

TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK *ETHYL CHLORIDE* DARI
ETHYLENE DAN *HYDROGEN CHLORIDE*
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN**



Oleh:

Adelia Indah Hapsari

I0512002

Dian Lellis Triana

I0512017

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

2016

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK *ETHYL CHLORIDE*

DARI *ETHYLENE* DAN *HYDROGEN CHLORIDE*

KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Oleh :

Adelia Indah Hapsari

I 0512002

Dian Lellis Triana

I 0512017

Pembimbing II

Pembimbing I

Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 19790924 200312 1 002

Ir. Arif Jumari, M.Sc.

NIP. 19650315 199702 1 001

Dipertahankan di depan Tim Penguji :

1. Ir.Paryanto, M.S.

1.

NIP. 195804251986011001

2. Wusana Agung Wibowo, S.T.,M.T.

2.

NIP. 198010052005011001

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia

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

NIP. 19681107 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan *Pabrik Ethyl Chloride* dari *Ethylene* dan *Hydrogen Chloride* Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Margono, S.T, M.T selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Ir. Arif Jumari, M.Sc dan Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Ir.Paryanto, M.S. dan Wusana Agung Wibowo, S.T.,M.T. selaku dosen penguji dalam ujian pendadaran tugas akhir atas bimbingan dan arahnya.
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 2012.
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, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar	x
Intisari.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik	2
1.2.1 Kebutuhan <i>Ethyl Chloride</i>	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.2.3 Kapasitas Maksimal dan Minimal Pabrik Beroperasi	4
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	5
1.3.1 Faktor Primer	6
1.3.2 Faktor Sekunder	8
1.4 Tinjauan Pustaka	10
1.4.1 Macam-Macam Proses	10
1.4.2 Kegunaan Produk	12
1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia.....	12
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum	16
BAB II DESKRIPSI PROSES	17
2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk	17
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	17
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu	17
2.1.3 Spesifikasi Produk	17
2.2 Konsep Proses	18
2.2.1 Dasar Reaksi.....	18

2.2.2	Mekanisme Reaksi	20
2.2.3	Tinjauan Kinetika	20
2.2.4	Tinjauan Termodinamika	22
2.3	Diagram Alir Proses dan Langkah Proses.....	27
2.3.1	Digram Alir Kualitatif.....	25
2.3.2	Diagram Alir Kuantitatif	26
2.3.3	Diagram Alir Proses	26
2.3.4	Langkah Proses	27
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas.....	28
2.4.1	Neraca Massa	28
2.4.2	Neraca Panas	35
2.5	Lay Out Pabrik dan Peralatan.....	38
2.5.1	Lay Out Pabrik.....	38
2.5.2	Lay Out Peralatan Proses	40
BAB III SPESIFIKASI ALAT.....		42
3.1	Reaktor	42
3.2	Kondensor Parsial	43
3.3	Separator	44
3.4	Absorber	45
3.5	Tangki Penyimpanan.....	46
3.6	Compressor	47
3.7	Intercooler	47
3.8	Ekspansi Valve	48
3.9	Ekspander.....	49
3.10	Pompa.....	49
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES, LABORATORIUM DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....		50
4.1	Unit Pendukung Proses	50
4.1.1	Unit Pengadaan Air	51
4.1.2	Unit Pengadaan Udara Tekan	55
4.1.3	Unit Pengadaan Listrik.....	56

4.1.4	Unit Pengadaan Pengadaan Bahan Bakar	60
4.2	Unit Pengolahan Limbah.....	61
4.3	Laboratorium.....	62
4.3.1	Laboratorium Fisik.....	64
4.3.2	Laboratorium Analitik.....	64
4.3.3	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	64
4.3.4	Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk	64
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	67
5.1	Bentuk Perusahaan	67
5.2	Struktur Organisasi.....	68
5.3	Tugas dan Wewenang	70
5.3.1	Pemegang Saham.....	70
5.3.2	Dewan Komisaris.....	71
5.3.3	Dewan Direksi.....	71
5.3.4	Kepala Bagian.....	72
5.3.5	Kepala Seksi.....	74
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	74
5.4.1	Karyawan non <i>Shift</i>	74
5.4.2	Karyawan <i>Shift</i>	75
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	76
5.5.1	Karyawan Tetap	77
5.5.2	Karyawan Harian	77
5.5.3	Karyawan Borongan (Kontraktor)	77
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	77
5.6.1	Penggolongan Jabatan.....	77
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji.....	78
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	79
BAB VI	ANALISA EKONOMI.....	81
6.1	Penafsiran Harga Peralatan	82
6.2	Dasar Perhitungan	84
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	84

6.4 Hasil Perhitungan	85
6.4.1 <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	85
6.4.2 <i>Working Capital Investment (WCI)</i>	86
6.4.3 <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	86
6.4.4 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	87
6.4.5 <i>Indirect manufacturing Cost (IMC)</i>	87
6.4.6 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	87
6.4.7 <i>Total manufacturing Cost (TMC)</i>	88
6.4.8 <i>General Expense (GE)</i>	88
6.4.9 <i>Total Production Cost (TPC)</i>	88
6.4.10 Perhitungan Keuntungan Produksi	88
6.5 Analisi Kelayakan	89
6.5.1 <i>Percent Profit on Sales (%POS)</i>	89
6.5.2 <i>Percent Return On Investment (%ROI)</i>	89
6.5.3 <i>Pay Out Time (POT)</i>	90
6.5.4 <i>Break Even Point (BEP)</i>	90
6.5.5 <i>Shutdown Point (SDP)</i>	91
6.5.6 <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	92
6.6 Kesimpulan.....	95

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor <i>Ethyl Chloride</i> Indonesia.....	2
Tabel 1.2	Kebutuhan Impor Negara Lain	3
Tabel 1.3	Ketersediaan Bahan Baku.....	4
Tabel 1.4	Produsen <i>Ethyl Chloride</i> di Dunia Tahun 2006	4
Tabel 2.1	Hubungan antara K dengan Harga-harga a dan b.....	21
Tabel 2.2	Panas Pembentukan tiap Komponen	22
Tabel 2.3	Neraca Massa Tee-01	29
Tabel 2.4	Neraca Massa Tee-02	30
Tabel 2.5	Neraca Massa Reaktor	30
Tabel 2.6	Neraca Massa Kondensor Parsial	31
Tabel 2.7	Neraca Massa Separator	31
Tabel 2.8	Neraca Massa Tee-03	32
Tabel 2.9	Neraca Massa Absorber.....	33
Tabel 2.10	Neraca Massa Total.....	34
Tabel 2.11	Neraca Panas di Percabangan Sebelum Compressor.....	35
Tabel 2.12	Neraca Panas di Compressor	35
Tabel 2.13	Neraca Panas di Reaktor.....	36
Tabel 2.14	Neraca Panas di Kondensor Partial	36
Tabel 2.15	Neraca Panas di Separator	36
Tabel 2.16	Neraca Panas di Absorber	36
Tabel 2.17	Neraca Panas Total.....	37
Tabel 3.1	Spesifikasi Reaktor	42
Tabel 3.2	Spesifikasi Kondenser Parsial	43
Tabel 3.3	Spesifikasi Separator	44
Tabel 3.4	Spesifikasi Absorber.....	45
Tabel 3.5	Spesifikasi Tangki Penyimpanan	46
Tabel 3.6	Spesifikasi <i>Compressor</i>	47
Tabel 3.7	Spesifikasi <i>Intercooler</i>	47
Tabel 3.8	Spesifikasi Ekspansi Valve.....	48

Tabel 3.9	Spesifikasi Ekspander.....	49
Tabel 3.10	Spesifikasi Pompa	49
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Pendingin	54
Tabel 4.2	Jumlah Total Kebutuhan Air	55
Tabel 4.3	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	56
Tabel 4.4	Jumlah Lumen berdasarkan Luas Bangunan.....	57
Tabel 4.5	Total Kebutuhan Listrik Pabrik	59
Tabel 4.6	Spesifikasi Generator.....	60
Tabel 5.1	Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	75
Tabel 5.2	Jumlah Karyawan menurut Jabatan	78
Tabel 5.3	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan	78
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat.....	83
Tabel 6.2	<i>Fixed Capital Investment</i>	85
Tabel 6.3	<i>Working Capital Investment</i>	86
Tabel 6.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	87
Tabel 6.7	<i>Generak Expense</i>	88
Tabel 6.8	Analisa Kelayakan.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Grafik Impor <i>Ethyl Chloride</i> Indonesia.....	3
Gambar 1.2.	Peta Lokasi Pabrik <i>Ethyl Chloride</i>	6
Gambar 2.1.	Diagram Alir Kualitatif.....	25
Gambar 2.2.	Diagram Alir Kuantitatif.....	26
Gambar 2.3.	<i>Lay Out</i> Pabrik n-Butil Asetat.....	39
Gambar 2.4.	<i>Tata Letak Peralatan Proses</i>	41
Gambar 4.1.	Diagram Alir Pengolahan Air Sungai.....	52
Gambar 5.1.	Struktur Organisasi Pabrik <i>Ethyl Chloride</i>	70
Gambar 6.1.	Grafik Linierisasi Indeks Harga.....	84
Gambar 6.2.	Grafik Analisa Kelayakan.....	94

INTISARI

Adelia Indah, Dian Lellis, 2016, Prarancangan Pabrik Ethyl Chloride dari Ethylene dan Hydrogen Chloride, Kapasitas 25.000 ton/tahun. Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Ethyl Chloride merupakan bahan kimia yang digunakan dalam bidang industri obat-obatan, *refrigerant*, dan bahan pembuat senyawa organik digunakan sebagai bahan dasar pembuatan Etil Selulosa dan sebagai *ethylating agent benzena* dalam memproduksi *styrene* yang digunakan pada industri plastik. Berkembangnya Industri Polimer salah satunya plastik, menyebabkan kebutuhan *Ethyl Chloride* untuk membuat Etil Selulosa dan *Styrene* masih cukup besar dan meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan *Ethyl Chloride* di dalam negeri maka direncanakan pendirian pabrik *Ethyl Chloride* dari *Ethylene* dan *Hydrogen Chloride* kapasitas 25.000 ton/tahun dengan kemurnian 100%. Bahan baku *Ethylene* sebesar 11.352 ton/tahun diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical dengan kemurnian 99,95%. Kebutuhan *Hydrogen Chloride* sebesar 14.799 ton/tahun diperoleh dari PT. Asahimas Chemical dengan kemurnian 100%. Pabrik direncanakan berdiri di Cilegon, Banten dengan pertimbangan dekat dengan lokasi bahan baku.

Proses pembuatan *Ethyl Chloride* melalui berbagai tahapan, yaitu persiapan bahan baku, tahap pembentukan produk dan tahap pemurnian produk. Tahap persiapan bahan baku dengan pencampuran reaktan yang selanjutnya dikompresi sebelum diumpankan ke reaktor. Tahap reaksi pembentukan produk *Ethyl Chloride* merupakan reaksi antara *Ethylene* dan *Hydrogen Chloride* yang dilakukan pada reaktor *fixed bed*. Reaksi berlangsung pada fase gas-gas dengan katalis padat *Zirkonium Oksiklorida* dengan tekanan 27 atm dan rentang suhu 130-250 °C dengan konversi reaksi 44,5%. Produk keluar reaktor dimurnikan dengan proses kondensasi untuk memisahkan produk dan gas sisa reaksi sehingga diperoleh produk dengan kemurnian 100%.

Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air yang bersumber dari air sungai Cidanau dengan kebutuhan sebesar 8229,1096 kg/jam, unit pengadaan udara tekan sebesar 43 m³/jam pada suhu 35 °C dan tekanan 6 atm, unit pengadaan listrik sebesar 476,85 kWh, serta unit pengadaan bahan bakar berupa gas *ethylene* dari hasil sisa proses dan IDO. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk serta unit pengolahan limbah.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 116 orang yang terdiri atas karyawan *shift* dan *non shift*. Pabrik akan didirikan tahun 2018, dan akan beroperasi pada tahun 2020. Hasil analisis ekonomi kelayakan diperoleh *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 81,96%, setelah pajak 57,37%, *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak adalah 1,09 tahun dan 1,48 tahun, *Break Even Point* (BEP) 47,70%, dan *Shut Down Point* (SDP) 39,41%. Sedangkan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 26,67%. Berdasarkan hasil analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik *Ethyl Chloride* dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.