

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL OLEAT
DARI ASAM OLEAT DAN N-BUTANOL
KAPASITAS 20.000 TON / TAHUN**



Disusun Oleh :

Eka Andi Saputro (I 0511018)

Muhammad Ridwan (I 0511030)

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

2016

com user

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL OLEAT
DARI ASAM OLEAT DAN N-BUTANOL
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Eka Andi Saputro


I 0511018

Muhammad Ridwan

I 0511030

Pembimbing I

Pembimbing II


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

NIP. 19801005 200501 1 001


Ir. Paryanto, M.S.

NIP. 19580425 198601 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

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

NIP. 19750411 199903 1 001

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

NIP. 19730108 200012 1 001

1. 

2. 

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia




Dr. Marsono, 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 n-Butil Oleat dari Asam Oleat dan n-Butanol Kapasitas 20.000 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 Sarjana Teknik Kimia.
2. Bapak Wusana Agung Wibowo, S.T., M.T. dan Ir. Paryanto, M.S. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, ilmu dan arahannya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
4. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa dan semangat yang senantiasa diberikan.
5. Teman – teman Teknik Kimia UNS, khususnya angkatan 2011.
6. 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, Maret 2016

Penulis

commit to user

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	xi
Intisari	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan.....	2
1.2.1 Prediksi Kebutuhan N-Butil Oleat di Indonesia.....	2
1.2.2 Kebutuhan N-Butil Oleat di Luar Negeri.....	5
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku dan Katalis	6
1.2.4 Kapasitas Produksi Pabrik N-Butil Oleat.....	6
1.3. Penentuan Lokasi Pabrik.....	8
1.3.1 Faktor Utama.....	9
1.3.2 Faktor Penunjang.....	10
1.4. Tinjauan Pustaka	12
1.4.1 Proses Pembuatan N-butyl Oleat	12
1.4.2 Alasan Pemilihan Proses	15
1.4.3 Kegunaan Produk.....	15

commit to user

1.5.	Sifat Fisis dan Kimia.....	16
1.5.1	Bahan Baku	16
1.5.2	Produk	18
BAB II	DESKRIPSI PROSES	19
2.1.	Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pembantu, dan Produk.....	19
2.1.1	Spesifikasi Bahan Baku.....	19
2.1.2	Spesifikasi Katalis.....	20
2.1.3	Spesifikasi Produk.....	20
2.1.4	Spesifikasi Impuritas	20
2.2.	Konsep Proses	21
2.2.1	Dasar Reaksi.....	21
2.2.2	Mekanisme Reaksi	22
2.2.3	Kondisi Operasi.....	23
2.2.4	Tinjauan Termodinamika	23
2.2.5	Tinjauan Kinetika.....	25
2.3.	Langkah Proses	28
2.3.1	Diagram Alir Proses	28
2.3.2	Tahapan Proses.....	32
2.4.	Neraca Massa dan Neraca Panas	35
2.4.1	Neraca Massa	35
2.4.2	Neraca Panas	39
2.5.	<i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan Proses	42
2.5.1	<i>Lay Out</i> Pabrik	42

commit to user

2.5.2	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses	45
BAB III	SPESIFIKASI ALAT.....	48
3.1.	Alat Utama	48
3.2.	Alat Pendukung.....	53
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM DAN PENGOLAHAN LIMBAH.....	60
4.1.	Unit Pendukung Proses	60
4.1.1	Unit Pengadaan dan Pengolahan Air.....	62
4.1.2	Unit Pengadaan <i>Steam</i>	71
4.1.3	Unit Pengadaan Udara Tekan.....	73
4.1.4	Unit Pengadaan Listrik	75
4.1.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	81
4.2.	Laboratorium.....	82
4.2.1	Laboratorium Fisik.....	84
4.2.2	Laboratorium Analitik.....	84
4.2.3	Prosedur Analisa Bahan Baku dan Produk	85
4.2.4	Prosedur Analisa Air.....	88
4.3.	Unit Pengolahan Limbah.....	90
4.3.1	Limbah Cair	90
4.3.2	Limbah Gas	90
4.4.	Unit Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	91
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	96

commit to user

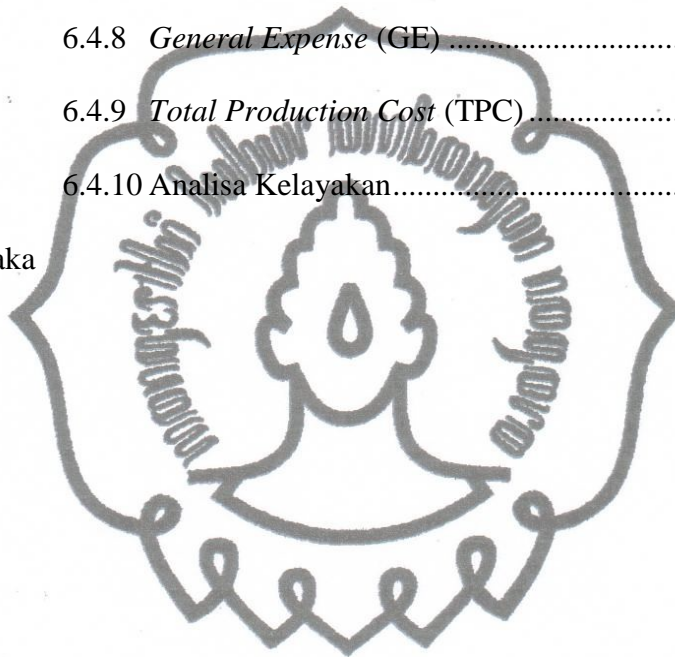
5.1	Bentuk Perusahaan	96
5.2	Struktur Organisasi	100
5.3	Tugas dan Wewenang	101
5.3.1	Pemegang Saham	101
5.3.2	Dewan Komisaris	101
5.3.3	Dewan Direksi	101
5.3.4	Kepala Bagian	103
5.3.5	Kepala Seksi	105
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	105
5.4.1	Karyawan <i>non shift</i>	105
5.4.2	Karyawan <i>shift</i>	106
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	107
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	108
5.6.1	Penggolongan Jabatan	108
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji	109
5.7	Jaminan Sosial Tenaga Kerja	111
BAB VI	ANALISA EKONOMI	117
6.1	Penaksiran Harga Peralatan	122
6.2	Dasar Perhitungan	124
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	124
6.4	Hasil Perhitungan	126
6.4.1	<i>Fixed Capital Investment</i> (FCI)	126
6.4.2	<i>Working Capital Investment</i> (WCI)	127

commit to user

6.4.3	<i>Total Capital Investment (TCI)</i>	127
6.4.4	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	128
6.4.5	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	128
6.4.6	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	128
6.4.7	<i>Total Manufacturing Cost (TMC)</i>	129
6.4.8	<i>General Expense (GE)</i>	129
6.4.9	<i>Total Production Cost (TPC)</i>	129
6.4.10	Analisa Kelayakan.....	130

Daftar Pustaka

Lampiran



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Impor n-Butil Oleat dari Tahun 2003-2013	3
Tabel 1.2	Kebutuhan Impor n-Butil Oleat pada Berbagai Negara.....	5
Tabel 1.3	Sumber Bahan Baku Utama.....	6
Tabel 1.4	Pabrik n-Butil Oleat di Dunia	7
Tabel 2.1	Harga ΔH_f° Masing-masing Komponen.....	23
Tabel 2.2	Neraca Massa Reaktor - 01.....	35
Tabel 2.3	Neraca Massa Menara Distilasi - 01	36
Tabel 2.4	Neraca Massa Dekanter – 01	36
Tabel 2.5	Neraca Massa Menara Distilasi – 02	37
Tabel 2.6	Neraca Massa Total	38
Tabel 2.7	Neraca Panas Reaktor - 01.....	39
Tabel 2.8	Neraca Panas Menara Distilasi - 01	39
Tabel 2.9	Neraca Panas Dekanter – 01	40
Tabel 2.10	Neraca Panas Menara Distilasi – 02	40
Tabel 2.11	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> – 01.....	40
Tabel 2.12	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> – 02.....	41
Tabel 2.13	Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> – 03.....	41
Tabel 2.13	Neraca Panas Total	41
Tabel 3.1	Spesifikasi Reaktor	48
Tabel 3.2	Spesifikasi Menara Distilasi I.....	49
Tabel 3.3	Spesifikasi Dekanter	50

commit to user

Tabel 3.4	Spesifikasi Menara Distilasi II.....	51
Tabel 3.5	Spesifikasi Tangki.....	53
Tabel 3.6	Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	55
Tabel 3.7	Spesifikasi Pompa.....	59
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Pendingin	68
Tabel 4.2	Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i>	69
Tabel 4.3	Jumlah Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	70
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses	76
Tabel 4.5	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas	77
Tabel 4.6	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan	79
Tabel 4.7	Total Kebutuhan Daya Listrik Pabrik	80
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	107
Tabel 5.2	Perincian Gaji Karyawan Menurut Jabatan.....	109
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat.....	122
Tabel 6.2	<i>Fixed Capital Investment</i>	126
Tabel 6.3	<i>Working Capital Investment</i>	127
Tabel 6.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	128
Tabel 6.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	128
Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	128
Tabel 6.7	<i>General Expense</i>	129
Tabel 6.8	Analisa Kelayakan.....	133

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Impor n-Butil Oleat di Indonesia	4
Gambar 1.2	Peta Lokasi Pabrik n-Butil Oleat di Gresik, Jawa Timur	8
Gambar 2.1	Grafik Laju Reaksi vs % Berat Katalis.....	25
Gambar 2.2	Grafik Rasio Laju Reaksi dengan Konsentrasi Katalis vs Rasio Molar Asam Oleat dengan n-Butanol.....	26
Gambar 2.3	Grafik $\log 10^4 k$ vs $1/T$ Absolut	27
Gambar 2.4	Diagram Alir Proses	29
Gambar 2.5	Diagram Alir Kualitatif	30
Gambar 2.6	Diagram Alir Kuantitatif	31
Gambar 2.7	<i>Lay Out</i> Pabrik n-Butil Oleat.....	44
Gambar 2.8	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses	47
Gambar 4.1	Skema Pengolahan Air Laut dengan Desalinasi Membran Sebelum Masuk Proses Pabrik	62
Gambar 4.2	Skema Hasil Desalinasi Air Laut dalam Pabrik	67
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Pabrik n-Butil Oleat	100
Gambar 6.1	Grafik Linierisasi Indeks Harga	123
Gambar 6.2	Grafik Analisa Kelayakan	134

INTISARI

Eka Andi Saputro dan Muhammad Ridwan, 2016, Prarancangan Pabrik N-Butil Oleat dari Asam Oleat dan N-Butanol Kapasitas 20.000 Ton/Tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

N-butil oleat banyak digunakan pada industri plastik sebagai *plasticizers* dan polyester yang berfungsi untuk menurunkan viskositas leburan dan fleksibilitas plastik. Untuk memenuhi kebutuhan ekspor, maka dirancang pabrik n-butil oleat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dengan bahan baku n-butanol sebanyak 0,2224 kg/kg produk dan asam oleat sebanyak 0,8683 kg/kg produk dengan bahan pendukung katalis asam sulfat diperlukan sebanyak 0,0043 kg/kg produk dengan pertimbangan beberapa faktor, diantaranya aspek penyedia bahan baku, letak dan sarana transportasi, tenaga kerja, ketersediaan utilitas, serta pemasaran menjadi alasan pembangunan pabrik di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur.

N-butil oleat dihasilkan dari reaksi esterifikasi n-butanol dan asam oleat dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi isothermal adiabatik pada suhu 100 °C dan tekanan 1,013 bar. Hasil keluaran reaktor masuk ke menara distilasi untuk pemisahan sisa bahan baku dan katalis dengan produk n-butil oleat. Hasil atas menara distilasi masuk dekanter untuk pemisahan impuritas berupa air dan butanol. Selanjutnya hasil atas fase ringan dekanter masuk ke menara distilasi untuk pemurnian produk dari kandungan butanol yang masih terikut dengan kemurnian 99,16% berat.

Kebutuhan utilitas meliputi air sebanyak 66,358 kg/kg produk, energi listrik sebesar 0,1372 kWh/kg produk, bahan bakar (batubara) sebanyak 0,054 kg/kg produk, udara tekan ($P=7$ bar, $T=35$ °C) sebanyak 0,073 m³/kg produk.

Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 130 orang yang terdiri atas karyawan *shift* dan *non shift*. Pabrik akan didirikan pada tahun 2020 dan akan beroperasi tahun 2022. Harga bahan baku n-butanol US\$ 1,78/kg, bahan baku asam oleat US\$ 1,90/kg dan bahan baku pendukung asam sulfat US\$ 0,95/kg, harga jual produk n-butil oleat US\$ 5,11/kg. Pabrik ini menghasilkan limbah cair berupa buangan sanitasi dan air berminyak dari alat proses serta limbah gas dari hasil pembakaran bahan bakar boiler. Pengolahan limbah cair dilakukan dalam unit stabilisasi menggunakan lumpur aktif, aerasi dan desinfektan, sedangkan untuk limbah gas langsung dibuang ke udara bebas.

Hasil analisis kelayakan menunjukkan *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 78,30% dan setelah pajak 54,81%, *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,16 tahun dan setelah pajak 1,59 tahun, *Break Even Point* (BEP) 46,34%, *Shut Down Point* (SDP) 39,14% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 23,4%. Berdasarkan analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik n-butil oleat dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya di Indonesia.