDN). Universitas Sriwijaya.
- Sinaga, N. A. 2018. Hal-hal Pokok Pendirian Perseroan Terbatas di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Hukum Dirgantara*. Vol. 8(2): 17-58.
- Smith, J. M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, Sixth Edition*. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Treybal, R. E. 1981. *Mass Transfer Operation*. Singapore: McGraw-Hill.
- UN Comtrade, 2025. Data Impor 1,4-Cyclohexanedimethanol di Asia Tenggara dan Sekitarnya. <https://comtrade.un.org/data>. (Diakses pada 17 Februari 2025).
- Wahjono, S. I. 2022. *Struktur Organisasi*. Universitas Muhammadiyah Surabaya: Surabaya.
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment*. Boston: Butterworth Heinemann Series in Chemical Engineering.
- Winkle, V. 1967. *Distillation*. Mc Graw Hill: New York.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill: Singapura.