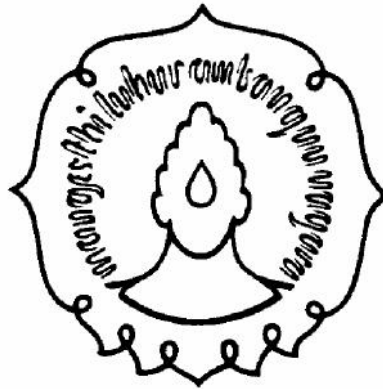


TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL BENZENA DARI

PROPILENA DAN BENZENA DENGAN PROSES ALKILASI

KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN



Oleh :

Dian Susilowati I 0509011

Mochlis Winta Rukmana I 0509028

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2013

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK ISOPROPIL BENZENA DARI PROPILENA DAN BENZENA DENGAN PROSES ALKILASI KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

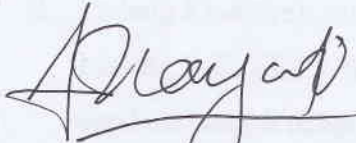
Oleh :

Dian Susilowati I 0509011

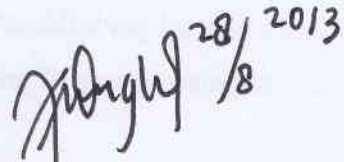
Mochlis Winta Rukmana I 0509028

Pembimbing II

Pembimbing I



Inayati, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19710829 199903 2 001



Endang Kwartiningsih, S.T., M.T.
NIP 19730306 199802 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Dr. Margono
NIP 19681107 199702 1 001
2. Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19790924 200312 1 002

1. 

2. 

Disahkan



Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Sunu H Pranolo

NIP. 19690316 199802 1 001



KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT, hanya karena rahmat dan ridho-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul "Prarancangan Pabrik Isopropil Benzena dari Propilena dan Benzena dengan Proses Alkilasi Kapasitas 100.000 Ton/Tahun".

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

1. Dr. Sunu Herwi Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
2. Endang Kwartiningsih, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Inayati, S.T., M.T., Ph.D selaku Dosen Pembimbing II, atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir
3. Dr. Eng. Agus Purwanto selaku Pembimbing Akademik.
4. Kedua Orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
5. Teman - teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2009

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, Agustus 2013

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xii
Intisari	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Kapasitas Perancangan	3
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik	10
1.4 Tinjauan Pustaka	13
1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan Isopropil Benzena	13
1.4.1.1 Proses Alkilasi dengan Katalis Asam Sulfat	13
1.4.1.2 Proses Alkilasi dengan Katalis Asam fluorida ...	14
1.4.1.3 Proses Alkilasi dengan Katalis H_3PO_4	14
1.4.1.4 Proses Alkilasi dengan Katalis $AlCl_3$	15
1.4.2 Kegunaan Produk.....	18
1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk.....	18
1.4.3.1 Bahan Baku Propilena (C_3H_6)	18
1.4.3.2 Bahan Baku Benzena (C_6H_6)	19
1.4.3.3 Produk Isopropil Benzena (C_8H_{10})	20



1.4.4 Tinjauan Proses	21
BAB II DESKRIPSI PROSES	23
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	23
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku	23
2.1.2 Spesifikasi Produk	23
2.1.3 Spesifikasi Katalis	24
2.2 Konsep Dasar Proses	24
2.2.1 Dasar Reaksi	24
2.2.2 Pemakaian Katalis	25
2.2.3 Mekanisme Reaksi	25
2.2.4 Kondisi Operasi	26
2.2.5 Tinjauan Termodinamika	26
2.2.6 Tinjauan Kinetika	30
2.2.7 Perbandingan Mol Reaktan	31
2.2.8 Reaksi Samping	31
2.3 Diagram Alir Proses	32
2.3.1 Diagram Alir Kualitatif	33
2.3.2 Diagram Alir Kuantitatif	34
2.3.3 Diagram Alir Proses	35
2.3.4 Langkah Proses	36
2.3.4.1. Tahap Persiapan Bahan Baku	36
2.3.4.2. Tahap Pembentukan Isopropil Benzena	37
2.3.4.3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Hasil	37



2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas	39
2.4.1	Neraca Massa	39
2.4.2	Neraca Panas	43
2.5	Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses	45
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES		50
3.1	Tangki Penyimpanan Benzena	50
3.2	Tangki Penyimpanan Isopropil Benzena	51
3.3	Reaktor	52
3.4	Menara Distilasi-01	53
3.5	Menara Distilasi-02	54
3.6	Vaporizer-01	55
3.7	Heater-01	55
3.8	Kondenser Parsial	56
3.9	Kondenser-01	57
3.10	Reboiler-01	58
3.11	Kondenser-02	59
3.12	Cooler-01	60
3.13	Reboiler-02	61
3.14	Separator Drum-01	62
3.15	Separator Drum-02	63
3.16	Accumulator-01	64
3.17	Accumulator-02	64
3.18	Pompa-01	65



3.19 Pompa-02	66
3.20 Pompa-03	66
3.21 Pompa-04	67
3.22 Pompa-05	68
3.23 Pompa-06	69
3.24 Pompa-07	70
3.25 Pompa-08	70
3.26 Pompa-09	71
3.27 Kompresor	72
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	73
4.1 Unit Pendukung Proses	73
4.1.1 Unit Pengadaan Air	74
4.1.1.1 Air Pendingin	75
4.1.1.2 Air Umpan Boiler	76
4.1.1.3 Air Konsumsi Umum dan Sanitasi	79
4.1.2 Unit Pengadaan <i>Steam</i>	81
4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan	81
4.1.4 Unit Pengadaan Listrik	82
4.1.4.1 Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas ..	83
4.1.4.2 Listrik untuk Penerangan	84
4.1.4.3 Listrik untuk AC	86
4.1.4.4 Listrik untuk Laboratorium dan Instrumentasi	86
4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	87



4.2	Laboratorium	88
4.2.1	Laboratorium Fisik dan Analitik	90
4.2.2	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan	90
4.2.3	Analisa Air	90
4.3	Unit Pengolahan Limbah	91
4.4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	93
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN		94
5.1	Bentuk Perusahaan	94
5.2	Struktur Organisasi	94
5.3	Tugas dan Wewenang	97
5.3.1.	Pemegang Saham	97
5.3.2.	Dewan Komiaris	97
5.3.3.	Dewan Direksi	98
5.3.4.	Penelitian dan Pengembangan (LITBANG)	99
5.3.5.	Kepala Bagian	100
5.3.6.	Kepala Seksi	103
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan	104
5.4.1.	Karyawan <i>Non Shift</i> /Harian	104
5.4.2.	Karyawan <i>Shift</i>	104
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah	106
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	106
5.6.1.	Penggolongan Jabatan	106
5.6.2.	Jumlah Karyawan dan Gaji	107



5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan	110
5.8	Manajemen Perusahaan	113
5.8.1.	Perencanaan Produksi	113
5.8.2.	Pengendalian Produksi	115
BAB VI ANALISA EKONOMI.....		117
6.1	Dasar Perhitungan	117
6.2	Penafsiran Harga Alat	118
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	120
6.4	Penentuan <i>Manufacturing Cost</i> (MC).....	122
6.4.1.	<i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC)	122
6.4.2.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC)	123
6.4.3.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC)	123
6.5	Penentuan <i>Total Poduction Cost</i> (TPC)	124
6.5.1.	<i>General Expense</i> (GE)	124
6.5.2.	<i>Total Production Cost</i> (TPC).....	125
6.6	Keuntungan	125
6.7	Analisa Kelayakan.....	125
Daftar Pustaka		125
Lampiran		



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah dan Nilai Impor Isopropil Benzena di Indonesia.....	3
Tabel 1.2	Negara Pengimpor Isopropil Benzena di Dunia.....	5
Tabel 1.3	Data Impor Kebutuhan Isopropilbenzena di Korea Selatan	6
Tabel 1.4	Beberapa Produsen Isopropil Benzena di Dunia.....	8
Tabel 1.5	Kelebihan dan Kekurangan beberapa Proses Pembuatan Isopropil Benzena.....	16
Tabel 2.1	Harga H_f° dan G_f°	27
Tabel 2.2	Neraca Massa Tee-01.....	39
Tabel 2.3	Neraca Massa Tee-02.....	40
Tabel 2.4	Neraca Massa Vaporizer	40
Tabel 2.5	Neraca Massa Tee-03	40
Tabel 2.6	Neraca Massa Reaktor.....	41
Tabel 2.7	Neraca Massa Kondenser Parsial	41
Tabel 2.8	Neraca Massa Menara Distilasi-01	41
Tabel 2.9	Neraca Massa Menara Distilasi-02	42
Tabel 2.10	Neraca Massa Total	42
Tabel 2.11	Neraca Panas Reaktor	43
Tabel 2.12	Neraca Panas Menara Distilasi-01	43
Tabel 2.13	Neraca Panas Menara Distilasi-02	44
Tabel 2.14	Neraca Panas Kondenser Parsial	44
Tabel 2.15	Neraca Panas Overall.....	44
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Pendingin.....	75



Tabel 4.2	Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i>	77
Tabel 4.3	Kebutuhan Air Sanitasi	80
Tabel 4.4	Jumlah Kebutuhan Air	80
Tabel 4.5	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas.....	83
Tabel 4.6	Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan.....	84
Tabel 4.7	Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	86
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	105
Tabel 5.2	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan.....	108
Tabel 5.3	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan.....	109
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat	117
Tabel 6.2	<i>Fixed Capital Investment</i>	121
Tabel 6.3	<i>Working Capital Investment</i>	122
Tabel 6.4	<i>Total Capital Investment</i>	122
Tabel 6.5	<i>Direct Manufacturing Cost</i>	122
Tabel 6.6	<i>Indirect Manufacturing Cost</i>	123
Tabel 6.7	<i>Fixed Manufacturing Cost</i>	124
Tabel 6.8	<i>Manufacturing Cost</i>	124
Tabel 6.9	<i>General Expense</i>	124
Tabel 6.10	<i>Total Production Cost</i>	125
Tabel 6.11	<i>Variable Cost</i>	127
Tabel 6.12	<i>Regulated Cost</i>	127
Tabel 6.13	Analisa Kelayakan	130

commit to user



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Data Impor Isopropil Benzena di Indonesia	4
Gambar 1.2	Grafik Proyeksi Kebutuhan Isopropil Benzena di Indonesia hingga Tahun 2017	5
Gambar 1.3	Grafik Data Impor Isopropil Benzena di Indonesia	6
Gambar 1.4	Pemilihan Lokasi Pabrik	12
Gambar 1.5	Gambar Reaksi Pembuatan Isopropil Benzena	21
Gambar 1.6	Gambar Reaksi Pembuatan Diisopropil Benzena	22
Gambar 2.1	Reaksi Pembuatan Isopropil Benzena	24
Gambar 2.2	Reaksi Pembuatan Diisopropil Benzena	25
Gambar 2.3	Diagram Alir Kualitatif	33
Gambar 2.4	Diagram Alir Kuantitatif	34
Gambar 2.5	Diagram Alir Proses	35
Gambar 2.6	<i>Lay Out</i> Pabrik	48
Gambar 2.7	Tata Letak Peralatan	49
Gambar 4.1	Diagram Alir Pengolahan Air	74
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Pabrik Isopropil Benzena	97
Gambar 6.1	<i>Chemical Engineering Cost Index</i>	119
Gambar 6.2	Grafik Analisa Kelayakan Ekonomi	129



INTISARI

Dian Susilowati dan Mochlis Winta Rukmana, 2013, Prarancangan Pabrik Isopropil Benzena dari Propilena dan Benzena dengan Proses Alkilasi, Kapasitas 100.000 Ton/Tahun, Program studi S1 Reguler, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Isopropil benzena merupakan bahan *intermediate* yang digunakan untuk proses pembuatan fenol dan aseton. Proses pembuatan isopropil benzena dengan proses Alkilasi adalah proses pembuatan isopropil benzena menggunakan bahan baku benzena dan propilena dengan katalis asam fosfat (H_3PO_4). Prarancangan pabrik isopropil benzena kapasitas 100.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku benzena 70.485 ton/tahun dan propilena 38.414 ton/tahun. Pabrik direncanakan berdiri di Cilegon, Jawa Barat pada tahun 2016 dan beroperasi pada tahun 2017.

Reaksi pembentukan isopropil benzena dari benzena dan propilena melalui proses alkilasi fase gas-gas dengan katalis padat. Reaksi alkilasi berlangsung di reaktor *fixed bed multitubes* pada suhu $300^\circ C - 389^\circ C$ dan tekanan 26 atm. Produk yang dihasilkan adalah isopropil benzena dengan kadar isopropil benzena sebesar 99,9%. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku, pembentukan isopropil benzena di dalam reaktor, dan pemurnian produk. Pemurnian produk dilakukan di dalam menara distilasi.

Unit pendukung proses pabrik meliputi unit kebutuhan air, *steam*, udara tekan, tenaga listrik dan bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu terdapat unit pengolahan limbah yang menangani limbah baik padat, cair, maupun gas yang dihasilkan dari proses produksi.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 42,38% dan 31,79%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 1,95 dan 2,45 tahun, BEP (*Break Event Point*) 46,93% dan SDP 31,27%. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 22,43%. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan.

ABSTRAK

Dian Susilowati and Mochlis Winta Rukmana, 2013, Preliminary design of isopropyl benzene plant from propylene and benzene capacity 100,000 tonnes/year, Undergraduate Program, Chemical Engineering Department, Engineering Faculty, Sebelas Maret University, Surakarta

Isopropyl benzene is an intermediate material used for the manufacture of phenol and acetone. Manufacture of isopropyl benzene by alkylation process. This process uses raw material benzene and propylene with phosphoric acid catalyst (H_3PO_4). Preliminary design of isopropyl benzene plant with capacity 100,000 tonnes / year, requires 70,485 tonnes / year benzene and 38,414 tonnes / year propylene. This plant will be built in Cilegon, West Java in 2016 and in 2017.

Reaction of benzene and propylene through at gas phase by alkylation process with solid catalysts. This reaction takes place in multitubes fixed bed reactor at $300^\circ C - 389^\circ C$ and 26 atm. This product is isopropyl benzene with 99,9% purity. Steps process includes the preparation of raw materials, the formation of isopropyl benzene in the reactor, and purification products. Purification of the product is done in the distillation tower. Supporting units of this plant includes water, steam, compressed air, electricity and fuel units. this plant also is supported laboratory quality control of raw materials and products with the specifications is expected. In addition there is a sewage treatment units which handles solid, liquid, or gas waste from the production process.

Form of this corporate is a limited liability company with a line and staff organizational structure. The system is based on the division of employee working hours which consisted of employee shift and non-shift.

From the results economic feasibility analysis obtained ROI (return on investment) before and after tax is 42,38% and 31,79%, POT (pay out time) before and after tax is 1.95 year and 2.45 year, BEP (break event point) is 46,93% and SDP (shutdown point) is 31,27%. While DCF (discounted cash flow) is 22.43%. So this plant is feasible to be built.

INTISARI

Dian Susilowati dan Mochlis Winta Rukmana, 2013, Prarancangan Pabrik Isopropil Benzena dari Propilena dan Benzena dengan Proses Alkilasi, Kapasitas 100.000 Ton/Tahun, Program studi S1 Reguler, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

Isopropil benzena merupakan bahan *intermediate* yang digunakan untuk proses pembuatan fenol dan aseton. Proses pembuatan isopropil benzena dengan proses Alkilasi adalah proses pembuatan isopropil benzena menggunakan bahan baku benzena dan propilena dengan katalis asam fosfat (H_3PO_4). Prarancangan pabrik isopropil benzena kapasitas 100.000 ton/tahun membutuhkan bahan baku benzena 70.485 ton/tahun dan propilena 38.414 ton/tahun. Pabrik direncanakan berdiri di Cilegon, Jawa Barat pada tahun 2016 dan beroperasi pada tahun 2017.

Reaksi pembentukan isopropil benzena dari benzena dan propilena melalui proses alkilasi fase gas-gas dengan katalis padat. Reaksi alkilasi berlangsung di reaktor *fixed bed multitubes* pada suhu $300^{\circ}C$ - $389^{\circ}C$ dan tekanan 26 atm. Produk yang dihasilkan adalah isopropil benzena dengan kadar isopropil benzena sebesar 99,9%. Tahapan proses meliputi persiapan bahan baku, pembentukan isopropil benzena di dalam reaktor, dan pemurnian produk. Pemurnian produk dilakukan di dalam menara distilasi.

Unit pendukung proses pabrik meliputi unit kebutuhan air, *steam*, udara tekan, tenaga listrik dan bahan bakar. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Selain itu terdapat unit pengolahan limbah yang menangani limbah baik padat, cair, maupun gas yang dihasilkan dari proses produksi.

Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh, ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 42,38% dan 31,79%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 1,95 dan 2,45 tahun, BEP (*Break Event Point*) 46,93% dan SDP 31,27%. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 22,43%. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan.