

**PRA RENCANA
PABRIK PEMBUATAN ETILEN DIKLORIDA
DENGAN PROSES OKSIKLORINASI
KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

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

Oleh

ENDAH PRADILA SANDI 03031181520034

WAFIKA FIRDAYANTI 03031281520086

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETILEN DIKLORIDA DENGAN
PROSES OKSIKLORINASI KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana

Oleh:

Endah Pradila Sandi

NIM 03031181520034

Wafika Firdayanti

NIM 03031281520086

Palembang, Januari 2020

Pembimbing



Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA

NIP 196010111985032002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. H. Syaiful, DEA

NIP 19580031986031003

LEMBAR PERBAIKAN

Judul :

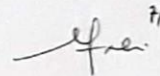
**"PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETILEN DIKLORIDA
DENGAN PROSES OKSIKLORINASI KAPASITAS PRODUKSI 300.000
TON/TAHUN"**

Nama Mahasiswa/NIM:

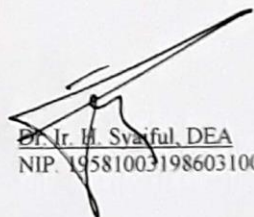
1. Endah Pradila Sandi (03031181520034)
2. Wafika Firdayanti (03031281520086)

Mahasiswa tersebut telah melakukan perbaikan/revisi yang diberikan pada Sidang Tugas Akhir tanggal 19 Desember 2019 di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya oleh Dosen Penguji:

1. Ir. Hj. Farida Ali, DEA
NIP. 195511081984032001

()
7/1/2020

Palembang, Januari 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


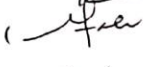

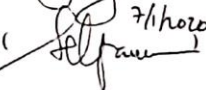

Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP. 195810031986031003

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul "Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Metoksi Asetat Kapasitas 45.000 ton per tahun" telah dipertahankan Putra Satria dan Syahri Romadhoni di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Desember 2019.


Palembang, Desember 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA
NIP. 196010111985032002 ()
2. Ir. Hj. Farida Ali, DEA
NIP. 195511081984032001 ()
3. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197505112000122001 ()
4. Selpiana, S.T., M.T.
NIP. 197809192003122001 ()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia


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

**PERNYATAAN KEBENARAN DATA DAN
KEASLIAN DOKUMEN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Endah Pradila Sandi

NIM : 0303118520034

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa seluruh data dan dokumen yang disertakan sebagai persyaratan mengikuti sidang Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia FT UNSRI adalah benar dan sesuai dengan dokumen aslinya. 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, November 2019



Endah Pradila Sandi

NIM. 03031181520034

**PERNYATAAN KEBENARAN DATA DAN
KEASLIAN DOKUMEN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wafika Firdayanti
NIM : 0303128520086
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa seluruh data dan dokumen yang disertakan sebagai persyaratan mengikuti sidang Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia FT UNSRI adalah benar dan sesuai dengan dokumen aslinya. 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, November 2019



Wafika Firdayanti

NIM. 03031281520086

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat dan rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pra Rencana Pabrik Pembuatan Etilen Diklorida dengan Proses Oksiklorinasi Kapasitas Produksi 300.000 Ton/Tahun”. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mengikuti ujian sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Laporan tugas akhir ini terdiri dari 9 bab yang meliputi Pendahuluan, Perencanaan Pabrik, Lokasi dan Tata Letak Pabrik, Neraca Massa dan Neraca Panas, Utilitas, Spesifikasi Peralatan, Organisasi Perusahaan, Analisa Ekonomi dan Kesimpulan. Seluruh bab tersebut disusun untuk menggambarkan dan menganalisa kelayakan pabrik tersebut untuk didirikan dari berbagai aspek.

Dalam penyusunannya, penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun demi perbaikan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh kalangan dan pihak yang membacanya.

Palembang, November 2019

Tim Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada proses penyusunan laporan tugas akhir ini, banyak pihak yang telah membantu dalam berbagai hal. Bantuan baik moril maupun materi merupakan salah satu hal yang sangat membantu dan berkesan dalam penyusunan tugas akhir ini. Terimakasih kepada pihak-pihak tersebut terutama kepada:

- 1) Allah SWT, atas berkat, rahmat, nikmat, dan seluruh karunia-Nya baik dalam bentuk kelapangan hati dan pikiran serta kesehatan sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- 2) Kedua orang tua kami tercinta yang telah memberikan kasih sayang, *support*, dan doa-doa setiap harinya sehingga Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Terselesaikannya tugas akhir ini merupakan salah satu doa mereka yang Allah kabulkan.
- 3) Bapak Dr. Ir. H. M. Syaiful, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 4) Ibu Dr. Leily Nurul Komariah, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 5) Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang selalu mendukung serta memberi arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
- 6) Seluruh dosen dan Staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 7) Keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan dan kasih sayang tiada henti.
- 8) Teman-teman tercinta dari Jojoba (Cindy, Amel, Anjar, Litra, Sheren, Wafika, Virda, Nyimas, dan Shanaz) atas dukungan, hiburan dan seluruh bantuan baik moril dan materi selama perkuliahan 8 semester ini.
- 9) Corps Asisten Bioproses (Laboratorium Teknik Reaksi Kimia, Katalisis, dan Bioproses) selaku rekan kerja, sahabat sekaligus keluarga baru.
- 10) Yuk Fitri dan Yuk Anis selaku Analis di Laboratorium Bioproses dan Laboratorium Teknik Separasi dan Prufikasi atas segala bantuannya terutama pada saat pengerjaan penelitian.

- 11) TIM KP PERTAMINA RU III Plaju periode Juli-Agustus 2018, Glen, Ade, Fika yang telah menjadi teman seperjuangan selama KP dan saling memberi dukungan satu sama lain selama Kerja Praktek.
- 12) Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Kimia Angkatan 2015 Kampus Indralaya yang telah menjadi penunjang dan keluarga selama perkuliahan 8 semester ini, semoga tali silaturahmi yang kita miliki tetap terjalin sampai kapanpun.
- 13) Partner, yang telah dengan sabar dan bekerja keras bersama-sama mulai dari KP, Riset hingga Tugas Akhir, menyelesaikan laporan satu persatu. Sedikit demi sedikit melewati perjalanan panjang hingga akhirnya bersama-sama sampai di Sidang Tugas Akhir ini. Semoga apa yang telah dikerjakan bersama-sama menjadi berkah dan menjadi penghubung yang baik sehingga dilancarkan menuju dunia kerja nantinya.

Palembang, November 2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB 1. PEMBAHASAN UMUM	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Etilen Diklorida.....	2
1.4. Sifat-sifat Fisika dan Kimia	4
 BAB 2. PERENCANAAN PABRIK	
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	8
2.2. Penentuan Kapasitas.....	9
2.3. Pemilihan Bahan Baku	10
2.4. Pemilihan Proses	11
2.5. Uraian Proses	12
 BAB 3. LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	
3.1. Pemilihan Lokasi	17
3.2. Tata Letak Pabrik	21
3.3. Perkiraan Luas Tanah yang Diperlukan	24
3.4. Pertimbangan Tata Letak Peralatan.....	24
 BAB 4. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS	
4.1. Neraca Massa	27
4.2. Neraca Panas	33
 BAB 5. UTILITAS	
5.1. Unit Pengadaan Air	39

5.2. Unit Penyediaan <i>Steam</i>	44
5.3. Unit Penyediaan Listrik.....	45
5.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	47
BAB 6. SPESIFIKASI PERALATAN	50
BAB 7. ORGANISASI PERUSAHAAN	
7.1. Bentuk Perusahaan	80
7.2. Struktur Organisasi.....	80
7.3. Manajemen Perusahaan.....	81
7.4. Tugas dan Wewenang	82
7.5. Sistem Kerja	85
7.6. Penentuan Jumlah Karyawan	87
BAB 8. ANALISA EKONOMI	
8.1. Profitabilitas	94
8.2. Lama Waktu Pengembalian Modal	95
8.3. Total Modal Akhir.....	97
8.4. Laju Pengembalian Modal	98
8.5. Break Even Point (BEP).....	99
8.6. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	100
BAB 9. KESIMPULAN	102
DAFTAR PUSTAKA	103

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data Impor Etilen Diklorida	9
Tabel 7.1 Pembagian Jam Kerja Karyawan Shift	86
Tabel 7.2 Perincian Jumlah Pekerja	89
Tabel 8.1 Angsuran Pengembalian Modal (US \$)	96
Tabel 8.2 Kesimpulan Analisa Ekonomi	101

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Grafik Data Impor Etilen Diklorida	10
Gambar 3.1. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Cilegon	20
Gambar 3.2. Area Pendirian Pabrik berdasarkan <i>Google Earth</i>	21
Gambar 3.3. <i>Layout</i> Pabrik Pembuatan Etilen Diklorida.....	23
Gambar 3.5. Tata Letak Peralatan Pabrik Pembuatan Etilen Diklorida.....	26
Gambar 7.1. Struktur Organisasi Perusahaan	92
Gambar 8.1. Grafik Break Even Point Pabrik Etilen Diklorida.....	100

DAFTAR NOTASI

1. ABSORBER, STRIPPER, WET SCRUBBER

G'	= Laju alir gas, kg/jam
L	= Laju alir liquid, kg/jam
L'	= Laju alir liquid keluar kolom, kg/jam
ρ_g	= Densitas gas, kg/m ³
ρ_l	= Densitas liquid, kg/m ³
A	= Area tower, m ²
D	= Diameter tower, m
H	= Tinggi kolom, m
Z	= Tinggi packing, m
ΔP	= Pressure drop, atm
OD	= Outside diameter, m
P	= Tekanan dalam, psig
r_i	= Jari-jari dalam, in
S	= Tekanan Maksimum Material Stainless Steel, psi
E_j	= Efisiensi hubungan
C_c	= Ketebalan Korosi yang diperbolehkan, in

2. ACCUMULATOR

C	= Allowable corrosion, m
E	= Efisiensi pengelasan, dimensionless
ID, OD	= Diameter dalam, Diameter luar, m
L	= Panjang accumulator, m
P	= Tekanan operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, atm
T	= Temperatur operasi, K
t	= Tebal dinding accumulator, m
V	= Volume total, m ³
V_s	= Volume silinder, m ³
ρ	= Densitas, kg/m ³

3. COOLER, CONDENSER, HEATER, REBOILER

A	= Area perpindahan panas, ft ²
a _a , a _p	= Area pada annulus, inner pipe, ft ²
a''	= external surface per 1 in, ft ² /in ft
D _e	= Diameter ekivalen, in
f	= faktor friksi, ft ² /in ²
G _a	= Laju alir massa fluida pada annulus, lb/jam. Ft ²
G _p	= Laju alir massa fluida pada inner pipe, lb/jam. Ft ²
g	= percepatan gravitasi
h	= Koefisien perpindahan panas, Btu/jam ft ² F
j _h	= Faktor perpindahan panas
k	= Konduktivitas termal, Btu/jam ft ² F
LMTD	= Logaritmic Mean Temperature Difference, °F
ID	= Inside Diameter, ft
OD	= Outside Diameter, ft
R _d	= Dirt factor, Btu/jam ft ² F
R _e	= Bilangan Reynold
s	= Spesific 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 coefisient, design overall coefisient, Btu/jam ft ² F
W	= Laju alir massa fluida panas, lb/jam
w	= Laju alir massa fluida dingin, lb/jam
μ	= viskositas, cp

4. KNOCK OUT DRUM

Q _v	= Debit uap, ft ³ /s
Q _l	= Debit liquid, ft ³ /jam
U _v max	= Kecepatan uap maksimum, ft/s

$A_{v \min}$	= Minimum vessel cross section, ft^2
D_{\min}	= Diameter vessel minimum, m
L	= Ketinggian liquid, ft
V_s	= Volume shell, ft^3
V_h	= Volume head, ft^3
L	= Panjang vessel, m
r	= Jari-jari vessel, in
S	= Working stress allowable, psi
E _j	= Welding Joint Efisiensi
C _c	= Tebal korosi yang diizinkan, in
t_{shell}	= Tebal dinding, m
ID	= Inside diameter, m
OD	= Outside diameter, m

5. KOLOM DISTILASI

A	= Vessel area, m^2
A_a	= Active area, m^2
A_d	= Area downcomer, m^2
A_h	= Area, hole, m^2
A_n	= Area tower, m^2
C	= Faktor korosi yang diizinkan, m
C_{VO}	= Dry orifice coefficient, dimensionless
C_{sb}	= Kapasitas uap, m/det
D	= Diameter tower, m
D_s	= Designment space, m
E	= Joint efisiensi, dimensionless
E_o	= Overall tray pengelasan, dimensionless
e	= Total entrainment, kg/det
F	= Faktor flooding, dimensionless
F_{LV}	= Parameter aliran, dimensionless
f	= Faktor friksi
H	= Tinggi tower, m

HK	= Heavy Component
h_a	= Areated liquid drop, cm
h_f	= Height of froth, cm
h_{ow}	= Height liquid crast over weir, cm
h_w	= Tinggi weir, cm
L	= Tinggi liquid, m
LK	= Light component
P	= Tekanan desain, atm
Q	= Liquid bolumeterik flowrate, m/det
Q_v	= Vapor bolumeterik flowrate, m/det
R	= Rasio refluks, dimensionless
R_m	= Rasio refluks minimum
S	= Working stress, atm
S	= Plate teoritis pada aktual refluks
S_m	= Stage teoritis termasuk reboiler
U_v	= Vapour velocity, m/det
ρ_g	= Densitas gas, kg/m^3
ρ_l	= Densitas liquid, kg/m^3

6. KOMPRESSOR

P_1	= Tekanan masuk (bar)
P_2	= Tekanan keluar (bar)
T_1	= Temperatur masuk ($^{\circ}\text{C}$)
T_2	= Temperatur masuk ($^{\circ}\text{C}$)
N_s	= Jumlah stage
k	= Isentropik <i>exponent</i>
n	= <i>Politropic exponent</i>
W	= <i>Mass flowrate</i> (kg/jam)
ρ	= Densitas (kg/m^3)
q_{fm}	= Umpan volumterik (m^3/menit)
q_o	= Volume gas standar pada 0°C dan 1 atm (m^3/s)

η = Efisiensi Isentropik

SF = *Safety factor*

7. POMPA

A = Area alir pipa, in²

ID = Diameter optimum dalam pipa baja, in

$D_{i \text{ opt}}$ = Diameter optimum pipa, in

G_c = Percepatan grafitasi, ft/

$H_{f \text{ suc}}$ = Total friksi pada suction, ft

$H_{f \text{ dis}}$ = Total friksi pada Discharge, ft

H_d = Discharge head, ft

H_s = Suction head, ft

H_{fs} = Friksi pada permukaan pipa, ft

H_{fc} = Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft

K_c = Contraction loss, ft

K_e = Expansion loss, ft

L = Panjang pipa, m

L_e = Panjang ekivalen pipa, m

ΔP = Total static head, ft

V_L = Volume fluida, lb/jam

V = Kecepatan alir, ft/det

W_s = Work shaft, ft lbf/lbm

f = Faktor friksi

ρ = Densitas, lb/ft³

μ = Viskositas, cp

ε = Ekivalen roughness, dimensionless

η = Efisiensi, dimensionless

8. REAKTOR

Q = Laju volumetrik, m³/jam

σ = Konstanta *Lennard-Jones*

N = Bilangan Avogrado, mol⁻¹

k_b	= Konstanta Boltzman, $m^2.kg/s^2.K$
T	= Temperatur Reaksi, K
M	= Berat Molekul, kg/kmol
E	= Energi Aktivasi, kJ/kmol
R	= Konstanta Gas Ideal, kJ/kmol K
C	= Konsentrasi Reaktan
H_s	= Tinggi silinder, m
H_h	= Tinggi head reaktor, m
H_t	= Tinggi total reaktor, m
V_h	= Volume head reaktor, m^3
t_s	= Ketebalan Shell tangki, in
P	= Tekanan dalam, psig
r_i	= Jari-jari dalam, in
S	= Tekanan Maksimum Material Stainless Steel, psi
E_j	= Efisiensi hubungan
C_c	= Ketebalan Korosi yang diperbolehkan, in
OD	= Outside diameter, m
ID	= Inside diameter, m
k	= Konstanta laju reaksi ($m^3/kmol.s$)
V_R	= Volume reaktor (m^3)
W_k	= Berat katalis
Q_f	= Aliran massa (Kg/jam)
F_{AO}	= Aliran mol awal (Kmol/jam)
F_A	= Aliran mol akhir (Kmol/jam)
C_{AO}	= Konsentrasi awal (Kmol/ m^3)
C_A	= Konsentrasi akhir (Kmol/ m^3)

9. TANGKI

C	= Tebal korosi yang diizinkan, m
D_T	= Diameter tangki, m
E	= Efisiensi penyambungan, dimensionless

H_s	= Tinggi silinder, m
H_T	= Tinggi tanki, m
h	= Tinggi head, m
P	= Tekanan operasi, atm
S	= Working stress yang diizinkan, atm
t	= Tebal dinding tanki, m
V_s	= Volume silinder, m^3
V_e	= Volume elipsoidal, m^3
V_t	= Volume tanki, m^3

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. PERHITUNGAN NERACA MASSA.....	106
LAMPIRAN 2. PERHITUNGAN NERACA PANAS	137
LAMPIRAN 3. SPESIFIKASI PERALATAN	196
LAMPIRAN 4. PERHITUNGAN EKONOMI.....	357
LAMPIRAN 5. TUGAS KHUSUS.....	372

ABSTRAK

PRA RENCANA PABRIK PEMBUATAN ETILEN DIKLORIDA DENGAN PROSES OKSIKLORINASI KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Desember 2019

Endah Pradita Sandi dan Wafika Firdayanti

Dibimbing oleh Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

IX + 409 Halaman, 5 Tabel, 7 Gambar, 5 Lampiran

RINGKASAN

Pabrik Etilen Diklorida direncanakan didirikan pada tahun 2023 berlokasi di daerah Kepuh, Cilegon, Provinsi Banten, Indonesia. Pabrik ini meliputi area seluas 6,606 Ha dengan kapasitas produksi 300.000 ton/tahun. Proses pembuatan Etilen Diklorida dilakukan dengan mereaksikan bahan baku berupa Etilen, HCl, dan Oksigen melalui proses oksiklorinasi dengan bantuan katalis padat CuCl_2 dengan *support* allumina yang berlangsung di reaktor tipe *Fixed Bed Reactor* pada temperatur 243°C dan tekanan 3,9 atm.

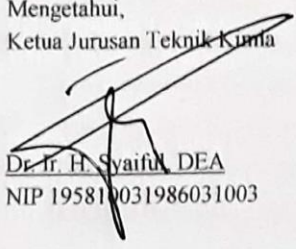
Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff*, yang dipimpin oleh seorang direktur utama dengan jumlah karyawan sebanyak 216 orang. Pabrik pembuatan Etilen Diklorida ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi persyaratan parameter ekonomi sebagai berikut:

a) Investasi	= US \$ 96.612.874,80
b) Hasil penjualan per tahun	= US \$ 347.652.000,00
c) Biaya produksi per tahun	= US \$ 300.856.944,76
d) Laba bersih per tahun	= US \$ 42.129.708,72
e) <i>Pay Out Time</i>	= 2,16 tahun
f) <i>Rate of Return on Investment</i>	= 36,33%
g) <i>Discounted Cash Flow - ROR</i>	= 54,04%
h) <i>Break Even Point</i>	= 37,79%
i) <i>Service Life</i>	= 11 tahun

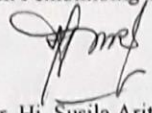
Kata kunci : Etilen Diklorida, Oksiklorinasi, Etilen, HCl, Oksigen

Kepustakaan : 30 (1965-2019)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Ir. H. Syaiful, DEA
NIP 195810031986031003

Palembang, Januari 2020
Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Ir. Hj. Susila Arita, DEA
NIP 196010111985032002

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia saat ini sedang mengalami perkembangan di berbagai bidang industri. Salah satu industri yang sedang berkembang pesat saat ini adalah industri kimia. Perkembangan dalam sektor industri kimia yang begitu pesat menyebabkan kebutuhan bahan baku serta bahan penunjang untuk industri kimia juga akan semakin meningkat. Salah satu bahan baku industri kimia yang sedang mengalami peningkatan adalah etilen diklorida atau 1,2 *dichloroethane*.

Etilen diklorida atau 1,2 *dichloroethane* dengan rumus molekul $C_2H_4Cl_2$ adalah senyawa organik yang reaktif dan sangat beracun dengan karakteristik berupa cairan seperti minyak, tidak berwarna (jernih), dan memiliki bau seperti kloroform. Etilen diklorida sedikit larut di dalam air, akan tetapi larut dalam pelarut polar seperti etanol dan benzene. Pada tekanan 1 atmosfer etilen diklorida mempunyai titik didih $83,4\text{ }^\circ\text{C}$ dan titik beku $-35,7\text{ }^\circ\text{C}$ (Kirk dan Othmer, 1993).

Etilen diklorida atau yang sering dikenal dengan EDC memiliki banyak manfaat di bidang industri. Etilen diklorida (EDC) merupakan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *vinyl chloride monomer* (VCM) dan *polyvinyl chloride* (PVC). Etilen diklorida juga dapat digunakan sebagai bahan baku pada proses pembuatan *ethylene diamina*, perkloretilen, karbon tetra klorida, dan trikloroetilen. Selain itu, etilen diklorida juga digunakan sebagai pelarut (*solvent*) dalam industri cat, minyak, lilin, *coating remover*, dan juga merupakan bahan baku intermediet dalam proses pembuatan berbagai zat-zat organik lainnya, seperti vinilidin klorida, metil kloroform, dan etilamin (Kirk dan Othmer, 1993).

Kebutuhan dunia akan etilen diklorida sejak tahun 1985 terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya permintaan akan vinil klorida dan polivinil klorida. Hal ini memungkinkan terjadinya peningkatan ekspor etilen diklorida guna untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Akan tetapi, produksi etilen diklorida di Indonesia masih dipenuhi dengan mengimpor dari berbagai negara seperti Cina, Singapura, Jepang, Australia, USA, dan Inggris. Padahal, produk etilen

diklorida (EDC) merupakan produk yang sangat strategis dan menjanjikan. Dengan didirikannya pabrik etilen diklorida ini di Indonesia, maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan baku industri dan juga akan semakin berkembang pula pabrik VCM dan PVC sehingga dapat meningkatkan sektor perekonomian dan pembangunan di Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Etilen diklorida atau 1,2 *dichloroethane* pada masa lalu sangat populer dengan sebutan *dutch oil* demi menghormati ilmuwan-ilmuwan Belanda yang pertama kali berhasil mensintesa zat tersebut dari gas etilen dan gas klorin di akhir abad ke-18 (Asahimas, 2019). Pada awalnya, etilen diklorida (EDC) merupakan produk samping dalam sintesa etilen oksida dan etil klorida. Kemudian setelah Perang Dunia II, pada tahun 1970 pabrik khusus etilen diklorida (EDC) mulai dikembangkan. Etilen diklorida mulai menjadi salah satu produk petroleum yang pertumbuhannya terus meningkat hingga sekarang (Susanta, 2009).

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan etilen diklorida adalah etilen dan klorin. Pabrik yang memproduksi etilen diklorida di Indonesia adalah PT Asahimas Chemical Indonesia dengan kapasitas produksi 470.000 ton per tahun dan PT Sulfindo Adi Usaha dengan kapasitas produksi 370.000 ton per tahun yang sama-sama didirikan di wilayah Cilegon, Jawa Barat. Proses yang digunakan pada kedua pabrik tersebut untuk memproduksi etilen diklorida (EDC) adalah menggunakan proses klorinasi langsung (*direct chlorination*).

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Etilen Diklorida

Proses pembuatan etilen diklorida atau 1,2 *dichloroethane* terdapat dua macam proses, yaitu proses klorinasi langsung dan proses oksiklorinasi.

1. Proses Klorinasi Langsung (*Direct Chlorination*)

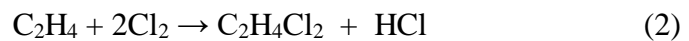
Proses klorinasi langsung menggunakan bahan baku berupa etilen (C_2H_4) dan klorin (Cl_2) dalam cairan induk 1,2 *dichloroethane* dan berlangsung pada fase gas dengan temperatur 85-180 °C dengan menggunakan katalis $FeCl_3$. *Chlorine* mengandung 0,5% berat oksigen (O_2) menuju reaktor bersama-sama dengan etilen. Pada proses klorinasi langsung (*direct chlorination*) etilen direaksikan secara adisi dan

eksotermis. Panas reaksi digunakan untuk menguapkan dan memisahkan 1,2 *dichloroethane*. Selain 1,2 *dichloroethane*, juga terbentuk produk lain yaitu 1,1,2 *trichloroethane* (Kirk dan Othmer, 1993).

Reaksi utama yang terjadi (reaksi adisi):



Reaksi samping (reaksi substitusi):



Gas HCl yang terbentuk dari reaksi substitusi kemudian dipisahkan dari reaksi dan diserap dengan air sehingga diperoleh larutan HCl. Untuk memperoleh 1,2 *dichloroethane* dengan kemurnian yang tinggi, campuran hasil reaksi difraksionasi, karena perbedaan titik didihnya antara 1,2 *dichloroethane* dan 1,1,2 *trichloroethane* cukup tinggi (Kirk dan Othmer, 1993).

2. Proses Oksiklorinasi (*Oxychlorination*)

Oksiklorinasi adalah proses klorinasi yang menggunakan gas hidrogen klorida (HCl) sebagai sumber klorin dengan oksigen sebagai oksidator. Proses oksiklorinasi dari etilen menjadi proses yang alternatif dalam pembuatan etilen diklorida. Proses ini biasanya digunakan dalam pabrik vinil klorida terpadu dengan *me-recovery* HCl dari hasil *cracking* etilen diklorida menjadi vinil klorida. Proses ini berlangsung pada reaktor *fluidized bed* atau reaktor *fixed bed* dengan menggunakan katalis tembaga klorida (CuCl_2). Apabila menggunakan reaktor *fluidized bed* operasi berlangsung pada temperatur 220-245 °C dan tekanan 150-500 kPa, sedangkan untuk reaktor *fixed bed* operasi berlangsung pada temperatur 230-300 °C dan tekanan 150-1400 kPa (Kurtz, 1976).

Pada proses oksiklorinasi ini, 1 mol 1,2 *dichloroethane* dihasilkan dari reaksi sintesa 1 mol etilen dengan 2 mol HCl serta 0,5 mol oksigen (US. Patent 2017/0137351 A1, 2017). Pembuatan etilen diklorida (EDC) dengan proses oksiklorinasi merupakan reaksi katalitik yang berlangsung pada fase gas. Pada proses oksiklorinasi bahan baku yang digunakan yaitu etilen (C_2H_4), HCl, dan oksigen (O_2) yang direaksikan bersama untuk membentuk etilen diklorida (EDC). Reaksi yang terjadi dalam proses oksiklorinasi adalah secara eksotermis dengan persamaan reaksi sebagai berikut:

Reaksi utama yang terjadi:



Reaksi samping:



1.4. Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku

1.4.1. Bahan Baku

1. Ethylene

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	C ₂ H ₄
2.	Berat molekul (kg/kmol)	28,000
3.	Densitas (gr/cm ³)	0,1178
4.	Viskositas (cP)	1,03 E-4
5.	Wujud	Gas
6.	Warna	Tidak berwarna
7.	Titik didih, T _d (°C)	-103,80
8.	Titik beku, T _f (°C)	-169,20
9.	Tekanan kritis, P _c (bar)	50,40
10.	Temperatur kritis, T _c (K)	282,40
11.	ΔH ^o f _(g) (kJ/mol)	52,33
12.	ΔG ^o f _(g) (kJ/mol)	68,16

(Sumber: *Coulson, 2005*)

2. Hidrogen Klorida

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	HCl
2.	Berat molekul (kg/kmol)	36,50
3.	Densitas (gr/cm ³)	1,0455
4.	Wujud	Gas
5.	Warna	Tidak berwarna
6.	Titik didih, T _d (°C)	-85,10
7.	Titik beku, T _f (°C)	-114,2
8.	Tekanan kritis, P _c (bar)	83,10

9.	Temperatur kritis, T_c (K)	324,60
10.	$\Delta H^\circ f_{(g)}$ (kJ/mol)	-92,36
11.	$\Delta G^\circ f_{(g)}$ (kJ/mol)	-95,33

(Sumber: *Coulson, 2005*)

3. Oksigen

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	O ₂
2.	Berat molekul (kg/kmol)	32,00
3.	Densitas (gr/cm ³)	1,429
4.	Wujud	Gas
5.	Warna	Tidak berwarna
6.	Titik didih, T_d (°C)	-183,00
7.	Titik beku, T_f (°C)	-218,80
8.	Tekanan kritis, P_c (bar)	50,50
9.	Temperatur kritis, T_c (K)	154,60
10.	$\Delta H^\circ f_{(g)}$ (kJ/mol)	0
11.	$\Delta G^\circ f_{(g)}$ (kJ/mol)	0

(Sumber: *Coulson, 2005*)

1.4.2. Bahan Penunjang

1. Tembaga (II) Klorida

Rumus molekul	: CuCl ₂
Berat molekul (gr/mol)	: 170,48
Fase	: Padat
Densitas (kg/m ³)	: 3190
Titik didih (°C)	: 993
Bulk density (kg/m ³)	: 720
Porositas	: 0,54
Volume pori	: 0,33 ml/gr
Surfacearea	: 115 m ² /gr

(EP. Patent 2,198,958 B1)

1.4.3. Produk

Produk Utama

1. *Ethylene Dichloride*

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	$C_2H_4Cl_2$
2.	Berat molekul (kg/kmol)	99,00
3.	Densitas (gr/cm^3)	1,2529
4.	Viskositas (cP)	0,84
5.	Wujud	Cair
6.	Warna	Tidak berwarna
7.	Titik didih, T_d ($^{\circ}C$)	83,40
8.	Titik beku, T_f ($^{\circ}C$)	-35,70
9.	Tekanan kritis, P_c (bar)	53,7
10.	Temperatur kritis, T_c (K)	561,0
11.	$\Delta H^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-129,74
12.	$\Delta G^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-73,90

(Sumber: *Coulson, 2005*)

Produk Samping

2. *Carbon Monoxide*

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	CO
2.	Berat molekul (kg/kmol)	28,00
3.	Densitas (gr/cm^3)	0,789
4.	Wujud	Gas
5.	Warna	Tidak berwarna
6.	Titik didih, T_d ($^{\circ}C$)	-191,50
7.	Titik beku, T_f ($^{\circ}C$)	-205,10
8.	Tekanan kritis, P_c (bar)	35,0
9.	Temperatur kritis, T_c (K)	132,9
10.	$\Delta H^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-110,62
11.	$\Delta G^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-137,37

(Sumber: *Coulson, 2005*)

2. *Carbon Dioxide*

No.	Sifat-sifat	Keterangan
1.	Rumus molekul	CO ₂
2.	Berat molekul (kg/kmol)	44,00
3.	Densitas (gr/cm ³)	0,789
4.	Viskositas (cP)	0,07
5.	Wujud	Gas
6.	Warna	Tidak berwarna
7.	Titik didih, T _d (°C)	-78,50
8.	Titik beku, T _f (°C)	-56,60
9.	Tekanan kritis, P _c (bar)	73,80
10.	Temperatur kritis, T _c (K)	304,20
11.	ΔH ^o _{f(g)} (kJ/mol)	-393,70
12.	ΔG ^o _{f(g)} (kJ/mol)	-394,65

(Sumber: *Coulson, 2005*)

DAFTAR PUSTAKA

- Backhurst, J. R. and Harker, J. H. 1973. *Process Plant Design*. London: Heineman Education Books.
- Branan, C. 2002. *Rules of Thumb for Chemical Engineer Third Edition*. Burlington: Gulf Publishing Company.
- Broughton, J. 1994. *Process Utility Systems: Introuction to Design Operation and Maintenance*. U.K.: Institution of Chemical Engineers, Rugby.
- Comtrade. 2019. *Data Impor Mengenai Komoditi Etilen Diklorida Asean*. (Online). <https://www.comtrade.un.org>. (Diakses pada tanggal 10 Juli 2019)
- Cost Information Equipment. 2014. *Process Equipment Cost Estimates*. (Online). <https://www.matche.com/equipmentcost/Default.html>. (Diakses pada tanggal 20 Oktober 2019)
- Djoko, P. 2003. *Komunikasi Bisnis edisi 2*. Erlangga: Jakarta.
- Effendi, A. dan Lestari, A. 2009. *Perancangan Pabrik Ethylene Dichloride Dengan Proses Oxychlorinasi Kapasitas 100.000 Ton/Tahun*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- European Patent No. 2,198,958 B1. Carlo, O., Francesco, C., dan Marco, C. 2017. *Catalyst for Oxychlorination of Ethylene to 1,2 Dichloroethane*.
- Felder, R. M. and Rousseau R. W. 2000. *Elementary Principles of Chemical Process*, 3rd Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fogler, H. S. 2001. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3th edition*. New Jersey : Prentice Hall PTR.
- Geankoplis, C. J. 1993. *Transport Processes and Unit Operation 3rd Edition*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Ismail, S. 1999. *Alat Industri Kimia*. Universitas Sriwijaya: Palembang.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. Auckland: McGraw - Hill International Edition.
- Kirk-Othmer. 1998. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. john wiley & sons.

- Levenspiel, O. 1999. *Chemical Reaction Engineering*. United States of America: Jhon Wiley & Sons.
- McCabe, W. L. 1995. *Unit Operation of Chemical Engineering*. McGraw-Hill: New York.
- Peraturan Pemerintah. 2009. *Peraturan Pemerintah No. 24 Tahun 2009 Pasal 7*. (Online). <https://www.kemenperin.go.id> (Diakses pada Tanggal 20 Oktober 2019)
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7th Edition. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Peter, 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.
- Prasetyo, E. T. 2018. *Pra Rancangan Pabrik Etil Klorida Dari Etilen dan Hidrogen Klorida Dengan Kapasitas Produksi 15.000 Ton/Tahun*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Sinnot, R. K. 1999. *Chemical Engineering Volume 6* 4th Edition. New York: Buttenworth - Heinemann.
- Smith, J. M. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 6th Edition. Singapore : Mc Graw Hill.
- Treybal, R. E. 2005. *Mass Transfer Operations*, 3rd Edition. Rhode Island: McGraw -Hill Book Co.
- US Patent No. 0137351 A1. Kraimer, K., 2017., *Catalyst and Process for Oxychlorination of Ethylene to Dichloroethane*.
- US Patent No. 7,902,411 B2. Kuhrs, C., dan Meissner, R., 2011., *Catalyst Composition for Oxychlorination*.
- Wahyono, B. 2012. *Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Penentuan Lokasi Pabrik*. (Online). <https://www.pendidikanekonomi.com/2012/06/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html> (Diakses pada tanggal 25 November 2019)
- Walas, S. M. 1988. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. USA : Butterworth Publishers.

- Widjaja, G. 2003. *Tanggung Jawab Direksi atau Kepailitan Perseroan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York: McGraw-Hill
- Yaws, C. L. 2015. *The Yaws Handbook of Vapor Pressure, 2nd Edition*. New York: Elsevier