

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN ETILEN GLIKOL
KAPASITAS 265.000 TON/TAHAN**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

DISUSUN OLEH :

PAISAL TANJUNG (03031282025042)

EIS CANDRA SINTA (03031382025111)

PEMBIMBING :

PROF.DR. IR. SUBRIYER NASIR, M.S., IPU

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN ETILEN GLIKOL
KAPASITAS 265.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

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

Oleh :

Eis Candra Sinta 03031382025111

Paisal Tanjung 03031282025042

Indralaya, September 2024

Pembimbing,



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

NIP. 196009091987031004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



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

NIP.197502012000122001

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Eis Candra Sinta 03031382025111

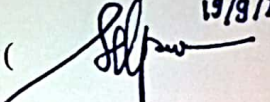
Paisal Tanjung 03031282025042

Judul:


“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ETILEN GLIKOL KAPASITAS 265.000 TON/TAHUN”

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 September 2024 dan 20 September 2024 oleh Dosen Penguji:

1. Dr. Selpiana, S.T., M.T.
NIP. 197809192003122001
2. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.
NIP. 198412182008122002
3. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029

( 19/9/2024)

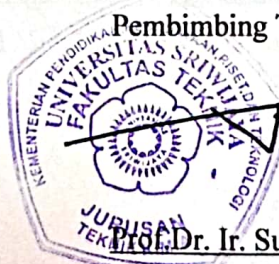
( 19/9/2024)

( 20/9/24)

Indralaya, September 2024

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



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


NIP. 196009091987031004

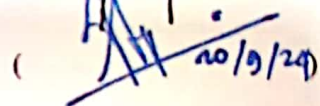
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etilen Glikol Kapasitas 256.000 Ton/Tahun" telah dipertahankan oleh Eis Candra Sinta dan Paisal Tanjung dihadapan Tim Penguji Sidang Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 5 September 2024. Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Dr. Selpiana, S.T., M.T.
NIP. 197809192003122001
2. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.
NIP. 198412182008122002
3. Tine Aprianti, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198204252023212029

( 19/09/24)

( 17/9/24)

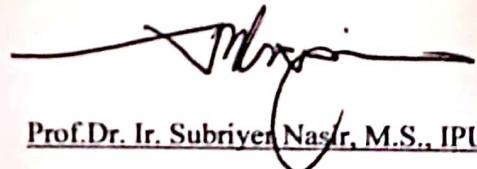
( 20/9/24)

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Indralaya, September 2024
Pembimbing Tugas Akhir



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



Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU
NIP. 196009091987031004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eis Candra Sinta
NIM : 03031382025111
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etilen Glikol
Kapasitas 265.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Eis Candra Sinta didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai sistem yang berlaku.

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

Indralaya, 20 September 2024



Eis Candra Sinta

NIM. 03031382025111



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paisal Tanjung
NIM : 03031282025042
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etilen Glikol
Kapasitas 265.000 Ton/Tahun

Menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Paisal Tanjung didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai sistem yang berlaku.

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

Indralaya, 20 September 2024



Paisal Tanjung

NIM. 03031282025042



RINGKASAN

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ETILEN GLIKOL KAPASITAS 265.000 TON/TAHUN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, September 2024

Eis Candra Sinta dan Paisal Tanjung;

Dibimbing Oleh Prof.Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

Pabrik pembuatan Etilen Glikol dengan kapasitas 256.000 Ton/Tahun ini direncanakan berdiri di kawasan industri, Pulauampel Kota Serang Banten pada tahun 2030, dengan perkiraan luas area pabrik sebesar 5 Ha. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan Etilen Glikol adalah etilen oksida dan air. Proses pembuatan etilen glikol ini menggunakan proses hidrolisis yang mengacu pada Patent No. CN 112055703B. Reaktor yang digunakan dalam pembuatan produk etilen glikol adalah *Single Fixed Bed Reactor*. Pabrik pembuatan Etilen Glikol ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) menggunakan sistem organisasi *Line and Staff*, jumlah karyawan yang bekerja 185 orang yang dipimpin oleh satu direktur utama. Berdasarkan analisa ekonomi yang telah dilakukan, pabrik Etilen Glikol ini layak dipertimbangkan untuk didirikan karena telah memenuhi analisa perhitungan ekonomi sebagai berikut :

- *Total Capital Investment* = US\$ 90.581.386
- *Selling Price per Year* = US\$ 861.766.774
- *Total Production Cost* = US\$ 511.178.363
- *Annual Cash Flow* = US\$ 252.822.350
- *Pay Out Time* = 1,37 Tahun
- *Rate of Return* = 88,98 %
- *Discount Cash Flow* = 81,24 %
- *Break Even Point* = 30,97 %
- *Service Life* = 11 Tahun

Kata Kunci : *Fixed Bed Reactor*, Etilen Glikol, Etilen Oksida, Air

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunia-Nya tugas akhir yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etilen Glikol Kapasitas 256.000 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. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 2) Ibu Dr. Fitri Hadiah, S.T., M.T., IPM. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Prof.Dr. Ir. Subriyer Nasir, M.S., IPU 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, keluarga dan teman-teman yang telah memberikan motivasi, saran serta dukungan yang terbaik.

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

Indralaya, September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	1
HALAMAN PENGESAHAN	1
RINGKASAN DAN ABSTRAK	1
KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR NOTASI	1
BAB I : PEMBAHASAN UMUM	1
1.1.Pendahuluan	1
1.2.Sejarah Dan Perkembangan	2
1.3.Tujuan Dan Manfaat Pendirian Pabrik.....	3
1.4. Sifat Fisika Dan Kimia	7
BAB II : PERENCANAAN PABRIK.....	8
2.1.Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2.Pemilihan Kapasitas Produksi	9
2.3.Pemilihan Proses	12
2.4.Pemilihan Bahan Baku	12
2.5.Uraian Proses.....	13
2.5.1.Tahapan Preparasi	13
2.5.2.Tahapan Sintesa.....	13
2.5.3.Tahapan Purifikasi.....	14
BAB III : LOKASI DAN TATA LETAS PABRIK	16
3.1.Lokasi Pabrik.....	16
3.1.1.Ketersediaan Bahan Baku	16
3.1.2.Sarana Penunjang (Utilitas).....	17
3.1.3.Pemasaran Hasil Produksi.....	17
3.1.4.Penyediaan Tenaga Kerja	17
3.2.Tata Letak Pabrik.....	18
3.3.Kebutuhan Luar Area Pabrik.....	19
3.4.Pertimbangan Tata Letak Pabrik	20
BAB IV : NERACA MASSA DAN NERACA PANAS.....	22
4.1.Neraca Massa	22
4.2.Neraca Panas	27

BAB V : UTILITAS.....	35
5.1. Unit Air Pendingin	35
5.1.1. Air Pendingin	35
5.1.2. Air Proses	37
5.1.3. Air Domestik	37
5.2. Unit Pengadaan Steam	38
5.3. Unit Pengadaan Listrik.....	39
5.4. Kebutuhan Bahan Bakar	41
BAB VI : SPESIFIKASI ALAT	44
BAB VIII : ORGANISASI PERUSAHAAN.....	84
7.1. Bentuk Organisasi Perusahaan	84
7.2. Struktur Organisasi Perusahaan.....	85
7.3. Tugas Dan Wewenang	86
7.3.1. Direktur Utama.....	86
7.3.2. Manajer Teknik dan Produksi.....	86
7.3.3. Manajer <i>Marketing</i> dan <i>Finance</i>	87
7.3.4. Manajer Personalia Dan Umum	87
7.3.5. Kepala Bagian dan Kepala Seksi	88
7.3.6. Operator/Karyawan	88
7.4. Sistem Kerja	89
7.4.1. Karyawan <i>Non-Shift</i>	89
7.4.2. Karyawan <i>Shift</i>	89
7.5. Pemilihan Jumlah Karyawan.....	90
7.5.1. <i>Direct Operating Labor (DOL)</i>	90
7.5.2. <i>Indirect Operating Labor</i>	91
BAB VIII : ANALISA EKONOMI	97
8.1. Keuntungan (Profitabilitas)	98
8.1.1. Perhitungan <i>Annual Cash Flow</i>	98
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	99
8.2.1. Perhitungan Depresiasi.....	99
8.2.2. Lama Pengansuran Pengembalian Modal	99
8.2.3. <i>Pay Out Time (POT)</i>	100

8.3.Total Modal Akhir.....	101
8.3.1. <i>Net Profit Over Total life of Project</i> (NPOTLP).....	101
8.3.2. <i>Total Capital Sink</i>	102
8.4.Laju Pengembalian Modal	103
8.5. <i>Break Even Point</i> (BEP).....	104
BAB IX : Kesimpulan	107
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Tabel. 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol	6
Tabel. 1.2. Sifat Fisika dan kimia Bahan Baku Utama.....	7
Tabel 2.1. Impor dan Ekspor Etilen Glikol di Indonesia	9
Tabel 2.2. Tingkat Pertumbuhan Tahunan Rata-Rata	10
Tabel 2.3. Prediksi Tingkat Pertumbuhan Tahunan Rata-Rata Tahun 2024-2030.....	10
Tabel. 3.2. Rincian Pembangunan Daerah Pabrik	19
Tabel.5.1. Total Kebutuhan Baha Penunjang di Unit Utilitas.....	35
Tabel.5.2. Kebutuhan Air Pendingin	35
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal Kerja Pekerja Shift.....	90
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan Pabrik Pembuatan Etilen Glikol.	91
Tabel. <i>Operating Labor Cost</i>	93
Tabel 8.2. Angsuran Pengembalian Modal (US\$).....	100
Tabel 8.3. Nilai Slope dan Intersep <i>Break Event Point</i>	105
Tabel 8.4. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Lokasi Pabrik Etilen Glikol	17
Gambar 3.2. Tata Letak Pabrik	17
Gambar 3.3. Tata Letak Peralatan Pabrik.	20
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	96

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, oC
t	:	Tebal dinding accumulator, cm
V	:	Volume total, m ³
VS	:	Volume silinder, m ³
ρ	:	Densitas, kg/m ³

2. Absorber

A	:	<i>Cross section area tower</i> , m ²
BM	:	BM, kg/kmol
Cc	:	Tebal korosi maksimum, in
D	:	Diameter kolom, m
D _G , D _L	:	Difusivitas gas dan liquid, m ² /s
Ej	:	Efisiensi pengelasan
FL, FG	:	Koefisien transfer massa gas dan liquid, kmol/m ² .s
G	:	Kelajuan superfisial molar gas, kmol/m ² .s
G'	:	Kelajuan superfisial gas, kmol/m ² .s
H _{tG}	:	Tinggi unit transfer fase gas, m
H _{tL}	:	Tinggi unit transfer <i>fase liquid</i> , m
H _{tog}	:	Tinggi unit transfer overall, m
L	:	Kelajuan liquid total, kg/m ² .s
L'	:	Kelajuan <i>superfisial</i> massa liquid, kg/m ² .s
m	:	Rasio distribusi kesetimbangan
P	:	Tekanan desain, psi
Sc _g , Sc _l	:	Bilangan <i>Schmidt</i> gas dan <i>liquid</i>

Z	:	Tinggi packing, m
ΔP	:	Perbedaan tekanan, N/m ²
ϵ	:	Energi tarik menarik molecular
ϵ_{Lo}	:	Fraksi volume <i>liquid</i> , m ² /m ³
μ_G, μ_L	:	Viskositas gas dan <i>liquid</i> , kg/ms
ρ_L, ρ_G	:	Densitas gas dan <i>liquid</i> , kg/m ³
σ_L	:	Tegangan permukaan liquid, N/m
ϕ_{lt}	:	Total <i>hold-up liquid</i>

3. CONDENSER, COOLER, HEATER, KONDENSOR, REBOILER

A	:	Area perpindahan panas, ft ²
a_a, a_p	:	Area alir pada annulus, <i>inner pipe</i> , ft ²
a_s, a_t	:	Area alir pada <i>shell and tube</i> , ft ²
a''	:	<i>External surface</i> per 1 in, ft ² /in ft
B	:	Baffle spacing, in
C	:	<i>Clearence</i> antar <i>tube</i> , in
C_p	:	<i>Specific Heat</i> , kJ/kg
D	:	Diameter dalam tube, in
D_e	:	Diameter ekuivalen, in
DB	:	Diameter bundle, in
DS	:	Diameter shell, in
f	:	Faktor friksi, ft ² /in ²
g	:	Percepatan gravitasi
h	:	Koefisien perpindahan panas, Btu/hr.ft ² .oF
h_1, h_o	:	Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam, bagian luar tube
jH	:	Faktor perpindahan panas
k	:	Konduktivitas termal, Btu/hr.ft ² .oF
L	:	Panjang <i>tube</i> pipa, ft
LMTD	:	<i>Logaritmik Mean Temperature Difference</i> , oF
N	:	Jumlah <i>Baffle</i>
N _t	:	Jumlah <i>tube</i>
PT	:	<i>Tube pitch</i> , in

ΔPT	: Return drop shell, psi
ΔPS	: Penurunan tekanan pada <i>shell</i> , psi
ΔPt	: Penurunan tekanan pada <i>tube</i> , psi
ID	: <i>Inside</i> diameter, ft
OD	: <i>Outside</i> diameter, ft
Q	: Beban panas <i>heat exchanger</i> , Btu/hr
Rd	: <i>Dirt factor</i> , hr.ft ² .oF/Btu
Re	: Bilangan <i>Reynold</i> , <i>dimensionless</i>
s	: <i>Specific gravity</i>
T1, T2	: Temperatur fluida panas <i>inlet</i> , <i>outlet</i> , oF
t1, t2	: Temperatur fluida dingin <i>inlet</i> , <i>outlet</i> , oF
Ta	: Temperatur rata-rata fluida panas, oF
ta	: Temperatur rata-rata fluida dingin, oF
Δt	: Beda temperatur yang sebenarnya, oF
U	: Koefisien perpindahan panas
Uc, Uo	: <i>Clean overall coefficient</i> , <i>Design overall coefficient</i> , Btu.hr.ft ² .°F
V	: Kecepatan alir, ft/s
W	: Kecepatan alir massa fluida panas, lb/hr
w	: Kecepatan alir massa fluida dingin, lb/hr
μ	: <i>Viskositas</i> , Cp

4. KOLOM DESTILASI

P	: Tekanan, <i>atm</i>
T	: Temperatur, <i>oC</i>
α	: Relatif <i>volatilitas</i>
Nm	: <i>Stage minimum</i>
L/D	: <i>Refluks</i>
N	: <i>Stage/tray</i>
m	: <i>Rectifying section</i>
p	: <i>Stripping section</i>
FLV	: <i>Liquid-vapor flow factor</i>
Uf	: Kecepatan <i>flooding</i> , m/s

U_v	: Volumetric flowrate, m ³ /s
A_n	: Net area, m ²
A_c	: Cross section atau luas area kolom, m ²
D_c	: Diameter kolom, m
A_d	: Downcomer area, m ²
A_a	: Active area, m ²
l_w	: Weir length, m
A_h	: Hole area, m ²
h_w	: Weir height, mm
d_h	: Hole diameter, mm
L_m	: Liquid rate, kg/det
h_{ow}	: Weir Liquid crest, mm Liquid
U_h	: Minimum design vapor velocity, m/s
C_o	: Orifice coefficient
h_d	: Dry plate drop, mm Liquid
h_r	: Residual Head, mm Liquid
h_t	: Total pressure drop, mm Liquid
h_{ap}	: Down comer pressure loss, mm
A_{ap}	: Area under apron, m ²
H_{dc}	: Head loss in the Downcomer, mm
h_b	: Backup di Downcomer, m
t_r	: Check resident time, s
θ	: Sudut subintended antara pinggir plate dengan unperforated strip
L_m	: Mean length, unperforated edge strips, m
A_{up}	: Area of unperforated edge strip, m ²
L_{cz}	: Mean length of calming zone, m
A_{cz}	: Area of calming zone, m ²
A_p	: Total area perforated, A_p
A_{oh}	: Area untuk 1 hole, m ²
t	: Tebal dinding, cm
D	: Diameter tanki, m
r	: Jari-jari tanki, m

S : Tekanan kerja yang diijinkan, atm
 Cc : Korosi yang diijinkan, m
 Ej : Efisiensi pengelasan
 OD : Diameter luar, m
 ID : Diameter dalam, m
 EmV : Efisiensi tray, %
 ρ : Densitas, kg/m³
 μ : Viskositas, N.s/m²
 FA : Fractional Area
 He : Tinggi tutup *elipsoidal*, m
 Ht : Tinggi *tanki*, m

5. POMPA

A : Area alir pipa, in²
 D_{opt} : Diameter optimum pipa, in
 f : Faktor friksi
 g : Percepatan gravitasi, ft/s²
 g_c : Konstanta percepatan gravitasi, ft/s²
 H_f : Total friksi, ft
 H_{fs} : Friksi pada permukaan pipa, 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_d, H_s : *Head Discharge, suction*, ft
 ID : *Inside* diameter, in
 OD : *Outside* diameter, in
 K_c, K_e : *Contraction, expansion contraction*, ft
 L : Panjang pipa, m
 L_e : Panjang ekuivalen pipa, m
 $NPSH$: *Net Positive Suction Head*, ft . lbf/ lb
 P_{uap} : Tekanan uap, psi
 Q_f : Laju alir volumetrik, ft³/s

Re	: <i>Reynold Number, dimensionless</i>
V _s	: <i>Suction velocity, ft/s</i>
V _d	: <i>Discharge velocity, ft/s</i>
BHP	: <i>Brake HorsePower, HP</i>
MHP	: <i>Motor Horse Power, HP</i>
ΔP	: <i>Differential pressure, psi</i>
ε	: <i>Equivalent roughness, ft</i>
η	: Efisiensi pompa
μ	: Viskositas, kg/m.hr
ρ	: Densitas, kg/m ³
6.	REAKTOR
A _t	: Luas area total <i>Orifice</i> , m ²
C	: <i>Corrosion</i> maksimum, in
C _{ao}	: Konsentrasi reaktan mula-mula, kmol/m ³
D _i	: Diameter <i>impeller</i> , m
D _t	: Diameter tangki, m
D _s	: Diameter <i>sparger</i> , m
E	: Joint efisiensi
E	: Energi aktivasi
F _{ao}	: Jumlah <i>feed</i> mula-mula, Kmol
g	: Lebar <i>Baffle</i> pengaduk, m
h	: Tinggi <i>Head</i> , m
HL	: Tinggi <i>Liquid</i> , m
H _s	: Tinggi silinder, m
H _s	: Tinggi <i>sparger</i> , m
HT	: Tinggi tangki, m
k	: Konstanta kecepatan reaksi, m ³ /kmol jam
K	: Konstanta <i>Boltzmann</i> = 1,30 . 10 ⁻¹⁶ erg/K
MA	: Berat molekul A
MB	: Berat molekul B
N	: Bilangan avogadro = 6,203 . 10 ²³ molekul/mol
N	: Kecepatan putaran pengaduk, rpm

Nt	: Jumlah <i>Orifice</i>
P	: Tekanan desain, psi
P	: Power, HP
q	: Debit per <i>Orifice</i> , m ³ /jam
Q	: Volumetrik <i>flowrate</i> , m ³ /jam
r	: Panjang <i>blade</i> pengaduk, m
rb	: Posisi <i>Baffle</i> dari dinding tanki, m
ri	: Jari-jari <i>Vessel</i> , in
R	: Konstanta umum gas = $1,987 \cdot 10^{-3}$ kkal/mol. K
Rd	: Fouling factor
S	: <i>Working stress Allowable</i> ,
psi t	: Tebal dinding tanki, m
T	: Temperatur operasi, K
Uc	: <i>Overall heat transfer coefficient</i>
V	: kecepatan gelembung gas lepas <i>Orifice</i> , m/s
Vs	: Volume silinder, m ³
VE	: Volume <i>ellipsoidal</i> , m ³
Vt	: Volume tangki total, m ³
Wb	: Lebar <i>Baffle</i> , m
Vh	: Volume <i>Head</i> , m ³
Vb	: Volume <i>bottom</i> , m ³
Vs	: Volume <i>silinder</i> , m ³
Vt	: Volume tanki, m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
X	: Konversi
μ	: Viskositas, kg/m.hr
ρ	: Densitas, kg/m ³
τ	: Waktu tinggal, jam
QA	: Diameter molekul A
QB	: Diameter molekul B

7. TANGKI

C	: Allowable Corrosion, m
D	: Diameter tanki, m
E	: Joint efisiensi
h	: Tinggi <i>Head</i> , m
H	: Tinggi silinder tanki, m
H _t	: Tinggi total tanki, m
P	: Tekanan, atm
S	: Allowable stress, psi
t	: Tebal dinding tanki, m
V _h	: Volume <i>Head</i> , m ³
V _s	: Volume silinder, m ³
V _t	: Volume tanki, m ³
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas, kg/m ³

8. Flash Tank

A _t	: Luas area vessel total, m
A _v	: Luas cross sectional vessel minimum, m ² /s
C _c	: Allowable corrosion, m
D	: Diameter vessel, m
E	: Joint efficient
Fl _v	: Parameter aliran
H	: Tinggi vessel, m
H _L	: Tinggi liquid, m
H _v	: Tinggi vapor, m
OD	: Outside Diameter, m
P	: Tekanan vessel, atm
Q	: Laju alir volumetric, m ³ /jam
S	: Working stress allowable, psi
r	: Jari-jari vessel, m
t	: Tebal vessel, m

T : Temperatur vessel, K
uf : Kecepatan flooding, m/s
 $U_{v \max}$: Laju alir volumetric maksimum, m³/s
 V_L : Volume liquid, m³
W : Laju alir massa, kg/jam
P : Densitas, kg/m³

9. Stripper

P : Tekanan vessel, atm
T : Temperatur vessel, K
 W_v : Laju alir Massa, kg/jam
E_j : Joint Effisiensi
D : Diameter Vessel, m
uf : Kecepatan flooding, m/s
 V_L : Volume Liquid, m³
 $U_{v \max}$: Laju alir volumetric maksimum, m³/s
HL : Tinggi Liquid, m
E : Joint efisiensi
H : Tinggi Vessel, m
H_v : Tinggi Vapor, m
t : Tebal vessel, m
r : jari-jari vessel, m
C : *Corrosion* maksimum, in
OD : Outside Diamter, m
S : Working stress allowable, psi

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Etilen glikol, yang juga dikenal sebagai 1,2-etanadiol, adalah senyawa organik yang penting secara industri dan memiliki berbagai aplikasi dalam berbagai bidang, termasuk kimia, farmasi, dan otomotif. Senyawa ini memiliki rumus kimia $C_2H_6O_2$. Etilen glikol merupakan cairan tak berwarna, tidak berbau, dan larut dalam air, dengan titik leleh yang rendah, sehingga membuatnya sangat berguna sebagai pelarut dan bahan pendingin. Selain aplikasi industri utamanya sebagai bahan dasar dalam pembuatan *antifreeze*, etilen glikol juga digunakan dalam produksi polimer, pewarna, dan berbagai produk kimia lainnya. Etilen glikol umumnya diproduksi melalui sintesis etilen dan oksigen menjadi etilen oksida, yang kemudian diubah menjadi etilen glikol melalui proses dihidrolisis. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi ini meliputi etilen dan oksigen, yang memiliki ketersediaan yang cukup besar di Indonesia. Proses produksi ini melibatkan penggabungan bahan baku tersebut untuk menghasilkan intermediate berupa etilen oksida, yang selanjutnya dikatalisis untuk menghasilkan produk utama, yaitu etilen glikol. Produk etilen glikol digunakan untuk pembuatan berbagai aplikasi seperti pembuatan serat poliester dengan menggunakan etilen glikol sebagai bahan baku utamanya (Ninasafitri dkk, 2024)

Banyaknya kegunaan dari produk Etilen Glikol menyebabkan permintaan akan kebutuhan etilen glikol semakin meningkat, khususnya di Indonesia. Permintaan etilen glikol dengan adanya 1 produsen etilen glikol saja di Indonesia, yaitu PT Polychem Indonesia Tbk. dan kapasitas total pabrik ini dalam memproduksi etilen glikol per tahun yaitu 233.600 ton/tahun, jumlah ini hanya memenuhi total 25% dari kebutuhan etilen glikol di Indonesia yaitu sebesar 667.531 ton. Produsen etilen glikol yang hanya satu produsen ini maka Indonesia dibantu dengan impor produk etilen glikol dari berbagai negara untuk memenuhi jumlah kebutuhan etilen glikol dalam negeri. Impor produk etilen glikol ini dari negara Singapura (*Shell Chemical*), Korea Selatan (*Lotte Chemical*) dan Arab Saudi (*Petro Rabigh*) (Jenkins., 2015). Berdasarkan data BPS dengan impor etilen

glikol terbesar pada tahun 2023 yaitu berasal dari negara China, Jerman, Arab Saudi, Jepang dan India. Berdasarkan keterangan tersebut, Maka, Indonesia membutuhkan adanya pendirian produsen atau pabrik etilen glikol baru yang lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan etilen glikol dalam negeri yang terus bertambah.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Etilen glikol ditemukan pertama kali pada tahun 1859 oleh *Charles-Adolphe Wurtz*, seorang ahli kimia Perancis. Studi gliserol membawanya pada penelitian glikol dan sintesis berbagai senyawa penting lainnya, termasuk kolin. Wurtz, bersama dengan *August Kekule*, mempersiapkan fenol pada tahun 1867. Bersama Marcellin Berthelot, mereka juga memajukan Paris sebagai pusat pendidikan kimia terkemuka di Eropa. Produksi etilen glikol dimulai secara kecil selama Perang Dunia I untuk penggunaan sebagai pendingin dan bahan peledak. Produksi industri yang luas dimulai pada tahun 1937 ketika etilen oksida sebagai komponen utama dalam sintesisnya tersedia dengan harga terjangkau. Penggunaan etilen glikol sebagai pengganti air dalam pendinginan mesin pesawat menciptakan perubahan signifikan dalam desain pesawat, karena titik didihnya yang lebih tinggi memungkinkan radiator yang lebih kecil beroperasi pada suhu yang lebih tinggi. Sebelum etilen glikol tersedia secara luas, produsen pesawat mencoba menggunakan sistem pendinginan evaporatif dengan air pada tekanan tinggi, tetapi air terbukti tidak andal dan rentan rusak dalam pertempuran serta membutuhkan ruang yang besar di pesawat. Seiring perkembangan zaman, etilen glikol digunakan secara luas dalam berbagai industri. Industri plastik menggunakan etilen glikol untuk pembuatan serat poliester dan resin. Etilen glikol di Indonesia diproduksi oleh PT Polychem Indonesia sejak tahun 1993 pada divisi kimia yang dibentuk tahun 1989. Pabrik ini membangun pabrik-pabrik baru lainnya seperti *Nylon*, Poliester dan Etoksilat. Proses produksi etilen glikol pada pabrik ini menggunakan teknologi berlisensi yang diakui dan digunakan di beberapa pabrik di belahan dunia, yaitu teknologi *Scientific Design Inc, USA* untuk memproduksi etilen glikol dan untuk teknologi pemisahan udara yaitu Linde AG, Jerman dan Chicago *Bridge & Iron USA* untuk unit terminal etilen. Teknologi *scientific design USA* mencakup integrasi antara disiplin ilmu seperti

teknik, matematika, ilmu komputer, dan ilmu material. Hal ini memungkinkan pengembangan solusi yang canggih dan optimal dalam berbagai bidang seperti teknologi informasi, rekayasa mesin, dan rekayasa kimia.

1.3. Tujuan dan Manfaat Pendirian Pabrik

Pendirian Pabrik Etilen Glikol di Indonesia yaitu dengan memiliki pabrik etilen glikol sendiri, Indonesia dapat meningkatkan kemandiriannya dalam industri kimia. Ketergantungan pada impor dapat berkurang, sehingga negara dapat mengelola pasokan bahan baku dan harga dengan lebih baik. Pabrik etilen glikol yang akan didirikan dapat menciptakan lapangan kerja baru untuk tenaga kerja lokal, baik dalam konstruksi maupun operasional pabrik. Dengan adanya perancangan pendirian pabrik etilen glikol ini dapat membantu mengurangi tingkat pengangguran dan meningkatkan ekonomi masyarakat setempat.

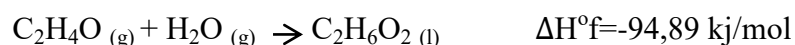
1.3.1. Macam-Macam Proses Pembuatan

1.3.1.1. Hidrolisis Etilen Oksida

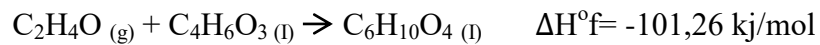
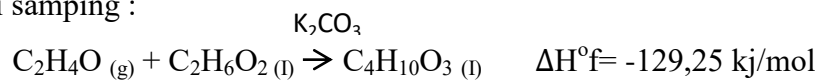
Metode pembuatan etilen glikol skala industri umumnya adalah yang digunakan hidrolisis etilen oksida dengan air. Proses hidrolisis etilen oksida digunakan untuk mencapai selektivitas monoetilen glikol (MEG) hingga 90% dan sisa produk yang terbentuk adalah dietilen glikol (DEG). Reaksi samping terjadi karena etilen oksida lebih mudah bereaksi dengan air sehingga air direaksikan dengan jumlah lebih sehingga reaksi produk samping berkurang. Proses hidrolisis etilen oksida menjadi etilen glikol dapat berlangsung dengan adanya katalis dan non-katalis (Dye, 2001).

Katalis yang bersifat basa, proses hidrolisis akan menghasilkan selektivitas yang rendah terhadap etilen glikol. Katalis yang digunakan pada umum digunakan dalam proses ini adalah potasium karbonat. Proses hidrolisis terjadi pada pH dengan range 6-10 dengan menggunakan air yang berlebih. Dengan demikian produk monoetilen glikol yang terbentuk akan mencapai selektivitas yang tinggi yakni mencapai 91%. Hidrolisis etilen oksida menjadi etilen glikol membutuhkan suatu kondisi operasi dengan temperatur 100-200°C pada tekanan 0,1-3 Mpa (Smaardijk dkk, 2012).

Reaksi utama :

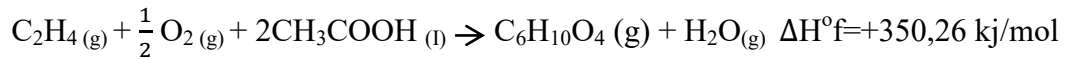


Reaksi samping :



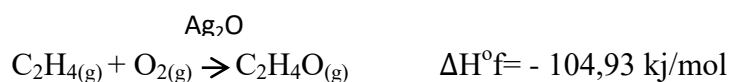
1.3.2. Oksidasi Langsung Etilen (*Halcon*)

Etilen glikol diproduksi melalui oksidasi etilen dan asam asetat yang disebut sebagai proses *Helcon*. Proses ini memanfaatkan katalis tellurium dioksida atau tellurium bromid digunakan untuk menghasilkan etilen glikol diasetat dan senyawa tersebut kemudian dihidrolisis menjadi etilen glikol. Selain itu, pada proses ini korosi pada alat membutuhkan kebutuhan utilitas pada proses ini bernilai tinggi sehingga pada proses *Halcon* ini tidak digunakan lagi (Weissermel dan Arpe, 1998).



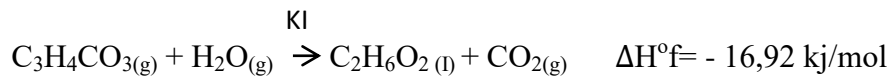
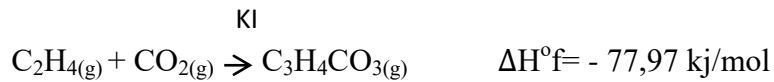
1.3.3. Oksigenasi Etilen

Proses pembentukan etilen glikol melibatkan dua proses reaksi diantaranya yaitu dengan proses oksigenasi etilen dan hidrolisis etilen oksida. Untuk reaksi pertama, etilen direaksikan dengan oksigen menghasilkan etilen oksida. Proses oksigenasi etilen dibantu dengan adanya katalis perak oksida (Ag_2O) dalam reaktor multitubular pada kondisi operasi dengan temperatur 200-300°C dan tekanan 10-30 bar (Ogtrop dkk, 2015).



1.3.4. Karbonasi Etilen dan Hidrolisis Etilen Oksida

Proses sintesis etilen glikol dengan metode karbonasi etilen oksida melibatkan dua proses reaksi. Reaksi pertama, etilen oksida direaksikan dengan karbon kemudian dihidrolisis untuk menghasilkan etilen glikol. Reaksi kedua ialah hidrolisis etilen karbonat menjadi etilen glikol. Katalis yang dapat digunakan untuk proses ini merupakan katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen dan heterogen yang dapat digunakan dalam proses ini ialah misalnya jenis alkali halida seperti potassium iodida atau potassium bromida. Kondisi operasi pada proses ini mencapai 50-80°C dan 0,8-3 Mpa (Zhang dkk, 2013).

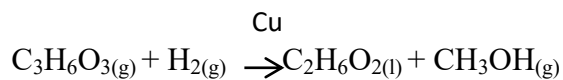
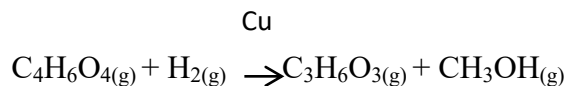


1.3.5. Hidrogenasi dan Hidrogenolisis dari Karbohidrat dan Hidrogen

Proses ini terdiri dari dua reaksi, yaitu reaksi hidrogenasi dan hidrogenolisis. Reaksi hidrogenasi karbohidrat menjadi sorbitol dilakukan pada suhu 170-270°C dengan tekanan 1-16 Mpa. Pelarut dapat berupa campuran air dan senyawa yang bersifat organik seperti alkanol serta sintesis katalis homogen dan heterogen. Reaksi hidrogenolisis merupakan fraksi yang kaya akan sorbitol menjadi etilen glikol kemudian dilakukan pada suhu 200-300°C dengan adanya sistem katalis (Dekker dkk, 2021)

13.6. Hidrogenasi Dimetil Oksalat

Proses hidrogenasi dimetil oksalat melibatkan proses sintesis etilen glikol dari *syngas*. Terdapat dua reaksi yang dapat terjadi pada proses ini, yaitu proses reaksi pembentukan metil glikolat dan hidrogenasi metil glikolat menjadi etilen glikol. Proses reaksi dapat terjadi dengan sistem homogen ataupun heterogen dengan adanya katalis Cu, Ag, dan Ru. Hidrogenasi dimetil oksalat dilakukan dengan kondisi operasi bertemperatur 210-250°C dengan tekanan 35 atm (Juntau Liu dkk, 2010).



Tabel. 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol

Parameter	Proses Produksi					
	Hidrolisis Etilen Oksida	Oksidasi Langsung Etilen (Halcon)	Oksigenasi Etilen	Karbonasi Etilen dan Hidrolisis Etilen Karbonat	Hidrogenasi dan Hidrogenolisis dari Karbohidrat dan Hidrogen	Hidrogenasi Dimetil Oksalat
Bahan Baku	C_2H_4O dan H_2O	C_2H_4 , O_2 , CH_3OOH , dan H_2O	C_2H_4 dan H_2O	C_2H_4O , CO_2 , dan H_2O	$C_6H_{12}O_6$ dan H_2	$C_2H_4O_4$ Dan H_2
Katalis	Potassium karbonat	Tellurium dioksida	Perak Oksida	Posstasium Bromida	Homogen dan heterogen	Rubidium
Tempetatur (°C)	100- 200°C	50-250 °C	200-300	50-180	200-300	210-250
Tekanan	0,1-3 Mpa	136 atm	10-30 bar	0,8-3 Mpa	16 MPa	35 atm
Konversi	91%	-	-	98%	90%	94%
Kelebihan	-	-	Kemurnian dan stabilitas katalis ditingkatkan	Kemurnian tinggi	Menghasilkan produk samping	-
Kekurangan	Kemurnian rendah	Tekanan sangat besar, kebutuhan utilitas besar	-	Stabilitas rendah , aktivitas katalis rendah	Konversi rendah	Kondisi operasi tinggi

1.4. Sifat Fisika Dan Kimia

Sifat fisik dan kimia senyawa dalam pembuatan etilen glikol:

Tabel. 1.2.Sifat Fisika dan kimia Bahan Baku Utama

Parameter	Etilen Oksida	Air	Dietilena Glikol	Amberlyst A15	Etilen Glikol
Rumus molekul	C ₂ H ₄ O	H ₂ O	C ₄ H ₁₀ O ₃	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	C ₂ H ₆ O ₂
Bentuk fisik (25°C)	Cair	Cair	Cair	Padat	Cair
Warna	Tak berwarna	Tak berwarna	Tidak Berwarna	Butiran coklat muda	Tak Berwarna
Berat molekul, kg/kmol	44,054	18,015	106,12 kg/kmol	-	62,07
Densitas, kg/m ³	899	995	1120 kg/m ³	-	1110
Titik didih, °C	10,3	99,974	245,8°C	-	197,3
Titik lebur, °C	-112,2	0	-10,4°C	426 °C	-12,69
Temperatur kritis, K	469	647,3	681,0	-	645
Tekanan kritis, bar	71,9	220,5	46,6	-	77
Bahaya	Iritasi, beracun	-	Iritasi	Iritasi	Mudah terbakar, dan iritasi
Kelarutan	Larut di air dan pelarut organik	Larut di etanol, metanol, dan aseton	Larut dalam air, etilen glikol, alkohol eter	Larut dalam air	Larut dalam air, aseton, alkohol

(Sumber: Coulson & Richardson).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Ekspor & Impor *Ethylene Glycol* di Indonesia. (Online). <https://www.bps.go.id/exim/>. (Diakses pada Tanggal 15 Maret 2024).
- Ekobalawati.S. Pengaruh Struktur dan Budaya Organisasi Terhadap Inovasi Organisasi Perusahaan. *Jurnal Manajemen*. Vol.14.No.2 November 2020
- Eigenberger, G. 1992. Fixed-Bed Reactors. Stuttgart: VHC Publishers Inc.
- Coulson, J. M., dan J. F. Richardson. 2015. *Chemical Engineering, 6th Volume, 4th Edition*. Elsevier: Inggris.
- Coulson, J., dan Jack, R. 2003. *Chemical Engineering 3 Edition Volume 6*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Chunzhou, C., Yamadabari.E.,MCGOWAN.S.,BILLING.J. *Metode Pembuatan Ethylene Glicol*. CN 112055703B.
- Chan, C.C., Yamada, E., Billig, B.J. & McGovern, S. 2020. Process for Preparing Ethylene Glycol.
- Dye, R.F. 2001. Ethylene Glycols Technology. *Korean Journal of Chemical Engineering*, Vol. 18(5), Hal: 571–579.
- Dekker, P., Waal, J.C. Van Der, Gruter, G.J.M., Singh, J. & McKay, B. 2021. Process for the Production of Ethylene Glycol. https://www.lens.org/lens/patent/US_2947735_A.
- Felder, R. M. 2000. *Elementary Principles of Chemical Process 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Fogler, H. S. 2016. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*. New Delhi: Prentice Hall International Series.
- Gultekin, S. 2018. Can We Ignore Pressure Drop in Catalytic Fixed-Bed Reactors?. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*. 6(1): 44-46.
- Hayes, A. 2022. Average Annual Growth Rate (AAGR) Definition.
- Jenkins, S. 2015. *Ethylene Glycol Production - Chemical Engineering. Chemical Engineering: Essentials for the CPI Professional*.
[https://www.chemengonline.com/ethylene-glycol production/?printmode=1](https://www.chemengonline.com/ethylene-glycol%20production/?printmode=1).

- Liu, J., Yang, W., Sun, F., Zhong, S. & Wang, W. 2010. Processes for Producing Ethylene Glycol from Oxalate(s).
- Luyben, W.L. 2007. Chemical Reactor Design and Control. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
- McCabe, W. L. 1995. Unit Operations of Chemical Engineering. New York: McGraw-Hill Book Co.
- MSDS Ethylene Glycol, No: F/QCL/008 Rev.01. PT. Smart-Lab Indonesia.
- Ogtrop, J. V., Smaardijk, A. A., dan Sticher, H. 2015. Processes For The Production of Ethylene Glycol. US 9096564B2. United States.
- Peters, M. S. and Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Economic for Chemical Engineering, 4 th Edition*. New York: McGraw Hill International Book Co.
- Rijal.S.Faktor-Faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi industri era revolusi industri 4.0 di kawasan makassar. *Journal of Economic Education and Entrepreneurship Studies*, Volume 2, Number 2 (December) 2021
- Ravi, R., Vinu, R., dan Gummadi, S.N. 2017. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Volume 3A: Chemical and Biochemical Reactors and Reaction Engineering*. Cambridge: Elsevier.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbott, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Smaardijk, A. A., Hessing, J., dan Sticher, H. 2012. Process For The Preparation of Ethylene Glyco. US 20120136178A1. United States.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Weissermel, K. dan Arpe, H.-J. 2003. Oxidation Products of Ethylene. *Industrial Organic Chemistry*.
- Worstell, J. 2014. *Adiabatic Fixed-Bed Reactor*. Massachusetts : Butterworth-Heinemann.
- Yaws, C. L.1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw Hill: Singapura.
- Zhang, S., Sun, J., Cheng, W., Wang, J., Zhang, J., Fu, Z. dan Zhang, X .Process for Producing Ethylene Glycol Catalyzed by Ionic Liquid.