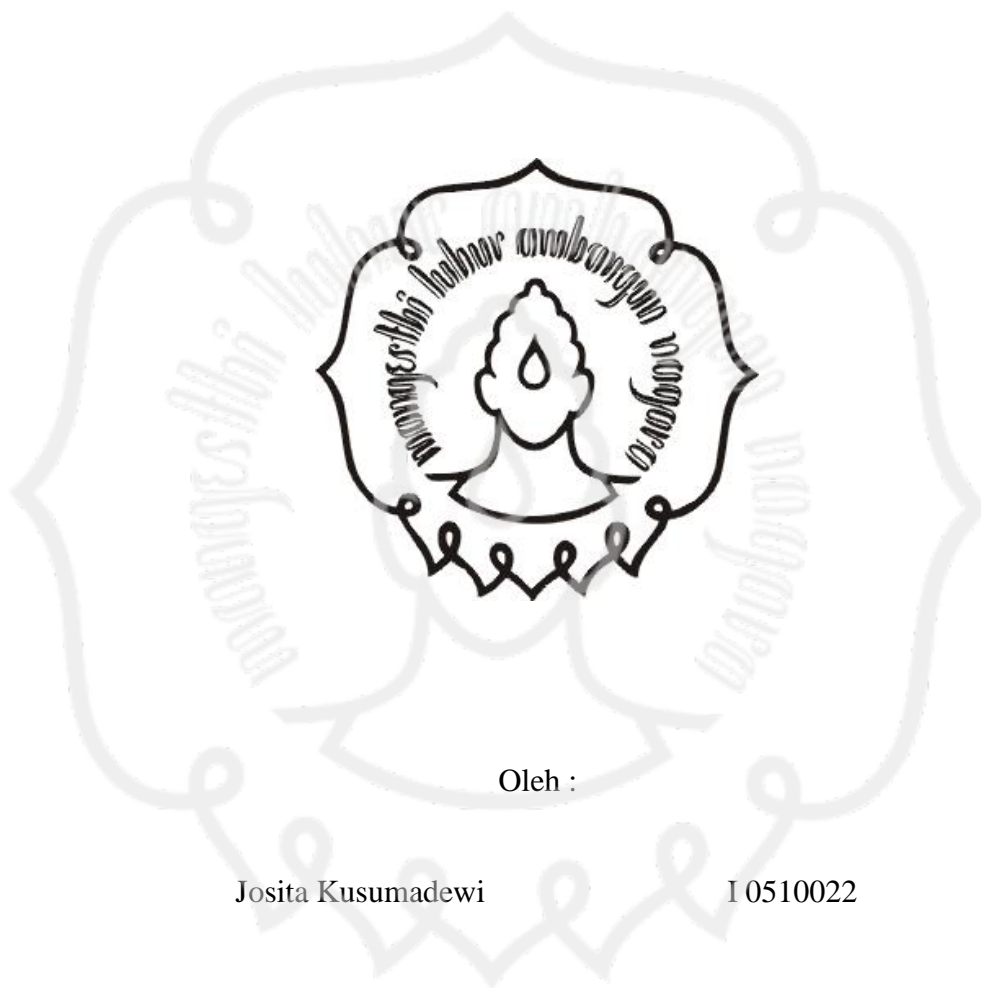


TUGAS AKHIR

**PRARANCANGAN PABRIK *ISOBUTYLENE*
DARI *TERT-BUTYL ALKOHOL* DENGAN PROSES
DEHIDRASI KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**



Oleh :

Josita Kusumadewi

I 0510022

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK *ISOBUTYLENE*
DARI TERT-BUTYL ALKOHOL DENGAN PROSES DEHIDRASI
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Josita Kusumadewi

I 0510022

Pembimbing II

Pembimbing I

27/07/2016

Dr. Eng Agus Purwanto, S.T., M.T.
NIP. 19650315 199702 1 001

Wusana Agung W., S.T., M.T.
NIP. 19801005 200501 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Inayati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19710829 199903 2 001
2. Dr. Margono, S.T., M.T.
NIP. 19681107 199702 1 001

1.

2.

Disahkan
Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia



29/7/16

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

PROGRAM STUDI SARJANA
TEKNIK KIMIA
NIP. 19681107 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, hanya karena rahmat dan ridhonya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik *Isobutylene* dari *tert-Butyl Alkohol* dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 40.000 Ton/Tahun" ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah
2. Wusana Agung Wibowo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Dr. Eng Agus Purwanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir
3. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Pembimbing Akademik
4. Dr. Margono S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Kimia FT UNS.
5. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2010

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2016

Penulis

INTISARI

Jagis Rama Wijaya dan Josita Kusumadewi, 2015, Prarancangan Pabrik Isobutylene dari tert-Butyl Alkohol dengan Proses Dehidrasi Kapasitas 40.000 ton/tahun, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Isobutylene banyak digunakan dalam industri kimia sebagai bahan baku *alkylate gasoline*, polimer *gasoline*, *straight fuel use*, MTBE, *di/triisobutylene*, *butyl rubber*, *polybutene*, *isoprene* dan bahan kimia lainnya. Untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri yang masih harus impor dan adanya peluang ekspor yang masih terbuka, maka dirancang pabrik *isobutylene* dengan kapasitas 40.000 ton/tahun kebutuhan bahan baku *tert-butyl alkohol* sebanyak 60.176,17 ton/tahun, yang diimpor dari China. Pabrik direncanakan berdiri di Kawasan Industri Cilegon, Jawa Barat pada tahun 2021.

Pembuatan *isobutylene* melalui 3 tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembentukan produk, dan tahap pemurnian produk. Reaksi pembentukan *isobutylene* dari *tert-butyl alkohol* berlangsung di dalam reaktor alir tangki berpengaduk dengan katalis *styrene-divinylbenzene* (DVB), reaksi berlangsung pada suhu 80°C dan tekanan 12,83 atm. Sebanyak 73% mol *tert-butyl alkohol* terkonversi menjadi *isobutylene*.

Unit pendukung proses meliputi unit pengadaan air, steam, listrik, udara tekan, dan bahan bakar. Unit pengadaan air terdiri dari unit pengadaan air pendingin dengan kebutuhan sebesar 0,1895 L/kg produk, unit pengadaan air make up umpan boiler dengan kebutuhan sebesar 0,2080 L/kg produk, dan unit pengadaan air konsumsi umum dan sanitasi yang bersumber dari Krakatau Tirta Industri dengan kebutuhan sebesar 6,719 m³/hari. Unit pengadaan udara tekan dengan kebutuhan 0,0113 m³/kg produk. Unit pengadaan listrik dengan kebutuhan daya listrik sebesar 281,70 kWh/hari dipenuhi oleh PLN dan cadangan generator dengan kapasitas 320 kW. Unit pengadaan bahan bakar untuk *furnace* berupa IDO sebesar 0,0949 L/kg produk. Pabrik juga didukung dengan laboratorium yang berfungsi untuk mengontrol kualitas bahan baku dan produk.

Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas dengan struktur *line and staff*. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 156 orang.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 92,17%, setelah pajak 64,52%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 0,98 tahun, setelah pajak 1,34 tahun, *Break Event Point* (BEP) 49,71%, *Shut Down Point* (SDP) 43,16% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) 24,16%. Berdasarkan hasil evaluasi diatas, maka pabrik *isobutylene* dari *tert-butyl alkohol* dengan proses dehidrasi kapasitas 40.000 ton/tahun dinilai layak didirikan di Indonesia.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Motto dan Persembahan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xiii
Intisari	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
1.2.1. Kebutuhan Pasar terhadap <i>Isobutylene</i>	3
1.2.2. Kapasitas Minimal Pabrik	6
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku	7
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	7
1.3.1. Penyediaan Bahan Baku.....	8
1.3.2. Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran.....	8
1.3.3. Sarana Transportasi.....	9
1.3.4. Tenaga Kerja	9
1.3.5. Utilitas	9
1.4. Tinjauan Pustaka	10
1.4.1. Macam-Macam Proses	10
1.4.1.1. Proses <i>Catofin/Coastal</i>	10
1.4.1.2. Proses <i>Thermal Cracking</i>	10
1.4.1.3. Proses Ekstraksi dengan Asam Sulfat	11
1.4.1.4. Proses Dehidrasi <i>tert-Butyl Alkohol</i>	11
1.4.2. Pemilihan Proses	12
1.4.3. Kegunaan Produk.....	12
1.5. Sifat Fisik dan Kmia Bahan Baku dan Produk	13
1.5.1. Bahan Baku	13

1.5.2. Produk	15
1.6. Tinjauan Proses Secara Umum	18
1.6.1. Tahapan Penyimpanan Bahan Baku.....	18
1.6.2. Tahapan Persiapan Bahan Baku	18
1.6.3. Tahapan Pembentukan Produk.....	18
1.6.4. Tahapan Pemurnian Produk	18
BAB II DESKRIPSI PROSES	
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	20
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	20
2.1.2. Spesifikasi Bahan Pembantu	20
2.1.3. Spesifikasi Produk.....	21
2.2. Konsep Proses	21
2.2.1. Dasar Reaksi.....	21
2.2.2. Mekanisme Reaksi	22
2.2.3. Kondisi Operasi Reaksi.....	22
2.2.4. Tinjauan Kinetika Reaksi	22
2.2.5. Tinjauan Termodinamika Reaksi	24
2.3. Diagram Alir Proses dan Langkah Proses.....	27
2.3.1. Diagram Alir Proses	27
2.3.2. Langkah Proses	31
2.3.2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku.....	31
2.3.2.2. Tahap Pembentukan Produk.....	31
2.3.2.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	32
2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas.....	33
2.4.1 Neraca Massa Total.....	33
2.4.2 Neraca Massa Alat	33
2.4.3 Neraca Panas Total.....	36
2.4.3 Neraca Panas Alat	36
2.5. <i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan.....	40
2.5.1 <i>Lay Out</i> Pabrik	40
2.5.2 <i>Lay Out</i> Peralatan Proses	43

BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES	
3.1. Tangki	46
3.2 Reaktor	47
3.3. Separator	49
3.4. Menara Destilasi.....	50
3.5. <i>Condenser</i>	51
3.6. <i>Reboiler</i>	52
3.7. <i>Accumulator</i>	53
3.8 <i>Heat Exchanger</i>	54
3.9. Pompa.....	55
BAB IV UTILITAS DAN LABORATORIUM	
4.1. Unit Pendukung Proses	57
4.1.1. Unit Pengadaan Air.....	58
4.1.1.1. Air Pendingin	60
4.1.1.2. Air Umpan Boiler.....	61
4.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	65
4.1.2. Unit Pengadaan Steam	66
4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan.....	68
4.1.4. Unit Pengadaan Listrik.....	69
4.1.4.1. Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	69
4.1.4.2. Listrik untuk Penerangan	70
4.1.4.3. Listrik untuk AC	72
4.1.4.4. Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi	72
4.1.4.5. Kebutuhan Listrik untuk Alat Elektronik.....	72
4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar	73
4.2. Laboratorium.....	74
4.2.1. Laboratorium Fisik.....	76
4.2.2. Laboratorium Analitik.....	77
4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	77
4.2.4. Laboratorium Analisis Air	77
4.3. Unit Pengolahan Limbah.....	78

4.4.	Keselamatan dan Kesehatan kerja.....	80
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		
5.1	Bentuk Perusahaan	81
5.2	Struktur Organisasi	83
5.3.	Tugas dan Wewenang	87
5.3.1.	Pemegang Saham	87
5.3.2.	Dewan Komisaris	87
5.3.3.	Dewan Direksi.....	87
5.3.4.	Staff Ahli.....	89
5.3.5.	Kepala Bagian	89
5.3.6.	Kepala Seksi.....	92
5.4.	Pembagian Jam Kerja Karyawan	93
5.4.1.	Karyawan <i>Non Shift</i> /Harian	93
5.4.2.	Karyawan <i>Shift</i>	93
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	95
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	96
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	99
5.8	Manajemen Perusahaan.....	100
5.8.1.	Perencanaan Produksi	101
5.8.2.	Pengendalian Produksi.....	102
BAB VI ANALISIS EKONOMI		
6.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	105
6.2	Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	107
6.2.1.	Harga Pembelian Alat	108
6.2.2.	Modal Tetap (<i>Fixed Capital Investment</i>)	109
6.2.3.	Modal Kerja (<i>Working Capital Investment</i>).....	109
6.3	Biaya Produksi Total (<i>Total Production Cost</i>)	110
6.3.1.	<i>Manufacturing Cost</i>	110
6.3.1.1.	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	110
6.3.1.2.	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	110
6.3.1.3.	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	111

6.3.2. <i>General Expense</i> (GE)	111
6.4 Keuntungan Produksi	112
6.5. Analisis Kelayakan.....	112
6.5.1. % <i>Profit on Sales</i> (POS).....	112
6.5.2. % <i>Return on Investment</i> (ROI).....	113
6.5.3. <i>Pay Out Time</i> POT	113
6.5.4. <i>Break Event Point</i> (BEP)	113
6.5.5. <i>Shut Down Point</i> (SDP)	115
6.5.6. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF).....	115
Daftar Pustaka	xv
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor <i>Isobutylene</i> di Indonesia	3
Tabel 1.2	<i>Butylene & Isomers composition</i>	4
Tabel 1.3	Kebutuhan <i>Isobutylene</i> di Indonesia	4
Tabel 1.4	Daftar Pabrik <i>Isobutylene</i> di Dunia	6
Tabel 1.5	Daftar Pabrik <i>tert-Butyl Alkohol</i> di China	7
Tabel 1.6	Tabel Perbandingan Proses Pembuatan <i>Isobutylene</i>	12
Tabel 2.1	Neraca Massa Total	33
Tabel 2.2	Neraca Massa <i>Tee-01</i>	33
Tabel 2.3	Neraca Massa Reaktor	34
Tabel 2.4	Neraca Massa Separator	34
Tabel 2.5	Neraca Massa Menara Destilasi I	34
Tabel 2.6	Neraca Massa Menara Destilasi II	35
Tabel 2.7	Neraca Massa <i>Tee-02</i>	35
Tabel 2.8	Neraca Massa <i>Tee-03</i>	35
Tabel 2.9	Neraca Panas Total	36
Tabel 2.10	Neraca Panas <i>Tee-01</i>	36
Tabel 2.11	Neraca Panas Reaktor	37
Tabel 2.12	Neraca Panas Heat Exchanger I	37
Tabel 2.13	Neraca Panas Heat Exchanger II	37
Tabel 2.14	Neraca Panas <i>Expansion Valve</i>	38
Tabel 2.15	Neraca Panas Separator	38
Tabel 2.16	Neraca Panas Menara Destilasi I	38
Tabel 2.17	Neraca Panas Menara Destilasi II	39
Tabel 2.18	Neraca Panas <i>Tee-02</i>	39
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Pendingin	60
Tabel 4.2	Kebutuhan Air <i>Steam</i>	62
Tabel 4.3	Kebutuhan Air Konsumsi Umum & Sanitasi	65
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas	70
Tabel 4.5	Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan	71

Tabel 4.6	Total Kebutuhan Listrik Pabrik	73
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	94
Tabel 5.2	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	97
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat	105
Tabel 6.2	Harga Pembelian Peralatan	108
Tabel 6.3	Modal Tetap	109
Tabel 6.4	Modal Kerja	109
Tabel 6.5	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	110
Tabel 6.6	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	110
Tabel 6.7	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	111
Tabel 6.8	<i>General Expense</i>	112
Tabel 6.9	Analisis Kelayakan	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor <i>Isobutylene</i> di Indonesia	5
Gambar 1.2 Lokasi Pendirian Pabrik <i>Isobutylene</i>	8
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses	28
Gambar 2.2 Diagram Alir Kualitatif	29
Gambar 2.3 Diagram Alir Kuantitatif	30
Gambar 2.4 Tata Letak Pabrik <i>Isobutylene</i>	42
Gambar 2.5 Tata Letak Alat Proses <i>Isobutylene</i>	45
Gambar 4.1 Diagram Alir Pengolahan Air KTI	59
Gambar 5.1 Struktur Organisasi Pabrik <i>Isobutylene</i>	86
Gambar 6.1 <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	106
Gambar 6.2 Grafik Analisis Kelayakan	117