

**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK ETILEN OKSIDA DARI ETILEN MELALUI**  
**PROSES OKSIDASI MENGGUNAKAN UDARA**  
**KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN**



Oleh :

<b>ABDULLOH</b>	<b>I 0516001</b>
<b>FRANK RIJKAARD R.</b>	<b>I 0516018</b>

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**

**2020**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK ETILEN OKSIDA DARI ETILEN MELALUI**  
**PROSES OKSIDASI MENGGUNAKAN UDARA KAPASITAS**  
**60.000 TON / TAHUN**

Oleh:

Abdulloh I 0516001

Frank Rijkaard Rumbiak I 0516018

Pembimbing II

Pembimbing I

Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T.  
NIP. 198602162014041001

Prof. Dr.Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T  
NIP. 197504111999031001

Dipertahankan didepan tim penguji :

1. Dr. Ir. Endah Retno Dyartanti, M.T.

NIP. 196907192000032001

2. Dr. Margono, S.T., M.T.

NIP. 196811071997021001

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia



Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.

NIP. 19730102 200012 1 001

NIP. 19730102 200012 1 001











**LEMBAR KONSULTASI****TUGAS AKHIR**











Nama : 1. Abdulloh I0516001  
 2. Frank Rijkaard Rumbiak I0516018

Judul TA-PPK : Prarancangan Pabrik Etilen Oksida dari Etilen melalui  
 Proses Oksidasi menggunakan Udara Kapasitas 60.000  
 Ton/Tahun

Tanggal mulai : 9 Desember 2019

Pembimbing : 1. Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.  
 2. Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1.	9 Desember 2020	Proposal bab 1 dan bab 2			
2.	23 Maret 2020	Revisi bab 1, bab 2. Neraca Massa			
3.	15 April 2020	Perhitungan reaktor			
4.	20 April 2020	Pengarahan desain reaktor			
5.	23 April 2020	Revisi desain reaktor			
6.	27 April 2020	Konsultasi proses pemurnian			
7.	4 Mei 2020	Perhitungan Absorber			
8.	15 Juni 2020	Perhitungan menara distilasi			
9.	29 Juni 2020	Naskah bab 1-2			
10.	1 Juli 2020	Perhitungan alat kecil, utilitas, DAP			

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
11.	14 Juli 2020	Revisi naskah bab 1-2, konsultasi naskah bab 3			
12.	23 Juli 2020	Konsultasi DAP			
13.	30 Juli 2020	Analisa ekonomi dan manajemen			
14.	23 Mei 2020	Revisi DAP, konsultasi naskah bab 4-6			
15.	5 Agustus 2020	Revisi naskah bab 5			
16.	6 Agustus 2020	Revisi naskah bab 4			
17.	11 Agustus 2020	Revisi naskah bab 6			
18.	24 Agustus 2020	Naskah total			
19.	3 September 2020	Briefing naskah total			
20.	4 September 2020	Revisi naskah total			

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

Pembimbing I

Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.

Dinyatakan selesai

Tanggal:

Pembimbing II



Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah Subhannahu Wa Ta'ala, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Etilen Oksida melalui Proses Oksidasi menggunakan Udara Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Prof. Dr.Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T dan Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. Endah Retno Dyartanti, M.T. dan Dr. Margono, S.T., M.T. selaku dosen penguji dalam ujian pendadaran.
4. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
6. Teman – teman Teknik Kimia UNS, khususnya angkatan 2016.
7. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, September 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
LEMBAR PENGESAHAN.....	II
KATA PENGANTAR .....	III
DAFTAR ISI.....	IV
DAFTAR TABEL.....	VI
DAFTAR GAMBAR .....	VIII
INTISARI.....	IX
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
I.2. Kapasitas Perancangan Pabrik .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
I.3. Lokasi Pabrik .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
I.4. Tinjauan Pustaka .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
I.5. Kegunaan Produk.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
I.6. Sifat Fisis dan Kimia .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
II.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
II.2. Tinjauan Proses .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
II.3. Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses ..	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
II.4. Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>BAB III SPESIFIKASI ALAT PROSES .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM .....</b>	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
IV.1. Unit Pendukung Proses.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
IV.2. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
IV.3. Unit Penyediaan Steam dan Bahan Bakar ..	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
IV.4. Unit Penyediaan Udara Instrumen .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>

IV.5.	Unit Pembangkit dan Pendistribusian Listrik .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
IV.6.	Unit Pengolahan Limbah .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
IV.7.	Laboratorium.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....</b>		<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
V.1.	Bentuk Perusahaan .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
V.2.	Struktur Organisasi.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
V.3.	Tugas dan Wewenang.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
V.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
V.5.	Status Karyawan dan Sistem Upah .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
V.6.	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>BAB VI ANALISA EKONOMI .....</b>		<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
VI.1.	Penaksiran Harga Peralatan ...	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
VI.2.	Dasar Perhitungan .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
VI.3.	Hasil Perhitungan .....	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel I.1.	Laju Peningkatan Impor Etilen Oksida Tahun 2013 – 2018 ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel I.2.	Import Etilen Oksida Beberapa Negara Asia Tenggara dalam Ton/tahun..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel I.3.	Kapasitas Produksi Etilen Oksida di Amerika ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel I.4.	Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan Etilen Oksida ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel I.5.	Data Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel II.1.	Data Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel II.2.	Neraca Massa Total..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel II.3.	Neraca Panas Total ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel III.1.	Spesifikasi Alat Proses ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel III.2.	Spesifikasi Alat Penukar Panas ( <i>Heat Exchanger</i> )... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel III.2.	Spesifikasi Alat Penukar Panas ( <i>Heat Exchanger</i> ) (Lanjutan) ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel III.3.	Spesifikasi Pompa Proses..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel III.4.	Spesifikasi Kompresor dan Expander Proses..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel IV.1.	Perhitungan Kebutuhan Air Proses. <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel IV.2.	Spesifikasi Pompa Utilitas..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel IV.3.	Spesifikasi <i>Boiler</i> ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Tabel IV.4.	Kebutuhan <i>Steam</i> dan IDO... <b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel IV.5.	Spesifikasi Kompresor Utilitas ..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>



Tabel IV.6.	Kebutuhan Listrik Keseluruhan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel V.1.	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel V.2.	Perincian Kualifikasi, Jumlah dan Gaji Karyawan Non- <i>Shift</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel V.3.	Perincian Kualifikasi, Jumlah dan Gaji Karyawan <i>Shift</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.1.	Indeks Harga Alat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.2.	<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.3.	<i>Working Capital Investment</i> (WCI) ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.4.	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.5.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.6.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.7.	<i>General Expense</i> (GE) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.8.	<i>Variable Cost</i> (Va) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.9.	<i>Regulated Cost</i> (Ra) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel VI.10.	Analisa Kelayakan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	Diagram Alir Kualitatif ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar II.2.	Diagram Alir Kuantitatif ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar II.3.	Diagram Alir Proses ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar II.4.	Tata Letak Pabrik Etilen Oksida ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar II.5.	Tata Letak Peralatan Proses... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar IV.1.	Diagram Pengolahan Air ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar V.1.	Struktur Organisasi ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar VI.1.	<i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
Gambar VI.2.	Analisa Kelayakan Pabrik ..... <b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>

## INTISARI

**Abdulloh, Frank Rijkaard Rumbiak, 2020, Prarancangan Pabrik Etilen Oksida dari Etilen melalui Proses Oksidasi menggunakan Udara Kapasitas 60.000 ton/tahun. Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.**

Etilen oksida ( $C_2H_4O$ ) adalah senyawa hidrokarbon hasil oksidasi senyawa etilen. Etilen oksida digunakan sebagai bahan baku pembuatan zat turunan etilen, *nonionic surfactant*, akrilonitril, uretan, serta gas pensteril. Pendirian/perancangan pabrik etilen oksida direncanakan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan di kawasan Asia. Pabrik etilen oksida dirancang dengan kapasitas 60.000 ton/tahun, didirikan di atas tanah seluas  $30.660\text{ m}^3$  di kawasan KIEC Cilegon, Banten. Produksi etilen oksida dilakukan dengan mereaksikan etilen dengan oksigen dari udara pada  $250-277^\circ\text{C}$  dan tekanan 17,1 bar di dalam reaktor *fixed bed multitube non-isothermal non-adiabatic* menggunakan katalis perak dengan perbandingan etilen : oksigen sebesar 1 : 1,1.

Pabrik etilen oksida ini membutuhkan bahan baku etilen (kemurnian 99,85%) sebanyak 0,71 kg/kg produk dan udara (oksigen 21%) sebanyak 2,04 kg/kg produk. Produk etilen oksida yang dihasilkan memiliki spesifikasi kemurnian 99,7%. Pabrik beroperasi selama 24 jam per hari dan 330 hari per tahun dengan jumlah tenaga kerja 9 manhour/kg produk. Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 23,48 liter/kg produk air tawar dan 1,5 liter/kg produk air demin, listrik sebesar 0,21 kWh/kg produk dan bahan bakar IDO (*Industrial Dissel Oil*) 0,024 liter/kg produk, udara tekan sebesar  $0,013\text{ m}^3/\text{kg}$  produk

Bentuk perusahaan dipilih Perseroan Terbatas (PT), dengan struktur organisasi *line and staff*, sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*. Pabrik direncanakan mulai dikonstruksi tahun 2024 dan bisa beroperasi pada awal tahun berikutnya. Modal tetap pabrik sebesar Rp 1.175.455.439.060 dan biaya produksi total sebesar Rp 12.893,97/kg produk. Analisis kelayakan menunjukkan bahwa *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 57,91%, setelah pajak 46,34%, *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak adalah 1,47 tahun dan 1,77 tahun, *Break Even Point* (BEP) 44,07%, *Shut Down Point* (SDP) 29,73%, *Internal Rate of Return* (IRR) pada tahun ke-10 sebesar 6% dan tahun ke-15 sebesar 16%. Sedangkan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 30,47%. Hasil evaluasi ekonomi menunjukkan bahwa pabrik etilen oksida dari etilen dengan proses oksidasi udara kapasitas 60.000 ton/tahun layak didirikan.

