

TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK
TRIOXAN DARI FORMALDEHIDE
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh:

Muhammad Rio Johan (I0508056)

Kurniawan Putra (I0508101)

JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2015



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK TRIOXANE DARI FORMALDEHID

KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

Oleh :

Muhammad Rio Johan

I 0508056

Kurniawan Putra

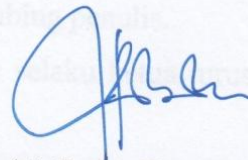
I 0508101

Pembimbing II

Pembimbing I



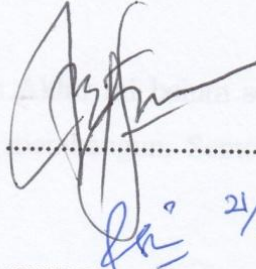
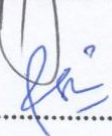
YC. Danarto, S.T., M.T
NIP. 19730827 200012 2 001



Ir. Endah Retno Dyartanti, M.T
NIP. 19690719 200003 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Ir. Arif Jumari, M.Sc.
NIP. 19650315 199702 1 001
2. Sperisa Distantina, S.T., M.T
NIP. 19740509 200003 2 002

1.  23,5
.....
1
2.  21/01 2015
.....
1



Disahkan
Ketua Jurusan Teknik Kimia

28/9/2015

Dr. Sunu H. Pranolo
NIP. 19690316 199802 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, karena rahmat dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan ini. Dalam penyusunan laporan penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan baik berupa doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
2. Ibu Ir. Endah Retno Dyartanti, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Y.C. Danarto, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan kesabarannya dalam membimbing penulis.
3. Bapak Dr. Sunu Herwi Pranolo, S.T., M.Sc selaku ketua jurusan Teknik Kimia FT UNS.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2008, terimakasih banyak untuk segalanya.
5. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Penulis menyadari kemungkinan Tugas Akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, diharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surakarta, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Intisari	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Kapasitas Perancangan	2
1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	4
1.4. Tinjauan Pustaka	5
BAB II. DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	13
2.2. Konsep Proses	14
2.3. Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses	18
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	23
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan	36
BAB III. SPESIFIKASI ALAT	
3.1. Menara Distilasi	40
3.2. Reaktor	51
3.3. Tangki Bahan Baku (Formaldehid)	52
3.4. Tangki Katalis (Asam Sulfat)	53
3.5. Tangki NaOH	53
3.6. Tangki Produk (Trioxan)	54
3.7. Dekanter	55

3.8. Netralizer	55
3.9. Evaporator	56
3.10. <i>Heat Exchanger</i>	58
3.11. Pompa	63
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit Pendukung Proses	65
4.2. Laboratorium	77
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1. Bentuk Perusahaan	81
5.2. Struktur Organisasi	82
5.3. Tugas dan Wewenang	85
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan	88
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah	90
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	91
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan	92
5.8. Jaminan Sosial Tenaga Kerja	93
BAB VI. ANALISIS EKONOMI	
6.1. Dasar Perhitungan	95
6.2. Penafsiran Harga Peralatan	96
6.3. Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	99
6.4. Penentuan <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	100
6.5. Penentuan <i>Total Production Cost (TPC)</i>	102
6.6. Keuntungan	103
6.7. Analisa Kelayakan	103

Daftar Pustaka

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor Trioxan di Indonesia Tahun 2005-2011	2
Tabel 1.2	Data Pabrik Trioxan di Dunia	3
Tabel 1.3	Perbandingan Masing-masing Proses Trimerisasi	7
Tabel 2.1	Harga ΔH_f^0 Masing-masing Komponen	16
Tabel 2.2	Harga ΔG_f^0 Masing-masing Komponen	16
Tabel 2.3	Neraca Massa Total	23
Tabel 2.4	Neraca Massa Menara Distilasi 1	23
Tabel 2.5	Neraca Massa <i>Recycle</i>	24
Tabel 2.6	Neraca Massa Reaktor	24
Tabel 2.7	Neraca Massa Netralizer	25
Tabel 2.8	Neraca Massa Dekanter	25
Tabel 2.9	Neraca Massa Menara Distilasi 2	26
Tabel 2.10	Neraca Massa <i>Mix Point</i>	26
Tabel 2.11	Neraca Massa Evaporator	27
Tabel 2.12	Neraca Massa Menara Distilasi 3	27
Tabel 2.13	Neraca Panas Total	28
Tabel 2.14	Neraca Panas di Sekitar <i>Heat Exchanger 1</i>	29
Tabel 2.15	Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 1	29
Tabel 2.16	Neraca Panas di Sekitar <i>Recycle</i>	30
Tabel 2.17	Neraca Panas di Sekitar Reaktor	30
Tabel 2.18	Neraca Panas di Sekitar Netralizer	31
Tabel 2.19	Neraca Panas di Sekitar Dekanter	31
Tabel 2.20	Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 2	32
Tabel 2.21	Neraca Panas di Sekitar <i>Mix Point</i>	32
Tabel 2.22	Neraca Panas di Sekitar Evaporator	33
Tabel 2.23	Neraca Panas di Sekitar Kondenser Evaporator	33

Tabel 2.24 Neraca Panas di Sekitar <i>Heat Exchanger 2</i>	34
Tabel 2.25 Neraca Panas di Sekitar Menara Distilasi 3	34
Tabel 2.26 Neraca Panas di Sekitar <i>Heat Exchanger 3</i>	35
Tabel 3.1 Spesifikasi Pompa	63
Tabel 3.2 Tipe Pompa	64
Tabel 4.1 Kebutuhan Air Pendingin	66
Tabel 4.2 Kebutuhan Air Untuk <i>Steam</i>	67
Tabel 4.3 Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	68
Tabel 4.4 Kebutuhan Air Pabrik Trioxan	68
Tabel 4.5 Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	72
Tabel 4.6 Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan	73
Tabel 4.7 Total Kebutuhan Daya Listrik Pabrik Disuplai Generator	74
Tabel 4.8 Total Kebutuhan Daya Listrik Pabrik Disuplai PLN	74
Tabel 4.9 Total Kebutuhan Daya Listrik Pabrik	75
Tabel 5.1 Jadwal Pembagian Kelompok Shift	90
Tabel 5.2 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karayawan, dan Gaji	91
Tabel 6.1 Indeks Harga Alat	96
Tabel 6.2 <i>Fixed Capital Investment</i>	99
Tabel 6.3 <i>Working Capital Investment</i>	100
Tabel 6.4 <i>Total Capital Investment</i>	100
Tabel 6.5 <i>Direct Manufacturing Cost</i>	101
Tabel 6.6 <i>Indirect Manufacturing Cost</i>	101
Tabel 6.7 <i>Fixed Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 6.8 <i>Manufacturing Cost</i>	102
Tabel 6.9 <i>General Expense</i>	103
Tabel 6.10 <i>Total Production Cost</i>	103
Tabel 6.11 Analisa Kelayakan	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Pemilihan Lokasi Pabrik Trioxan	5
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif	19
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif	20
Gambar 2.3	<i>Lay Out</i> Pabrik Trioxan	37
Gambar 2.4	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses	39
Gambar 4.1	Distribusi Air Pabrik Trioxan	69
Gambar 4.2	Pengolahan Limbah Pabrik Trioxan	77
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Pabrik Trioxan	84
Gambar 6.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	97
Gambar 6.2	Grafik Analisa Kelayakan	107

INTISARI

Muhammad Rio Johan, Kurniawan Putra, 2014, Prarancangan Pabrik Trioxan dari Formaldehid dengan Katalis Asam Kapasitas 30.000 Ton/Tahun, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Trioxan ($C_3H_6O_3$) adalah hasil reaksi trimerisasi dari formaldehid. Trioxan bisa dimanfaatkan untuk berbagai industri seperti bahan baku industri plastik, bahan perekat pada produk kayu lapis (*plywood*), aditif anti korosi logam, bahan pembuatan pupuk urea, bahan pengawet produk kosmetik dan sebagai disinfektan maupun insektisida.

Pabrik trioxan ini direncanakan akan didirikan dengan kapasitas 30.000 ton/tahun yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan trioxan dalam negeri. Pabrik trioxan ini direncanakan berdiri di kawasan industri Cilegon, Serang dan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun.

Proses pembuatan trioxan ini dilakukan dengan cara reaksi trimerisasi formaldehid dengan katalis asam sulfat. Pada tahap persiapan bahan baku, formaldehid dimurnikan menjadi 60% melalui distilasi. Reaksi trimerisasi larutan formaldehid 60% dilakukan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu $90^{\circ}C$, tekanan 1,2 atm, dan katalis asam sulfat konsentrasi 98%. Pemurnian larutan trioxan hasil reaksi dilakukan menggunakan menara distilasi dengan suhu $98,38^{\circ}C$ dan tekanan 1,2 atm. Produk trioxan keluar sebagai hasil bawah dengan kemurnian 99%.

Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air dengan kebutuhan 212.506,13 liter/jam dan disuplai dari PT Krakatau Tirta Industri, unit pengadaan *steam* dengan kebutuhan 35.421,25 kg/jam, unit pengadaan udara tekan sebesar $100\ m^3$ /jam, unit pengadaan listrik dengan kebutuhan 2.589.471,40 kW/tahun, unit pengadaan bahan bakar dengan kebutuhan 2.658.51 liter/tahun, dan unit pengolahan limbah yang berupa limbah cair dan dilakukan unit pengolahan limbah tersendiri. Pabrik juga didukung dengan laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol kualitas bahan baku, produk dan proses produksi.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah koperasi dengan struktur *line and staff*. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 186 orang.

Hasil analisis ekonomi didapatkan *Return of Investment* (ROI) sebesar 48,63% sebelum pajak dan 34,04% sesudah pajak. *Pay Out Time* (POT) didapatkan sebesar 1,74 tahun sebelum pajak dan 2,32 tahun sesudah pajak. *Break Even Point* (BEP) sebesar 53,67%, *Shut Down Point* (SDP) sebesar 43,19%, dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 12,48%. Analisis kelayakan pabrik maka pabrik trioxan dari formaldehid dengan katalis asam kapasitas 30.000 ton/tahun layak untuk didirikan.