

SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK
PEMBUATAN ETILEN OKSIDA
KAPASITAS PRODUKSI 60.000 TON PER TAHUN**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Kimia
Pada Universitas
Sriwijaya**



Zianka Audy Shesaruny

NIM 03031381621056

Ade Azmi Amelia

NIM 03031381621058

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ETILEN OKSIDA
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

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

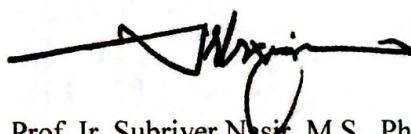
Oleh

**Zianka Audy Shesaruny
NIM. 03031381621056**

**Ade Azmi Amelia
NIM. 03031381621058**


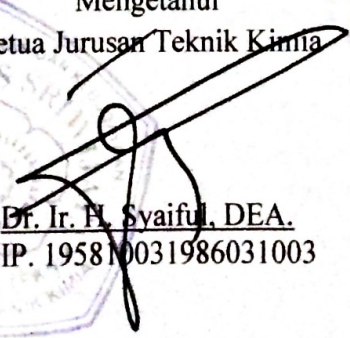
Palembang, Juli 2020

Pembimbing,



**Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 196009091987031004**

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Dr. Ir. H. Syaiful, DEA.
NIP. 195810031986031003**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etilen Oksida Kapasitas 60.000 Ton/Tahun” telah dipertahankan oleh **Zianka Audy Shesaruny dan Ade Azmi Amelia** di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juli 2020.

Palembang, Juli 2020

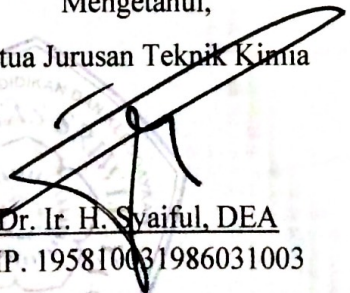
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

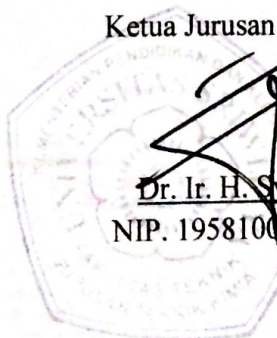
1. Dr. Tuti Indah Sari, S.T., M.T
NIP. 197502012000122001
2. Budi Santoso, S.T., M.T
NIP. 197706052003121004
3. Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

()
27 Juli 2020
()
()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003



HALAMAN PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa

Zianka Audy Shesaruny **03031381621056**

Ade Azmi Amelia **03031381621058**

Judul:

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN ETILEN OKSIDA
KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada sidang sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juli 2020 oleh Dosen Penguji:

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

Budi Santoso, S.T., M.T
NIP. 197706052003121004

Palembang, Juli 2020
Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,



Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D.
NIP. 196009091987031004

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat dan karunia-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etilen Oksida Kapasitas Produksi 60.000 Ton/Tahun”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Semoga hasil penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu Penulis selama melaksanakan penelitian dan penyusunan laporan ini:

- 1) Dr. Ir. H. Syaiful, DEA, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 2) Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- 3) Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph. D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- 4) Seluruh Dosen beserta Staff Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Kedua orang tua dan keluarga penulis yang memberikan semangat, motivasi dan doa.
- 6) Teman-teman Angkatan 2016 kampus Palembang.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI	xii
 BAB I PEMBAHASAN UMUM	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Etilen Oksida.....	3
1.4. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk	7
 BAB II PERENCANAAN PABRIK	
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	12
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi.....	12
2.3. Pemilihan Bahan Baku	14
2.4. Pemilihan Proses	14
2.5. Uraian Proses	15
 BAB III LOKASI DAN LETAK PABRIK	
3.1. Lokasi Pabrik	18
3.2. Tata Letak Pabrik	20
3.3. Luas Area Pabrik	20
 BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
4.1. Neraca Massa	22

4.2. Neraca Panas	26
BAB V UTILITAS	
5.1. Unit Pengadaan Air	33
5.2. Unit Pengadaan <i>Steam</i>	38
5.3. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	38
5.4. Unit Pengadaan Listrik	40
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	45
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN	
7.1. Bentuk Perusahaan	78
7.2. Struktur Organisasi	79
7.3. Tugas dan Wewenang	80
7.4. Sistem Kerja	84
7.5. Penentuan Jumlah Karyawan	86
7.6. <i>Corporate Social Responsibility (CSR)</i>	87
BAB VIII ANALISA EKONOMI	
8.1. <i>Percent Profit on Sales (POS)</i>	90
8.2. <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	91
8.3. <i>Pay Out Time (POT)</i>	92
8.4. <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	94
8.5. <i>Break Even Point (BEP)</i>	94
8.6. <i>Shut Down Point (SDP)</i>	96
BAB IX KESIMPULAN.....	97
BAB X TUGAS KHUSUS	98
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Sifat Fisika	2
Tabel 1.2.	Sifat Kimia	5
Tabel 2.1.	Data Kebutuhan Etilen Oksida di Indonesia.....	11
Tabel 2.2.	Pebrandingan Beberapa Prose Pembuatan Etilen Oksida	45
Tabel 3.1.	Rincian Area Pabrik	46
Tabel 5.1.	Kebutuhan <i>Steam</i> Proses	47
Tabel 5.2.	Total Kebutuhan Air	66
Tabel 5.3.	Data LHV Komponen LNG	67
Tabel 5.4.	Kebutuhan Listik untuk Proses	68
Tabel 5.5.	Kebutuhan Lumen	69
Tabel 5.6.	Kebutuhan AC	70
Tabel 5.7.	Kebutuhan Listrik	71
Tabel 5.10.	Hasil Perhitungan Kebutuhan Listrik	72
Tabel 7.1.	Pembagian Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	110
Tabel 7.2.	Pembagian Jumlah Karyawan	113
Tabel 8.1.	Biaya Produksi	121
Tabel 8.2.	<i>Cash Flow</i>	123
Tabel 8.3.	<i>Discounted Cash Flow</i>	124
Tabel 8.4.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (Fa)	125
Tabel 8.5.	<i>Variable Cost</i> (Va).....	125
Tabel 8.6.	<i>Regulated Cost</i> (Ra).....	125
Tabel 10.1.	<i>Mechanical Design Reaktor</i>	154
Tabel 10.2.	<i>Mechanical Design Stripper</i>	156

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Kebutuhan Impor Etilen Oksida di Indonesia 2014-2019	11
Gambar 2.1.	Trend Kebutuhan Etilen Oksida	17
Gambar 3.1.	Jarak Lokasi Pabrik dengan Penyediaan Bahan Baku	19
Gambar 3.2.	Layout Pabrik Pembuatan Etilen Oksida	20
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan	119
Gambar 8.1.	Analisa BEP dan SDP	126
Gambar 10.1.	<i>Single Bed Fixed Bed Reactor</i>	136
Gambar 10.2.	<i>Multi Bed Fixed Bed Reactor</i>	137
Gambar 10.3.	<i>Multitubular Fixed Bed Reactor</i>	138
Gambar 10.4.	Skema Rancang <i>Head</i> Reaktor.....	139
Gambar 10.5.	Skema Rancang Reaktor	140
Gambar 10.6.	<i>Raching Ring Packing</i>	144
Gambar 10.7.	<i>Pall Ring Packing</i>	146
Gambar 10.8.	<i>Cascade Ring Packing</i>	154
Gambar 10.9.	<i>Intalox Saddle</i>	155
Gambar 10.10.	Skema Rancang <i>Head Stripper</i>	157
Gambar 10.11.	Skema Rancang Stripper.....	158

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Perhitungan Neraca Massa
- Lampiran 2.** Perhitungan Neraca Panas
- Lampiran 3.** Perhitungan Spesifikasi Peralatan
- Lampiran 4.** Perhitungan Ekonomi

DAFTAR NOTASI

1. COOLER, PARTIAL CONDENSER, HEATER

A	= Area perpindahan panas, ft^2
a_a, a_p	= Area pada annulus, inner pipe, ft^2
a_s, a_t	= Area pada shell, tube, ft^2
a''	= External surface per 1 in, ft^2/in
B	= Baffle spacing, in
C	= Clearance antar tube, in
D	= Diameter dalam tube, in
D_e	= Diameter ekivalen, in
f	= Faktor friksi, ft^2/in^2
G_a	= Laju alir massa fluida pada annulus, $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$
G_p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$
G_s	= Laju alir massa fluida pada shell, $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$
G_t	= Laju alir massa fluida pada tube, $\text{lb}/\text{jam}.\text{ft}^2$
g	= Percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.\text{°F}$
h_i, h_{i0}	= Koefisien perpindahan panas fluida bagian dalam dan luar tube
jH	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.\text{°F}$
L	= Panjang tube, pipa, ft
LMTD	= Logarithmic Mean Temperature Difference, °F
ΔP_s	= Penurunan tekanan pada annulus, Psi
ΔP_t	= Penurunan tekanan tube, Psi
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
Q	= Beban panas pada heat exchanger, Btu/jam
R_d	= Dirt factor, $\text{Btu}/\text{jam}.\text{ft}^2.\text{°F}$
R_e	= Bilangan Reynold, dimensionless
s	= Specific gravity

T_1, T_2	= Temperatur fluida panas inlet, outlet, °F
t_1, t_2	= Temperatur fluida dingin inlet, outlet, °F
T_c	= Temperatur rata-rata fluida panas, °F
t_c	= Temperatur rata-rata fluida dingin, °F
U_c, U_d	= Clean overall coefficient, design overall coefficient, Btu/jam.ft ² .°F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= Viscositas, cp

2. POMPA

A	= Area alir pipa, in ²
BHP	= Brake Horse Power, HP
$D_i \text{ opt}$	= Diameter optimum pipa, in
E	= Equivalent roughness
f	= Faktor friksi
FK	= Faktor keamanan
g_c	= Percepatan gravitasi, ft/s ²
Gpm	= Gallon per menit
$H_f \text{ suc}$	= Total friksi pada suction, ft
$H_f \text{ dis}$	= Total friksi pada discharge, ft
H_{fs}	= Skin friction loss
H_{fsuc}	= Total suction friction loss
H_{fc}	= Sudden Contraction Friction Loss (ft lb _m /lb _f)
H_{fe}	= Sudden expansion friction loss (ft lb _m /lb _f)
ID	= Inside diameter pipa, in
K_C, K_S	= Contraction, expansion loss contraction, ft
L	= Panjang pipa, ft
L_e	= Panjang ekuivalen pipa, ft
NPSH	= Net positive suction head (ft)
N_{Re}	= Reynold number, dimension less

P_{Vp}	= Tekanan uap, Psi
Q_f	= Laju alir volumeterik
V_f	= Kapasitas pompa, lb/jam
V	= Kecepatan alir
ΔP	= Beda tekanan, Psi

3. REAKTOR

C_{pi}	= Kapasitas panas bahan i .
F_{Ao}	= Laju alir massa mula-mula.
F_i	= Laju alir bahan i
H_i	= Enthalpi bahan i
ID_t	= Diameter dalam <i>tube</i>
N_t	= Jumlah <i>tube</i>
T_s	= Suhu pendingin dalam <i>shell</i>
U_D	= Koefisien perpindahan panas menyeluruh
X_A	= Konversi
Z	= Panjang reaktor
$-\Delta H_r$	= Panas reaksi
W_s	= Jumlah massa pendingin
C_{ps}	= Kapasitas panas pendingin
U	= Koefisien perpindahan panas overall
V_0	= Volumetric flowrate, m^3/jam
T	= Residence Time
t_h	= Tebal dinding torispherical head, in
t_s	= Tebal silinder, in
k	= Konstanta laju reaksi, $m^3/kmol.s$
OD	= Outside Diameter, m
P	= Tekanan, atm
D_{opt}	= Diameter optimum
A	= Luas area, m^2
V_T	= Laju alir tube side, m^3/s

U _t	= Kecepatan bagian tube, m/s
D _b	= Diameter bundle, m
C _b	= Diameter shell clearance, m
D _s	= Inside diameter shell, m
h _{oc}	= Koefisien perpindahan panas, W/m ² °C
P't	= Sudu tube vertikal, m
E	= Energi Aktivasi
ρ	= Densitas

4. ABSORBER, STRIPPER

A	= Luas permukaan, m ²
a _p	= Luas permukaan spesifik packing, m ² /m ³
c	= Densitas molar
C _c	= Faktor korosi maksimum yang diizinkan
C _d	= Konstanta empirik
C _f	= Konstanta flooding pada tray
d _s	= Diameter permukaan packing, m
D _{gas}	= Difusifitas gas, m ² /s
D _{liq}	= Difusifitas liquid, m ² /s
D _t	= Diameter tower, m
E	= Efisiensi pengelasan
F	= Koefisien volumetrik
G	= Laju alir, kg/s
H _{toL}	= Tinggi transfer unit, m
H _{ST}	= Tinggi stripper, m
L ₁	= Laju alir liquid masuk, kg/jam
m	= slope
n	= jumlah tray
N _{toL}	= Jumlah transfer unit
P	= Tekanan operasi, atm
p	= Kontanta empirik tekanan

S	= Tekanan kerja yang diizinkan, psi
T	= Temperatur operasi, °C
t	= Tebal dinding, m
Z	= Tinggi packing, m
α	= Interfacial area, m ² /m ³
β	= Konstanta empirik untuk kecepatan flooding
σ	= Surface tension, N/m
ε	= Operating void space
μ_{gas}	= Viskositas gas, cP
μ_{liq}	= Viskositas liquid, Cp
ρ_{gas}	= Densitas gas
ρ_{liq}	= Densitas liquid, kg/m ³
φ	= Hold up, m ² /m ³
ΔP	= Pressure drop, atm

5. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan
D	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless
h	= Tinggi head, m
H	= Tinggi silinder, m
H _T	= Tinggi total tangki, m
P	= Tekanan Operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, Psia
T	= Temperatur Operasi, K
t	= Lama persediaan/penyimpanan, hari
V _h	= Volume torispherical head, m ³
V _s	= Volume silinder, m ³
V _t	= Volume tangki, m ³
W	= Laju alir massa, kg/jam
ρ	= Densitas, kg/m ³

6. KNOCK OUT DRUM

A	= Vessel Area Minimum, m ²
C	= Corrosion maksimum, in
D	= Diameter vessel minimum, m
E	= Joint efisiensi
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

7. FURNACE

A	= Luas tube, ft ²
A _{cp}	= Cold plate area, ft ²
A _{cpw}	= Cold plate area tube wall, ft ²
A _{rt, a}	= Luas area radian section, luas tube, ft ²
é	= Emisivitas
F	= Faktor seksi konveksi

G	= Mass velocity pada minimum cross section, lb/s.ft ²
L	= Panjang tube, ft
L_{beam}	= Mean beam length, ft
N_t	= Jumlah tube
OD	= Diameter luar tube, in
Q_n	= Net heat release, Btu/jam
qL	= Tube heat loss
qr	= Radian duty, Btu/jam
t_f, t_t	= Temperatur fluida, temperatur dinding, ° F
ρ_g	= Densitas fuel gas, lb/ft ³

8. KOMPRESOR

C_{fm}	= Cubic feed per menit
k	= Spesific heat
N_s	= Jumlah stage
P_w	= Power yang dibutuhkan, HP
P	= Tekanan, Psi
R_c	= Ratio P_{out}/P_{in} , dimensionless
R_{ct}	= ratio kompresi per stage, dimensionless
W	= Laju feed
ρ_v, ρ_l	= Densitas gas, liquid, kg/m ³

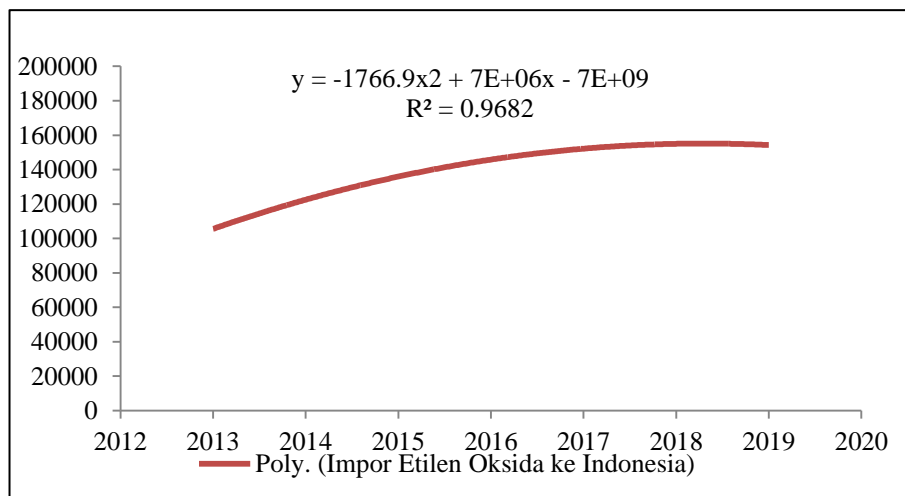
BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara berkembang yang mempunyai tujuan untuk dapat mewujudkan masyarakat Indonesia yang adil dan makmur secara merata baik dari segi material maupun spiritual. Salah satu sektor yang dapat ditingkatkan adalah sektor industri. Perkembangan sektor industri diupayakan secara maksimal dengan meningkatkan pengelolaan sumber daya alam dan sumber daya manusia di Indonesia. Pembangunan di sektor industri diharapkan dapat menjadi tulang punggung perekonomian bangsa, khususnya industri kimia.

Industri kimia memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia, dimana merupakan induk dari bidang perekonomian dan perkembangan suatu negara. Industri kimia terus mengalami perkembangan dalam bidang teknologi yang bertujuan untuk membatasi impor bahan baku industri dan dapat menghasilkan bahan baku untuk diekspor. Etilen oksida memiliki banyak manfaat, salah satunya adalah bahan penunjang di industri kimia seperti pada bahan baku pembuatan etilen glikol, polietilen glikol, etanol amin, etilen oksida glikol eter dan produk etoksilat. Data kebutuhan impor etilen oksida tahun 2014-2019 dapat dilihat pada Gambar 1.1. di bawah ini.



Gambar 1.1. Kebutuhan Impor Etilen Oksida 2014-2019

(Sumber : Comtrade)

Data pada Gambar 1.1. menunjukkan bahwa nilai impor etilen oksida di Indonesia lebih besar dibandingkan dengan jumlah ekspor yang dilakukan. Hal tersebut disebabkan kurang memadainya pabrik etilen oksida di Indonesia untuk mencukupi kebutuhan produksinya, bahan baku etilen oksida harus diperoleh dari luar negeri. Pendirian pabrik etilen oksida di Indonesia dapat dilakukan, mengingat keterjangkauan bahan baku yang cukup memadai, kestrategisan lokasi, dan kekayaan sumber daya di sekitarnya yang dapat dimanfaatkan.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Etilen oksida pertama kali ditemukan oleh John Wurtz pada tahun 1859 dan diperoleh melalui proses klorohidrin, yaitu dengan cara mereaksikan etilen klorohidrin (2-kloroetanol) dengan larutan kalsium hidroksida. Wurtz mengukur titik didih etilen oksida sebagai $13,5^{\circ}\text{C}$, sedikit lebih tinggi dari nilai sekarang, dan menemukan kemampuan etilen oksida bereaksi dengan asam dan garam logam. Wurtz keliru menganggap bahwa etilen oksida memiliki sifat-sifat basa organik. Kekeliruan ini bertahan sampai tahun 1896 ketika Georg Bredig menemukan bahwa etilen oksida mempunyai sifat elektrolit yang berbeda dari jenis eter lainnya. Proses sintesis terdahulu tetap menjadi satu-satunya metode untuk menghasilkan etilen oksida, meskipun telah dilakukan berbagai upaya untuk menghasilkan etilen oksida langsung dari etilena.

Pada tahun 1931 kimiawan Perancis Theodore Lefort mengembangkan metode oksidasi langsung etilena dengan adanya bantuan katalis perak. Sejak tahun 1940, hampir semua produksi industri Etilen Oksida telah mengandalkan proses ini. Sterilisasi dengan Etilen Oksida untuk pelestarian rempah-rempah telah dipatenkan pada tahun 1938 oleh kimiawan Amerika Lloyd Hall. Etilen oksida dicapai industri penting selama Perang Dunia I sebagai bahan baku pembuatan etilen glikol dan gas *mustard* senjata kimia.

Produksi komersial etilen oksida terjadi pada tahun 1914 ketika BASF membangun pabrik pertama yang menggunakan proses klorohidrin dengan mereaksikan etilen klorohidrin dengan kalsium hidroksida. Proses klorohidrin tidak menarik karena beberapa alasan, termasuk efisiensi rendah dan hilangnya klorin berharga kalsium klorida. Oksidasi langsung yang lebih efisien etilena

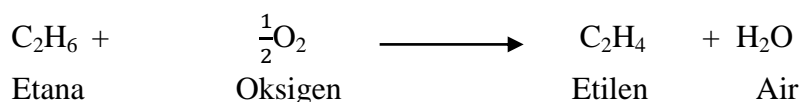
melalui udara diciptakan oleh Lefort pada tahun 1931 dan pada tahun 1937 Union Carbide membuka pabrik pertama menggunakan proses ini. Proses itu lebih ditingkatkan pada tahun 1958 oleh *Shell Oil Co* dengan mengganti udara dengan oksigen dan menggunakan suhu tinggi 200-300°C dan tekanan (1-3 MPa). Proses lebih efisien ini menyumbang sekitar setengah dari produksi etilen oksida pada tahun 1950 di AS, dan menjadi proses utama pembuatan etilen oksida.

1.3. Macam-Macam Proses Pembuatan Etilen Oksida

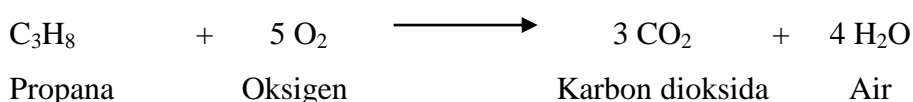
a) Proses Oksidasi Etilen dari Etana Dengan Oksigen Sebagai *Oxidizing Agent*

Bahan baku berupa gas etana dari tangki (T-01) dengan $T=30^{\circ}\text{C}$ dan $P=25$ atm dan gas oksigen dari tangki (T-02) bertemu di *mixing point* (MP-01) sebelum akhirnya dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 340°C menggunakan *furnace* (F-01). Kemudian bahan baku yang telah dipanaskan masuk ke reaktor *fixed bed multitubular* (R-01) dengan temperatur 340°C dan tekanan 6 atm untuk direaksikan membentuk gas etilen, dimana reaksi yang berlangsung:

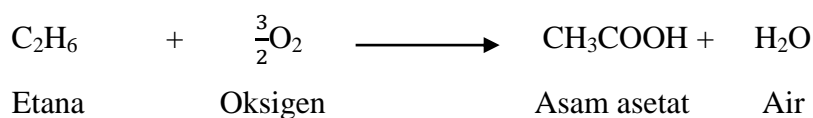
Reaksi Utama :



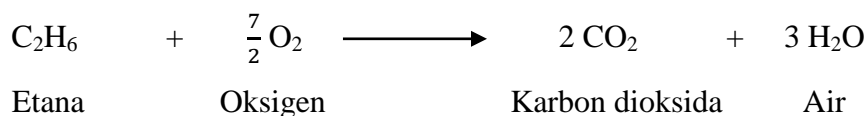
Reaksi Samping 1



Reaksi Samping 2



Reaksi Samping 3



Produk R-01 yang berfase gas kemudian didinginkan menggunakan Cooler (C-01), selanjutnya kandungan air dan asam asetat dihilangkan dengan

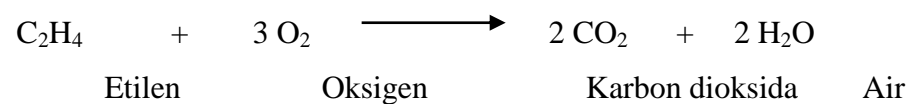
menggunakan *Partial Condensor* (PC-01) dengan $T=70^{\circ}\text{C}$ dan $P =10$ atm dan dilanjutkan dengan menggunakan *Knock Out Drum* (KOD-01). Keluaran top (KOD-01) berupa etana, etilen dan karbon dioksida akan masuk ke Absorber (AB-01) untuk dihilangkan kandungan karbon dioksidanya dengan cara diserap menggunakan larutan Benfield (K_2CO_3) pada suhu 70°C dan 28 atm. Karbon dioksida yang telah diserap akan keluar melalui bottom absorber kemudian masuk ke stripper (STP-01) pada $T=129^{\circ}\text{C}$ dan $P =1,43$ atm untuk dilucuti gas CO_2 . Top stripper berupa gas CO_2 akan ditampung di tangki (T-04).

Keluarannya akan diturunkan tekanannya menggunakan ekspander (EXP-02) untuk bertemu dengan gas oksigen dari tangki oksigen (T-02) di *mixing point*-02 (MP-02). Oksigen dari tangki (T-02) dipanaskan menggunakan *heater* (H-01) dan diturunkan tekanannya menggunakan ekspander (EXP-03). Keluaran *mixing point* (MP-02) kemudian dipanaskan menggunakan *furnace* (F-02) dengan $T=254^{\circ}\text{C}$. Gas keluaran *furnace* (F-02) masuk ke reaktor *multitubular fixed bed reactor* (R-02) dengan $T= 254^{\circ}\text{C}$ dan $P=15$ atm untuk direaksikan membentuk gas etilen oksida, dimana reaksi yang berlangsung adalah :

Reaksi Utama



Reaksi Samping 1

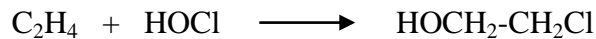


Keluarannya reaktor (R02) berupa etilen oksida, karbon dioksida, air, etana, kemudian didinginkan menggunakan *cooler* (C-02) untuk selanjutnya masuk ke absorber (AB-02) pada $T= 70^{\circ}\text{C}$ dan $P=15$ atm untuk tahap pemurnian.

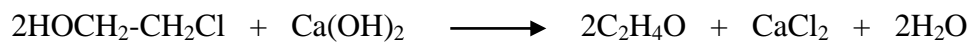
b). Proses Klorohidrin

Pembuatan etilen oksida dengan reaksi klorohidrin terdiri dari beberapa reaksi, yaitu :

- 1) Reaksi Etilen dengan Asam Hipoklorit untuk menghasilkan Klorohidrin.



- 2) Reaksi Klorohidrin dengan Kalsium Hidroksida untuk menghasilkan Etilen Oksida.



Reaksi tersebut berlangsung di dalam kolom berunggun yang terbuat dari material tahan korosi pada kondisi optimum yaitu temperatur 27-43°C dan tekanan 2-3 atm. Didalam proses ini *selectivity* teoritis sebesar 85-90%. Pada proses klorohidrin terdapat beberapa kekurangan dibandingkan proses oksidasi langsung, seperti terdapat produk samping yang mengandung khlor, bahan baku yang lebih beraneka ragam dan terdapat khlor dalam aliran bahan baku sehingga dibutuhkan peralatan tahan korosi yang harganya mahal.

c). Proses Oksidasi Etilen Dengan Udara

Proses ini terdiri dari tiga bagian, yaitu sistem reaksi, *recovery* oksida dan pemurnian oksida. Pada bagian pertama, udara yang sudah dinaikkan tekanannya kemudian disaring dan diumpankan secara terpisah dengan etilen kedalam aliran gas *recycle*. Etilen kemudian dioksidasi menjadi etilen oksida, karbon dioksida dan air. Inhibitor oksidasi dalam fase uap seperti etilen diklorida atau vinil klorida

Tahap kedua dari yaitu *recovery* etilen oksida dari gas mentah. Etilen oksida diabsorpsi dengan air dalam absorber dan gas sisa dibuang ke *vent* dari reaktor utama untuk mencegah akumulasi dari gas inert, terutama nitrogen dan Karbondioksida. Reaksi oksidasi etilen dengan udara sebagai *oxidizing agent* berlangsung pada temperatur 220 – 280 °C dan tekanan 10 – 30 atm dengan *selectivity* sebesar 75%. Selain *selectivity* yang lebih rendah, pada proses ini aliran *recycle* yang dihasilkan menjadi lebih besar, sehingga dibutuhkan alat-alat proses yang lebih besar. Rendahnya selektivitas dapat mempengaruhi terhadap

besarnya volume alat-alat yang digunakan karena adanya aliran *purging* untuk mencegah akumulasi nitrogen dalam reactor. Dengan demikian biaya investasi yang harus dikeluarkan menjadi lebih besar jika dibandingkan dengan proses pembuatan etilen oksida dengan menggunakan oksigen sebagai *oxidizing agent*.

1.4. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Sifat Fisika

Tabel 1.1. Sifat Fisika

No .	Nama Zat	Rumus Molekul	Berat Molekul (kg/kmol)	Densitas (kg/m ³ cairan)	Wujud	Titik Didih (°C)	Titik Leleh (°C)	Temperatur Kritis (°C)	Tekanan Kritis (bar)	Sumber
1.	Etana	C ₂ H ₆	30,07	548	Gas	-88,7	-183,3	32,18	48,8	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
2.	Oksigen	O ₂	31,999	1149	Gas	-183,0	-218,8	-181,6	50,5	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
3.	Etilen	C ₂ H ₄	28,054	577	Gas	-103,8	-169,2	282,4	50,4	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
4.	Perak	Ag	107,88	10508	Solid	1950	960,5	-	-	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
5.	Molibdenum vanadium	MoV	156,9	9865	Solid	-	-	-	-	(pubchem.ncbi.nlm.nih.gov)
5.	Etilen Oksida	C ₂ H ₄ O	44,054	899	Gas	-10,3	-112,2	196	71	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)

6.	Karbon dioksida	CO ₂	44,010	777	Gas	-78,5	-56,6	31	73,8	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
7.	Air	H ₂ O	18	998	Cair	100	0	373,9	220,5	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
8.	Asam Asetat	CH ₃ COOH	60,05	1,05	Cair	117,9	16,6	320	57,8	(Coulson&Richardson Vol.6. 1999)
9.	Kalium Karbonat	K ₂ CO ₃	138,2	2,29	Cair	Decomposes	899	-	-	(www.chemeo.com)
11.	Propilen Karbonat	C ₄ H ₆ O ₃	102,09	1,24	Cair	242	-48,8	650,9	50,66	(www.chemeo.com)

1.4.1. Sifat Kimia

Tabel 1.2. Sifat Kimia

No.	Nama Zat	Sifat Kimia
1.	Etana	Etana adalah senyawa hidrokarbon yang berwujud gas tidak berbau dan tidak berwarna pada suhu dan tekanan standar. Etana merupakan senyawa yang stabil dan menunjukkan ketahanan terhadap reaktivitas. Etana dapat larut dalam pelarut polar. Pada suhu kamar, sama seperti metana, etana sangat mudah terbakar, hasil pembakarannya menghasilkan kalor, karbon dioksida dan uap air.
2.	Oksigen	Oksigen merupakan elemen yang sangat reaktif dan memiliki kemampuan yang sangat mudah untuk bergabung dengan elemen lain, kecuali gas inert cahaya. Namun, dapat bereaksi dengan gas halogen, inert berat, halogen, dan platinum. Oksigen dapat bereaksi dengan berbagai unsur. Hasil persenyawaan oksigen biasanya dikenal dengan nama oksida. Kehadiran oksigen juga dapat mendukung adanya proses pembakaran sebagai unsur pembakar. Oksigen secara aktif dapat mengoksidasi logam, dan menimbulkan karat.
3.	Etilen	Etilen merupakan gas tak berwarna yang berbau manis dan berasa. Gas etilen lebih ringan daripada udara. Etilen bersifat mudah terbakar dan meledak. Etilen tidak mudah terlarut dalam air, namun dapat larut dalam alkohol dan eter. Reaksi-reaksi umum yang dapat terjadi pada etilen adalah reaksi polimerisasi, oksidasi, hidrogenisasi, dan adisi.

4.	Perak	Perak murni berwarna putih, berkilau, lunak, sangat ulet, mudah ditempa, serta merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. Perak bukan logam yang aktif secara kimia, tetapi dapat bereaksi dengan asam nitrat (membentuk nitrat) dan bereaksi dengan asam sulfat pekat panas. Perak merupakan unsur logam yang tidak reaktif. Logam tidak teroksidasi pada udara, namun dapat bereaksi dengan hidrogen sulfida yang ada di udara dan membentuk perak sulfida (<i>tarnish</i>), sehingga memerlukan pembersihan yang teratur. Perak juga memiliki kestabilan yang tinggi dalam air.
5.	Etilen Oksida	Etilen Oksida adalah senyawa yang sangat mudah bereaksi (reaktif), reaksi dimulai dengan terbakarnya struktur cincin dan umumnya bersifat eksotermis. Suatu ledakan dapat terjadi jika etilen oksida dalam bentuk uap mendapatkan pemanasan yang berlebihan. Etilen oksida berbentuk gas tak berwarna mudah terbakar pada suhu ruangan dan berbau manis. Senyawa ini merupakan epoksida paling sederhana: cincin tiga-anggota dengan 1 oksigen dan 2 karbon. Etilen oksida banyak dipakai pada reaksi adisi, seperti polimerisasi. Etilena oksida berisomer dengan asetaldehida dan vinil alkohol.
7.	Karbon dioksida	Karbon dioksida adalah gas yang tidak berwarna dan tidak berbau. Pada temperatur kamar, karbon dioksida dapat berubah menjadi asam karbonat. Karbon dioksida dapat larut dalam air dan secara <i>reversible</i> membentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang merupakan asam lemah karena

		ionisasinya yang belum terjadi secara sempurna. Pada temperatur $-78-51^{\circ}\text{C}$, karbon dioksida dapat menyublim dan mengalami deposisi. Karbon dioksida dalam bentuk padat biasanya disebut dengan es kering, yang sering digunakan sebagai pendingin.
7.	Air	Air memiliki jenis ikatan hidrogen pada molekulnya. Ketika senyawa ionik seperti natrium klorida ditambahkan ke dalam air, ikatan hidrogen akan menarik senyawa ionik tersebut, sehingga air dapat dikatakan sebagai pelarut murni. Air membutuhkan panas berlebih untuk menaikkan temperatur dibandingkan senyawa lain untuk memutuskan ikatan hidrogennya, sehingga memiliki kapasitas panas yang tinggi. Air dapat bereaksi dengan senyawa organik dan membentuk berbagai jenis produk.
8.	Asam Asetat	Asam asetat adalah asam lemah. Sebagai asam karboksilat dapat membentuk turunan khas seperti asam klorida, anhidrida, ester dan amida. Sebagai larutan encer (cuka), asam asetat aman dikonsumsi. Namun, bentuk terkonsentrasinya sangat korosif terhadap mata, kulit dan selaput lendir pada saat terhirup atau kontak, yang menyebabkan iritasi parah dan / atau terbakar.

Sumber : (*pubchem.ncbi.nlm.nih.gov*, 2020)

DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba. 2020. *Harga Etana*. (Online). <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/99-5-c2h6-ethane-gas-60692092129.html>. (Diakses pada 26 Juni 2020).
- Alibaba. 2020. *Harga Etilen Oksida*. (Online). <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/3n5-purity-99-95-ethylene-gas-oxide-62452354398-.html?spm=a2700.8699010-.normalList.62.71c5-5a54m0cPg8>. (Diakses pada 26 Juni 2020).
- Alibaba. 2020. *Harga Karbondioksida*. (Online). <https://www.alibaba.com/showroom/carbon-dioxide-gas.html>. (Diakses pada 26 Juni 2020).
- Alibaba. 2020. *Harga Oksigen*. (Online). <https://www.alibaba.com/showroom/industrial-oxygen-price.html> (Diakses pada tanggal 26 Juni 2020).
- Amiruddin. 2012. *Pengantar Metode Penelitian Hukum*. Raja Grafindo Persada. Bandung
- Aries, R.S. dan Newton, R. D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: Mc. Graw Hill Book Co, Inc.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Data Impor Etilen Oksida di Indonesia*. (Online) http://www.bps.go.id/all_newtemplate.php/. (Diakses pada tanggal 1 Mei 2020).
- Bank Indonesia. 2020. *Suku Bunga Untuk Investasi Loan*. (Online). https://www.bi.go.id/seki/tabel/TABEL1_26.pdf. (Diakses pada tanggal 27 Juni 2020).
- Brown, T.L., dkk. 1977. *Chemistry The Central Science*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Brownell, L. E., dan Young, E. H. 1959. *Process Equipment Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Bukalapak. 2020. *Harga AC*. (Online). <https://www.bukalapak.com/1xwn1re-jual-diskongila-ac-aqua-1-2-pk-low-watt-105gc6-unit-ac>. (Diakses pada tanggal 26 Juni 2020).
- Comtrade. 2019. (Online). <https://comtrade.un.org/Data> (Diakses pada 14 Maret 2020).
- Coulson, J., dan Jack, R. 2003. *Chemical Engineering 3th Edition Volume 6*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Felder, R. M. 2005. *Elementary Principles of Chemical Engineering 3rd Edition*. New York: John Wiley and Sons.
- Flatfy. 2020. Harga Tanah. (Online). <https://flatfy.id/tanah-dijual-sampang>.(Diakses pada tanggal 26 April 2020).
- Fogler, H. S. 2006. *Element of Chemical Reaction Engineering 4th Edition*. Massachusetts: Pearson Education, Inc
- Frauenkron, M., Melder, J., Ruider, G., dan Höke, H. 2012. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Harriott, P. 2003. *Chemical Reactor Design*. America: Marcel Dekker, Inc.
- Jakobsen, H.. 2008. Chemical Design Reactor:
- Kawabi, Kazuki., Murata, Kazuhiko.1996. *Method of Recovering Ethylene Oxide*. US Patent5,559,25.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York: McGraw-Hill Book, Co.
- Kispotta, N., dkk. 2014. Common Boiler Feed Water Treatment in the Industry. *International Journal for Innovative Research in Science and Technology*. 1(6): 59-62.
- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering Third Edition*. United State of America: John Wiley and Sons.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. 1993. *Unit Operation of Chemical Engineering 5th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Mendes, Marisa. 2011. HETP Evaluation of Structured and Randomic Packing Distillation Column. *Mass Transfer Book*.

- Mitkidis, Macia, Vam Rosuum, Schoonenbbek. 2019. *Ethane Oxidative Dehydrogenation And Acetic Acid Recovery*. US 2019/0055176 A1.
- Newnan, D. 1990. *Engineering Economic Analysis*. New York: Oxford University Press.
- Pemerintah Indonesia. 2007. *Undang-Undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pemerintah Kabupaten Cilacap Prov. Jawa Tengah Indonesia. 2019. *Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Cilacap 2010-2030*. (Online). <https://kominfo.cilacapkab.go.id/peta-cilacap/>.
- Perry, R. H. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition*. United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America: The McGraw Hill Companies.
- Peters, M. S. dan Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant Design and Chemical Engineers*. Singapore: McGraw Hill.
- Phillips. 2020. *LED Bulb Specifications*. (Online). www.philips.co.in. (Diakses 26 Juni 2020).
- Pilling, M., Holden, dan Bruce, S. 2009. Choosing Trays and Packings for Distillation. *Chemical Engineering Progress*: 44-50.
- Setu, W. 2019. *Harga Natural Gas*. (Online). <https://www.merdeka.com/uang/pemerintah-cari-cara-harga-gas-bumi-tarif-listrik-murah-genjot-industri-manufaktur.html>. (Diakses pada tanggal 25 April 2020).
- Sinnott, R. K. 2005. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering Design 4th Edition, Volume 6*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Standar Nasional Indonesia. 2000. *Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan SNI 03-6197-2000*. (Online). <http://iaeeta.org/wp-content/uploads/2017-08/sni-03-6197-2000-Pencahayaan.pdf>. (Diakses pada tanggal 26 Juni 2020).

- Sumitro, 1994, Dasar Teori Ekonomi Pertumbuhan dan Ekonomi Pembangunan, Jakarta : LPES.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Treyball, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation*. Tokyo: Mc Graw Hill Book Co.
- Ulrich, G. D. 1984. *A Guide for Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: John Wiley & Sons.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1995. Tentang Perseroan Terbatas. (Online). <https://www.bphn.go.id/data/documents/95uu001.pdf>. (Diakses pada Tanggal 20 Juni 2020).
- United Nations Environment Programme Chemicals. 2000. *OECD High Production Volume Chemicals Programme Phase 3*. Geneva: Screening Information Data Set.
- US Energy Information. 2020. *Harga Diesel Fuel*. (Online). <https://www.eia.gov/-petroleum/gasdiesel/>. (Diakses pada tanggal 25 April 2020).
- Van, Rosuum, Daniela, Schoonebbek. 2019. *Process For Production of Ethylene Oxide*. WO2019/197249
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Watanabe, Akimasa. 2016. *Method For Producing Ethylene Oxide*. US 9,518,036 B2.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw Hill Education.