

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA
DAN AIR KAPASITAS 186.000 TON/TAHUN



Oleh :

Amelya Rosha Widanthy (I 0516005)

Irma Benita Suhirtanto Putri (I 0516023)

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2020

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA
DAN AIR KAPASITAS 186.000 TON/TAHUN

Oleh :

Amelya Rosha Widanthy I 0516005

Irma Benita Suhirtanto Putri I 0516023

Pembimbing II

Pembimbing I

Tika Paramitha, S.T., M.T.
NIP. 199308192 01903 2 022

Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP. 19740509 200003 2 002

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Prof. Dr. Eng. Agus Purwanto, S.T., M.T.
NIP. 197504111999031001
2. Dr. Joko Waluyo, S.T., M.T.
NIP. 198602162014041001

Disahkan

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Kimia



Dr. Adrian Nur, S.T., M.T.
NIP. 19730108 200012 1 001

























LEMBAR KONSULTASI
Tugas Akhir Prarancangan Pabrik Kimia





































Nama : 1. Amelya Rosha Widanthy (I 0516005)
2. Irma Benita Suhirtanto Putri (I 0516023)












Judul TA-PPK : Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dan Air Kapasitas 186.000 Ton/Tahun

Tanggal Mulai : 9 Desember 2019

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
2. Tika Paramitha, S.T., M.T.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf			
			Mhs.	Mhs.	Pembimbing I	Pembimbing II
1.	12/12/2019	Pengajuan proposal				
2.	16/12/2019	Perhitungan kapasitas				
3.	18/12/2019	Perhitungan kapasitas				
4.	6/3/2020	Perhitungan reaktor				
5.	10/3/2020	Perhitungan reaktor				
6.	18/3/2020	Perhitungan reaktor				
7.	23/3/2020	Perancangan reaktor				
8.	30/3/2020	Perhitungan evaporator				
9.	2/4/2020	Perhitungan evaporator				

10.	6/4/2020	Perhitungan menara distilasi 1				
11.	9/4/2020	Perhitungan menara distilasi 2				
12.	13/4/2020	Perhitungan menara distilasi 2				
13.	20/4/2020	Perhitungan mixer				
14.	23/4/2020	Perancangan HE				
15.	27/4/2020	Perancangan tangki				
16.	30/4/2020	Perancangan mixer				
17.	4/5/2020	Diagram Alir Proses				
18.	11/5/2020	Layout alat dan layout pabrik				
19.	18/5/2020	Desain pompa				
20.	1/6/2020	Utilitas				
21.	11/6/2020	Manajemen				
22.	19/6/2020	Ekonomi				
23.	8/6/2020	Naskah			 	

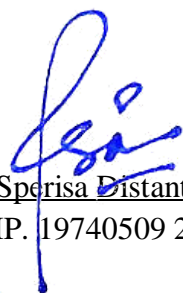
24.	10/7/2020	Lokasi pabrik Bahan baku Tenaga Kerja Deskripsi proses Spesifikasi alat DAP kualitatif DAP kuantitatif PFD total Utilitas Manajemen Lampiran				
25.	17/7/2020	Grafik Deskripsi proses Spesifikasi alat PFD total Utilitas Manajemen				
26.	19/7/2020	Lokasi pabrik Spesifikasi alat Utilitas				
27.	20/7/2020	Spesifikasi alat Utilitas				
28.	21/7/2020	Utilitas				


Dinyatakan selesai

Tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP. 19740509 200003 2 002

Tika Paramitha, S.T., M.T.
NIP. 199308192 01903 2 022

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dan Air Kapasitas 186.000 Ton/Tahun”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan di Program Studi Sarjana Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret. Proses penyusunan laporan ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya.
2. Dr. Adrian Nur, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T. dan Tika Paramitha, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen, laboran dan administrasi Program Studi Sarjana Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Teman – teman S1 Teknik Kimia 2016 yang selalu memberi semangat dan dukungan untuk selalu terus maju, selalu berkarya, dan pantang menyerah.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu – persatu.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat kami harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Surakarta, Agustus 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KONSULTASI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
I.2. Kapasitas Pabrik.....	1
I.2.1. Produksi Pabrik di Indonesia	2
I.2.2. Kebutuhan Etilen Glikol di Indonesia.....	2
I.2.3. Ketersediaan Bahan Baku PT. Polychem Indonesia.....	4
I.2.4. Kapasitas Produksi Pabrik Etilen Glikol di Luar Negeri	4
I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	6
I.3.1. Faktor Primer	6
I.3.2. Faktor Sekunder	8
I.4. Tinjauan Pustaka	8
I.4.1. Macam – macam Proses.....	8
I.4.3. Kegunaan Produk.....	10
I.5. Sifat Fisis dan Kimia	10
BAB II DESKRIPSI PROSES	13
II.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	13
II.1.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	13
II.1.2. Spesifikasi Produk.....	13
II.1.3. Spesifikasi Impuritas	13
II.2. Konsep Dasar Proses	14
II.2.1. Tinjauan Termodinamika.....	14
II.2.2. Tinjauan Kinetika.....	16

II.2.3.	Dasar Proses	17
II.2.4.	Fase Reaksi	19
II.2.5.	Kondisi Operasi.....	19
II.2.6.	Katalis	20
II.4.	Tahapan Proses.....	24
II.5.	Neraca Massa dan Neraca Panas	25
II.5.1.	Neraca Massa	25
II.5.2.	Neraca Panas	26
II.6.	<i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan Proses	26
II.6.1.	<i>Lay Out</i> Pabrik	26
BAB III	SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	31
III.1.	Spesifikasi <i>Mixer</i>	31
III.2.	Spesifikasi Reaktor.....	32
III.3.	Spesifikasi Evaporator.....	34
III.4.	Spesifikasi Menara Distilasi.....	35
III.5.	Spesifikasi Tangki	36
III.6.	Spesifikasi <i>Accumulator</i>	37
III.7.	Spesifikasi Pompa	38
III.8.	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	39
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	43
IV.1.	Unit Pendukung Proses	43
IV.1.1.	Unit Pengadaan Air	44
IV.1.2.	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	50
IV.1.3.	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	52
IV.1.4.	Unit Pengadaan Listrik	53
IV.1.5.	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	57
IV.2.	Laboratorium.....	59
IV.2.1.	Laboratorium Fisik	60
IV.2.2.	Laboratorium Analitik	60
IV.2.3.	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	61
IV.2.4.	Prosedur Analisa Bahan Baku	61
IV.2.5.	Prosedur Analisa Produk	61

IV.2.6. Prosedur Analisa Air.....	61
IV.3. Unit Pengolahan Limbah.....	62
IV.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	63
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	65
V.1. Bentuk Perusahaan	65
V.2. Struktur Organisasi	66
V.3. Tugas Dan Wewenang.....	68
V.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan dan Gaji Karyawan.....	68
V.4.1 Karyawan <i>Non Shift</i>	70
V.4.2 Karyawan <i>Shift</i>	70
BAB VI ANALISA EKONOMI	72
VI.1. Penaksiran Harga Peralatan	72
VI.2. Dasar Perhitungan	74
VI.3. Penentuan Total Capital Investment (TCI)	75
VI.4. Hasil Perhitungan	76
VI.4.1. Fixed Capital Investment (FCI)	76
VI.4.2. Working Capital Investment (WCI).....	76
VI.4.3. Total Capital Investment (WCI).....	77
VI.4.4. Direct Manufacturing Cost (DMC).....	77
VI.4.5. Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	77
VI.4.6. Fixed Manufacturing Cost (FMC)	78
VI.4.7. Total Manufacturing Cost (TMC).....	78
VI.4.8. General Expense (GE).....	78
VI.4.9. Total Production Cost (TPC)	78
VI.4.9. Keuntungan	79
VI.4.10. Analisa Kelayakan.....	80

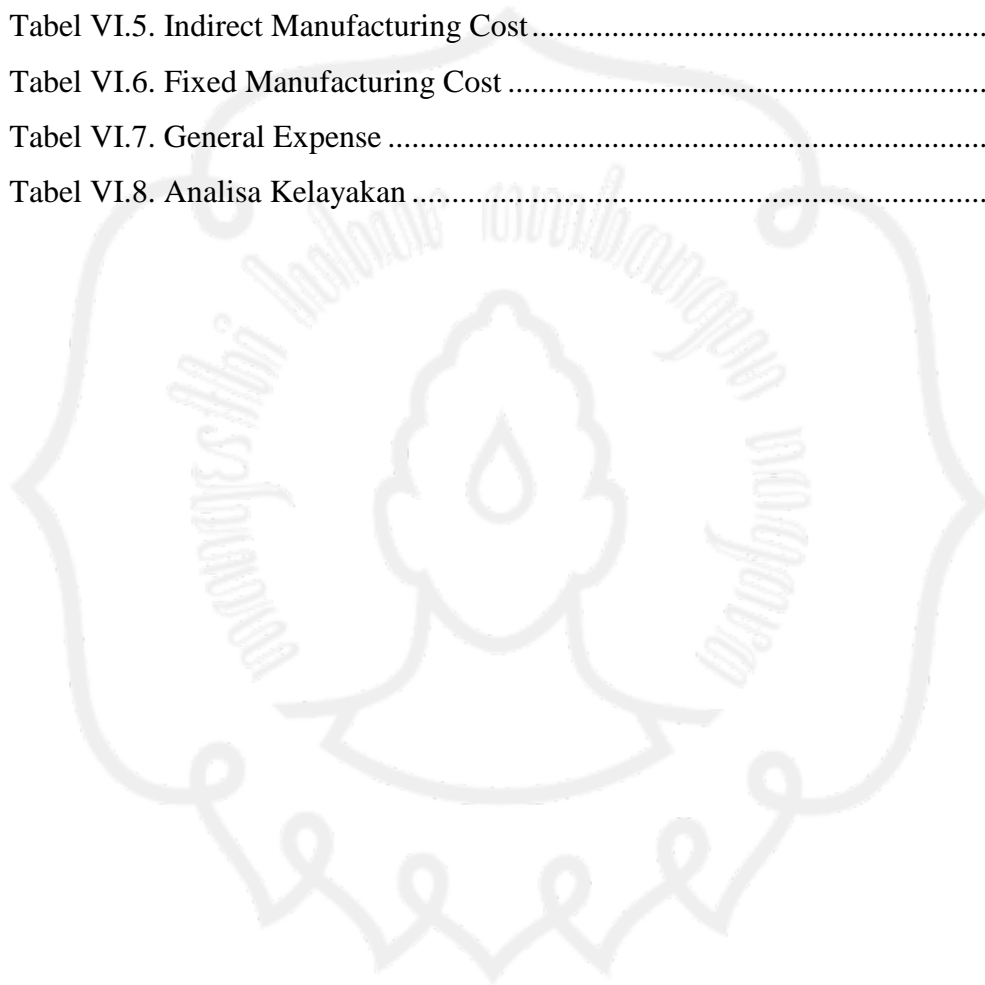
DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Impor Etilen Glikol di Indonesia	2
Gambar I.2. Ekspor Etilen Glikol di Indonesia.....	3
Gambar I.3. Lokasi Pabrik Etilen Glikol	6
Gambar II.1. Diagram Alir Kualitatif	21
Gambar II.2. Diagram Alir Kuantitatif	22
Gambar II.3. Diagram Alir Proses	23
Gambar II.4. <i>Lay Out</i> Pabrik Etilen Glikol.....	28
Gambar II.5. Layout Peralatan	30
Gambar IV.1. Diagram Alir Pengolahan Air Sungai	45
Gambar V.1. Struktur Organisasi Pabrik Etilen Glikol.....	67
Gambar VI.1. Linierisasi Indeks Harga	73
Gambar VI.2. Kurva Analisa Kelayakan	83

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Data Impor dan Ekspor Etilen Glikol di Indonesia	2
Tabel I.2. Kapasitas Produksi Pabrik Etilen Glikol di Luar Negeri.....	4
Tabel I.3. Produsen Industri PET Resin di Indonesia	7
Tabel I.4. Produsen NFY di Indonesia.....	7
Tabel I.5. Macam-macam Proses Pembuatan Etilen Glikol	8
Tabel II.1. Harga $\Delta H^{\circ}f$ Masing- masing Komponen	15
Tabel II.2. Harga $\Delta G^{\circ}f$ Masing- masing Komponen	15
Tabel II.3. Neraca Massa Total	26
Tabel II.4. Neraca Panas Total	26
Tabel III.1. Spesifikasi <i>Mixer</i>	32
Tabel III.2. Spesifikasi Reaktor	32
Tabel III.3. Spesifikasi Evaporator	34
Tabel III.4. Spesifikasi Menara Distilasi.....	35
Tabel III.5. Spesifikasi Tangki.....	36
Tabel III.6. Spesifikasi <i>Accumulator</i>	37
Tabel III.7. Spesifikasi Pompa	38
Tabel III.8. Spesifikasi Kondensor	39
Tabel III.9. Spesifikasi <i>Reboiler</i>	40
Tabel III.10. Spesifikasi <i>Cooler</i>	41
Tabel IV.1. Kebutuhan Air Proses	46
Tabel IV.2. Kebutuhan Air Pendingin	46
Tabel IV.3. Kebutuhan Air untuk Steam	47
Tabel IV.4. Spesifikasi Air Umpan Boiler	49
Tabel IV.5. Jumlah Kebutuhan Air	54
Tabel IV.6. Kebutuhan Listrik Untuk Keperluan Listrik dan Utilitas.....	55
Tabel IV.7. Jumlah Lumen Keperluan Listrik untuk Penerangan.....	56
Tabel IV.8. Jumlah Listrik untuk Keperluan Perkantoran.....	56
Tabel IV.9. Total Kebutuhan Listrik Harian Pabrik dan PLN	56
Tabel V.1. Perincian kualifikasi, jumlah, dan gaji karyawan non shift	69

Tabel V.2. Perincian kualifikasi, jumlah, dan gaji karyawan shift	69
Tabel V.3. Jadwal Pembagian Kelompok Shift	70
Tabel VI.1. Indeks Harga Alat	76
Tabel VI.2. Fixed Capital Investment	76
Tabel VI.3. Working Capital Investment	76
Tabel VI.4. Direct Manufacturing Cost	77
Tabel VI.5. Indirect Manufacturing Cost	77
Tabel VI.6. Fixed Manufacturing Cost	78
Tabel VI.7. General Expense	78
Tabel VI.8. Analisa Kelayakan	81



INTISARI

Amelya Rosha Widanthy, Irma Benita Suhirtanto Putri, 2020, Prarancangan Pabrik Etilen Glikol dari Etilen Oksida dan Air Kapasitas 186.000 ton/tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Di Indonesia sebagian besar etilen glikol digunakan sebagai bahan baku industri polyester, selain itu etilen glikol digunakan juga sebagai bahan baku pewarna celup, pelumas, pelarut, resin alkid, bahan pengencer cat (*thinner*), tinta, *foam stabilizer*, produk kosmetik dan zat agen anti-beku. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, maka dirancang pabrik etilen glikol berkapasitas 186.000 ton/tahun yang akan didirikan di kawasan industri Cilegon, Banten pada tahun 2023.

Etilen glikol diproduksi menggunakan metode hidrasi katalitik dengan bahan baku etilen oksida dan air pada kondisi operasi 39,01°C dan 17 atm pada *Fixed Bed Reactor* kondisi adiabatik. Rasio mol antara etilen oksida dan air adalah 1 : 20 dan konversi etilen oksida 99,99%, reaksi eksotermis dan berfase cair. Umpan etilen oksida mempunyai kemurnian 99,97% berat sebanyak 134.000 ton/tahun, air 1.071.638,2 ton/tahun, dan katalis amberlyst15 sebanyak 456,811 ton/tahun. Etilen glikol sebagai produk utama mempunyai kemurnian 99,98% berat dihasilkan sebanyak 186.314,352 ton/tahun dengan impuritas berupa dietilen glikol dan air. Produk samping berupa dietilen glikol dengan kemurnian 98,17% berat dihasilkan sebanyak 2.082,95 ton/tahun dengan impuritas berupa etilen glikol dan trietilen glikol. Proses pembuatan meliputi penyiapan bahan baku etilen oksida dan air sehingga sesuai dengan kondisi operasi kemudian reaksi hidrasi katalitik dan pemurnian produk. Pemurnian produk meliputi penguapan sejumlah air pada produk reaktor menggunakan evaporator serta pemekatan produk menggunakan menara distilasi untuk mencapai kemurnian spesifikasi produk.

Unit pendukung proses terdiri dari 5 bagian yaitu unit pengadaan air 5.635.894,96 m³/tahun, unit pengadaan *steam* (523,15K, 25 atm) 862.195,78 ton/tahun, penggunaan tenaga listrik 790,069 kW, penggunaan bahan bakar IDO (*Industrial Diesel Oil*) 20.526,044 m³/tahun dan biosolar 3,234 m³/tahun, dan udara tekan (4 atm) 784.080 m³/tahun. Laboratorium pendukung pabrik terdiri dari 3 bagian yaitu fisik, analitis, dan *Research and Development*.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *Line and Staff*. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa ROI sebelum dan sesudah pajak sebesar 27,02% dan 20,26%, POT sebelum dan sesudah pajak selama 2,7 tahun dan 3,3 tahun, DFC sebesar 24,7%, BEP 45,77%, dan SDP 22,13%. Berdasarkan hasil evaluasi dari segi ekonomi pabrik etilen glikol ini dinyatakan layak untuk didirikan.