

**PRARANCANGAN PABRIK ISOBUTILENA
DARI TERSIER BUTIL ALKOHOL DENGAN PROSES DEHIDRASI
MENGUNAKAN KATALIS *STYRENE-DIVINYLBENZENE*
KAPASITAS PRODUKSI 15.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik
Strata 1 pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

**WIDHYOKO HERI SANTOSO
D500 14 0004**

Dosen Pembimbing :

- 1. M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.**
- 2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

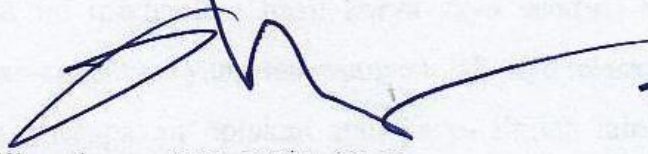
2016

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Widhyoko Heri Santoso
NIM : D 500 140 004
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Isobutilena dari Tersier Butil Alkohol dengan Proses Dehidrasi menggunakan Katalis *Styrene-Divinylbenzene* Kapasitas 15.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.
2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

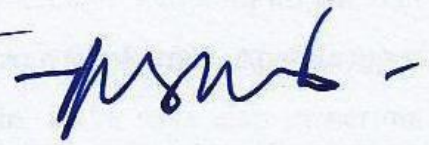
Surakarta. April 2016

Meyetujui,
Pembimbing I



M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D
NIK. 794

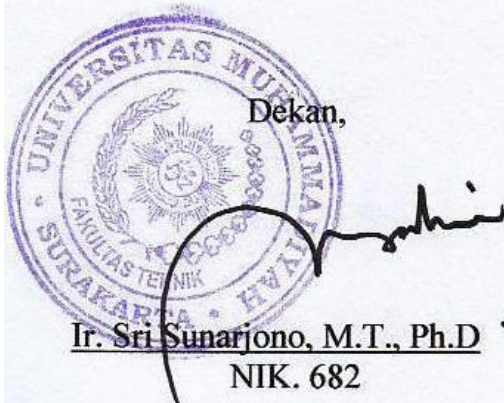
Pembimbing II



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D
NIK. 664

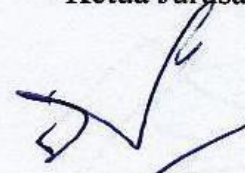
Mengetahui,

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK. 682

Ketua Jurusan,



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D
NIK. 892

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
2016

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Widhyoko Heri Santoso
Nim : D 500 140 004
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Prarancangan Pabrik : Prarancangan Pabrik Isobutilena Dari
Tersier Butil Alkohol Dengan Proses
Dehidrasi Menggunakan Katalis
Styrene-Divinil Benzene Kapasitas
15.000 Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya buat dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-singkatan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila tugas akhir ini merupakan jiplakan atau karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, April 2016
Yang membuat pernyataan,


Widhyoko Heri Santoso

D500140004

INTISARI

Isobutilena atau *2-methyl propene* memiliki rumus molekul C_4H_8 , biasanya dihasilkan sebagai produk samping dari proses penyulingan minyak bumi. Senyawa ini berfungsi sebagai bahan baku pembuatan *metil tersier butil eter* (MTBE) dan *etil tersier butil eter* (ETBE) yang bermanfaat untuk meningkatkan angka oktan bahan bakar. Reaksi polimerisasi isobutilena dapat menghasilkan karet sintetis (*butyl rubber*). Isobutilena direaksikan dengan phenol akan membentuk antioksidan *butylated hydroxytoluene* (BHT) dan *butylated hydroxyanisole* (BHA). Karena kebutuhan isobutilena semakin meningkat dan mengurangi impor serta untuk persaingan pasar bebas ASEAN (MEA). Beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya aspek penyediaan bahan baku, tenaga kerja, transportasi, utilitas dan pemasaran. Maka lokasi pabrik yang cukup strategis adalah di kawasan Industri Tuban, Jawa Timur, Indonesia pada tahun 2019 pada tanah seluas 22.675 m^2 dengan jumlah karyawan 159 orang.

Dalam proses pembuatan isobutilena dilakukan dengan reaksi dehidrasi tersier butil alkohol (TBA) di bantu dengan katalis *styrene-divinil benzene* didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi dehidrasi adalah reaksi *endotermis* dan *reversible* yang dikondisikan menuju ke arah produk dengan suhu operasi 93°C dan tekanan 5 atm. Reaktor yang digunakan bersifat isothermal yang beroperasi secara kontinyu. Hasil produksi pabrik isobutilena sebesar 1893,754 Kg/jam, kebutuhan bahan baku TBA 2966,654 Kg/jam dan katalis sebesar 383,897 Kg.

Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik isobutilena diperoleh *fixed capital investment* (FCI) sebesar Rp 354.623.090.728,00 dan *working capital* (WC) sebesar Rp 231.693.692.096,00. Dari analisa kelayakan diperoleh hasil *return on investment* (ROI) sebelum pajak 34,71% dan setelah pajak 24,30%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 2,24 tahun dan setelah pajak 2,92 tahun. *Break Even Point* (BEP) 47,91%, *Shut Down Point* (SDP) 29,91% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 30,28%. Hasil analisa ekonomi menyimpulkan bahwa Pabrik isobutilena dari TBA dengan proses dehidrasi kapasitas 15.000 ton/tahun **layak** untuk didirikan.

Kata kunci: isobutilena, katalis *styrene-devinil benzene*, proses dehidrasi

ABSTRACT

Isobutylene or 2-methyl propene has the molecular formula C_4H_8 , usually produced as a by product of the petroleum refining process. This compound serves as raw material for the manufacture of methyl tertiary butyl ether (MTBE) and ethyl tertiary butyl ether (ETBE) are useful to increase the octane number fuel. Isobutylene polymerization reaction can produce synthetic rubber (butyl rubber). Isobutylene reacted with phenol to form the antioxidant butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA). Due to increasing needs of isobutylene and reduce imports as well as for the ASEAN free market competition (MEA). Some factors to consider include aspects of the supply of raw materials, labor, transportation, utilities and marketing. Then the factory strategic location is in the area of Industrial Tuban, East Java, Indonesia in 2019 on a land area of 22.675 m² and employe 159 people.

In the process of making isobutylene done dehydration reaction of tertiary butyl alcohol (TBA) is aided by a catalyst in the styrene-divinyl benzene flow stirred tank reactor (RATB). Dehydration reaction is endothermic reaction and reversible conditioned towards products with operating temperature of 93°C and a pressure of 5 atm. The reactor used is isothermal that operates continuously. The results of factory production of isobutylene 1893,754 Kg/h, raw material requirements TBA 2966,654 Kg/h and the catalyst of 383,897 Kg.

The results of the economic analysis of the obtained isobutylene plant prarancangan fixed capital investment (FCI) of Rp354.623.090.728,00 and working capital (WC) Rp231.693.692.096,00. Feasibility analysis results obtained from the return on investment (ROI) before tax after tax 34,71% and 24,30%. Pay Out Time (POT) before tax and after-tax 2,24 tahun of 2,92 years. Break Even Point (BEP) 47,91%, Shut Down Point (SDP) of 29,91% and a Discounted Cash Flow (DCF) of 30,28%. The results of the economic analysis concluded that the plant isobutylene from TBA with the dehydration process capacity of 15.000 ton/year feasible to set.

Keywords: isobutylene, styrene-devinil catalyst benzene, the dehydration process

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat
(Q.S. Al Mujadalah 11)

Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang sabar.
(Qs.Ali Imran)

Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang Berhasil tapi berusaha menjadi manusia yang Berguna.
(Albert Einstein)

Jika kita menghadapi masalah, hati kita selalu merasa takut, maka kita harus membohongi hati kita. Letakkan tanganmu dihati, dan katakan "All Is Well"(semua akan baik-baik saja)
(3 Idiot)

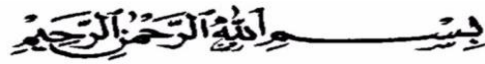
Kadang kita belajar,
Kadang kita mengajar,
Setiap orang adalah murid sekaligus guru,
Pandai-pandailah kita memetik pelajaran dari setiap Orang dan setiap kejadian.

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

- Bapak, ibu dan Kakak terima kasih atas dukungannya yang telah diberikan selama ini.
- Semua dosen di jurusan Teknik Kimia FT-UMS, terima kasih telah memberikan ilmu pengetahuan yang merupakan wawasan baru bagi saya, sehingga nantinya dapat bermanfaat di dunia kerja dan masyarakat
- Untuk rekan mahasiswa khususnya di jurusan Teknik Kimia UMS, terima kasih untuk semua bantuan, dukungan, dan semoga silaturahmi kita dapat terjalin sampai kapanpun.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul Prarancangan Pabrik isobutilena dari Tersier butil alkohol menggunakan katalis *styrene-devinyl benzene* 15.000 Ton/Tahun. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Program Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak M Mujiburrohman, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak Ir Herry Purnama, M.T., Ph.D. selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah memberikan ilmu pembelajaran dan bimbingan selama perkuliahan di Teknik Kimia.
5. Bapak, Ibu dan kakak yang selalu memberikan doa, dukungan serta motivasi yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, terima kasih atas bantuan, dukungan dan motivasinya selama penyusunan tugas akhir ini, sukses selalu untuk kalian semua.

7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, April 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN KEASLIAN	iii
INTISARI.....	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik.....	2
1.3 Lokasi Pabrik	4
1.3.1 Ketersediaan Bahan Baku.....	4
1.3.2 Pemasaran Produk	4
1.3.3 Sarana Transportasi	5
1.3.4 Utilitas	5
1.3.5 Tenaga Kerja.....	5
1.3.6 Karakteristik Lokasi	5
1.3.7 Kebijakan Pemerintah.....	6
1.4 Tinjauan Pustaka	6
1.4.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Isobutilena.....	6
1.4.2 Kegunaan Produk	8
1.4.3 Sifat Bahan Baku Utama	9
1.4.4 Sifat Produk.....	10
1.4.5 Sifat Bahan Pendukung	12
1.4.6 Tinjauan Proses Secara Umum.....	12

BAB II DESKRIPSI PROSES	14
2.1 Spesifikasi Bahan Baku, Bahan Pendukung dan Produk	14
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	14
2.1.2 Spesifikasi Bahan Pendukung	14
2.1.3 Spesifikasi Produk	15
2.2 Konsep Reaksi.....	15
2.2.1 Dasar Reaksi	15
2.2.2 Mekanisme Reaksi.....	15
2.2.3 Kondisi Operasi	16
2.2.4 Tinjauan Termodinamika	16
2.2.5 Tinjauan Kinetika	18
2.3 Tahapan Proses.....	19
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku	19
2.3.2 Tahap Reaksi	20
2.3.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian.....	20
2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas	21
2.4.1 Neraca Massa.....	21
2.4.1.1 Neraca Massa Alat.....	21
2.4.1.2 Neraca Massa <i>Overall</i>	23
2.4.2. Neraca Panas.....	23
2.5 Tata Letak Pabrik dan Peralatan	30
2.5.1 Tata Letak Pabrik.....	30
2.5.2 Tata Letak Peralatan	33
BAB III SPESIFIKASI ALAT PROSES	37
3.1 Reaktor	37
3.2 Menara Distilasi	38
3.3 Tangki <i>Mixer</i>	40
3.4 Tangki Penyimpanan.....	41
3.5 Alat Penukar Panas	43
3.6 Akumulator	49
3.7 Pompa.....	52

BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	59
4.1 Unit Pendukung Proses	59
4.1.1 Unit Pengadaan Air	60
4.1.1.1 Air Pendingin	60
4.1.1.2 Air Umpan <i>Boiler</i>	61
4.1.1.3 Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	63
4.1.2 Unit Pengadaan Uap (<i>Steam</i>).....	64
4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan	64
4.1.4 Unit Pengadaan Listrik	65
4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	68
4.1.6 Unit Pengolahan Limbah	70
4.1.6.1 Pengolahan Limbah Padat.....	70
4.1.6.2 Pengolahan Limbah Gas	71
4.1.6.3 Pengolahan Limbah Cair.....	71
4.2 Laboratorium.....	74
4.2.1 Program Kerja Laboratorium.....	75
4.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	76
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	78
5.1 Bentuk Perusahaan	78
5.2 Struktur Organisasi	79
5.2.1 Pimpinan.....	80
5.2.2 Staf (Pembantu Pimpinan).....	81
5.3 Tugas dan Wewenang.....	81
5.3.1 Pemegang Saham.....	81
5.3.2 Dewan Komisaris	81
5.3.3 Dewan Direksi	82
5.3.4 Staf Ahli.....	83
5.3.5 Kepala Bagian.....	83
5.3.5.1 Kepala Bagian Teknik dan Produksi.....	83
5.3.5.2 Kepala Bagian Umum	85
5.3.5.3 Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	85
5.3.6 Kepala Seksi	86

5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	87
5.4.1 Karyawan <i>Non Shift</i>	87
5.4.2 Karyawan <i>Shift</i>	87
5.5 Status Karyawan dan Pengupahan.....	88
5.6 Penggolongan Karyawan.....	89
5.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan	89
BAB VI ANALISIS EKONOMI	91
6.1 <i>Capital Investment</i>	94
6.2 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	94
6.3 <i>General Expenses (GE)</i>	95
6.4 Analisis Kelayakan	95
6.4.1 <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	95
6.4.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	96
6.4.3 <i>Break Even Point (BEP)</i>	96
6.4.4 <i>Shut Down Point (SDP)</i>	97
6.5.5 <i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	97
BAB VII KESIMPULAN	103
DAFTAR PUSTAKA	xv
LEMBAR KONSULTASI.....	xviii
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data Kebutuhan Isobutilena di Indonesia	2
Tabel 1.2	Kapasitas Industri Isobutilena yang Berdiri Tahun 2014.....	3
Tabel 1.3	Seleksi Proses Pembuatan Isobutilena	8
Tabel 2.1	Panas Pembentukan (ΔH^0_F) dan Energi Gibbs (ΔG^0_F) Pada 298 K.....	16
Tabel 2.2	Neraca Massa <i>Tee</i>	21
Tabel 2.3	Neraca Massa Reaktor.....	22
Tabel 2.4	Neraca Massa Menara Distilasi 1.....	22
Tabel 2.5	Neraca Massa Menara Distilasi 2.....	22
Tabel 2.6	Neraca Massa <i>Overall</i>	23
Tabel 2.7	Data Kapasitas Panas Cairan.....	23
Tabel 2.8	Entalpi Penguapan.....	24
Tabel 2.9	Neraca Panas <i>Mixer</i>	24
Tabel 2.10	Neraca Panas <i>Heater</i> 1	25
Tabel 2.11	Neraca Panas Reaktor	25
Tabel 2.12	Neraca Panas Menara Distilasi 1	25
Tabel 2.13	Neraca Panas <i>Cooler</i> 1	26
Tabel 2.14	Neraca Panas <i>Expansion Valve</i>	26
Tabel 2.15	Neraca Panas Menara distilasi 2	26
Tabel 2.16	Neraca Panas <i>Cooler</i> 2.....	27
Tabel 2.17	Luas Bangunan Pabrik	32
Tabel 4.1	Daftar Kebutuhan Air Pendingin	60
Tabel 4.2	Daftar Kebutuhan <i>Steam</i>	64
Tabel 4.3	Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses.....	65
Tabel 4.4	Konsumsi Listrik Untuk Unit Pendukung (Utilitas)	66
Tabel 4.5	Konsumsi Listrik Untuk Unit Pengolahan Limbah (UPL)	67
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok Shift	88
Tabel 5.2	Penggolongan, Gaji dan Jumlah Karyawan	89
Tabel 6.1	Indeks Harga Pada Tahun 2007-2019	92
Tabel 6.2	Total <i>Fixed Capital Investment</i>	98
Tabel 6.3	<i>Working Capital</i>	98
Tabel 6.4	<i>Manufacturing Cost</i>	99

Tabel 6.5	<i>General Expenses</i>	99
Tabel 6.6	<i>Fixed Cost</i>	101
Tabel 6.7	<i>Variable Cost</i>	101
Tabel 6.8	<i>Regulated Cost</i>	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kebutuhan Isobutilena di Indonesia Tahun	3
Gambar 2.1	Diagram Alir Kualitatif	28
Gambar 2.2	Diagram Alir Kuantitatif	29
Gambar 2.3	Tata Letak Pabrik.....	33
Gambar 2.4	Tata Letak Peralatan	36
Gambar 4.1	Diagram Pengolahan Air Limbah.....	73
Gambar 4.2	Skema Proses Pada Pengolahan Limbah Cair	74
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Garis dan Staf	80
Gambar 6.1	Grafik Hubungan Antara Tahun dengan <i>Cost Index</i>	93
Gambar 6.2	Hubungan Kapasitas Produksi dengan Keuntungan Tahun	102