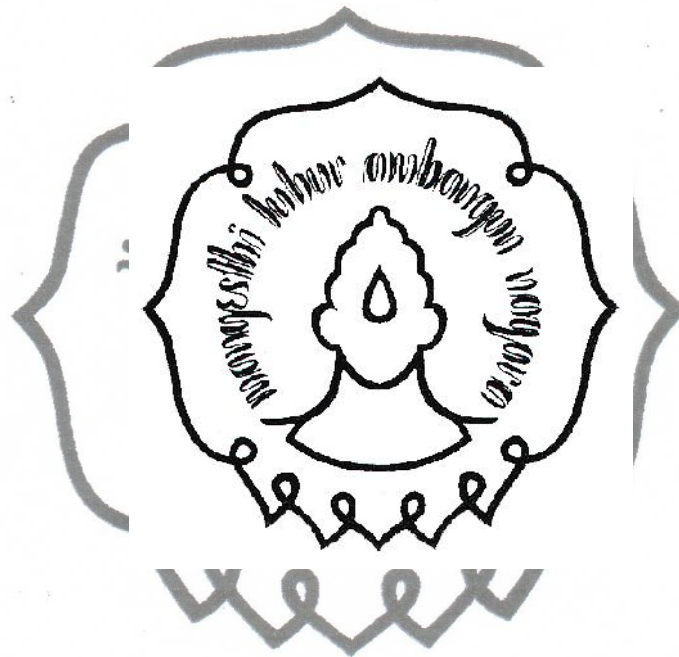


TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK MONOPROPILEN GLIKOL
DARI PROSES HIDRASI PROPILLEN OKSIDA
DENGAN KATALIS ASAM
KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN



Oleh :

1. Hasan Hisbullah I 0507040
2. Syafi'ul Umam I 0507057

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA

2015
commit to user

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PRARANCANGAN PABRIK MONOPROPILEN GLIKOL

DARI PROSES HIDRASI PROPILEN OKSIDA

DENGAN KATALIS ASAM

KAPASITAS 75.000 TON/TAHUN

Oleh :

Hasan Hisbullah I 0507040

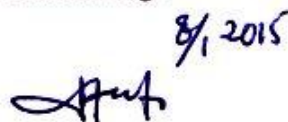
Syafi'ul Umam I 0507057

Pembimbing II



Y.C. Danarto, S.T., M.T.
NIP. 19730827 200012 1 001


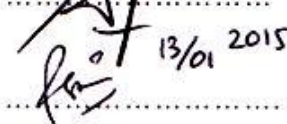
Pembimbing I



Ir. Paryanto, M.S.
NIP. 19580425 198601 1 001

Dipertahankan di depan tim penguji :

1. Dr. Sunu Herwi Pranolo
NIP.19690316 199802 1 001
2. Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T.
NIP.19740509 200003 2 002

1. 
2. 

Disahkan
Pusat Survei dan Teknik Kimia
15-2/15

Dr. Sunu Herwi Pranolo
NIP. 19690316 199802 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah S.W.T, hanya karena rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Monopropilen Glikol dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 75.000 ton / tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan 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. Ir. Paryanto, M.S selaku Dosen Pembimbing I dan Y.C. Danarto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
3. Dr. Sunu Herwi Pranolo dan Dr. Sperisa Distantina, S.T., M.T. selaku dosen penguji tugas akhir ini.
4. Dr. Sunu Herwi Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia FT UNS.
5. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2007.

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, Desember 2014

Penyusun

commit to user

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	ix
Intisari	x
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
I.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik	2
I.3. Pemilihan Lokasi Pabrik	4
I.4. Tinjauan Pustaka	7
I.5. Sifat – sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk	11
BAB II DESKRIPSI PROSES	19
II.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	19
II.2. Konsep Proses	21
II.3. Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses	27
II.4. Neraca Massa dan Neraca Panas	33
II.5. Lay Out Pabrik dan Peralatan	42
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES.....	47
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	60

commit to user

IV.1. Unit Pendukung Proses	60
IV.2. Laboratorium.....	77
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN	83
V.1 Bentuk Perusahaan.....	83
V.2 Struktur Organisasi	84
V.3 Tugas dan Wewenang	87
V.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan	95
V.5 Status Karyawan dan Sistem Upah.....	97
V.6 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji	98
V.7 Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	101
BAB VI ANALISA EKONOMI	104
VI.1 Dasar Perhitungan.....	103
VI.2 Penaksiran Harga Peralatan	104
VI.3 Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	106
VI.4 Penentuan <i>Manufacturing Cost (TMC)</i>	108
VI.5 <i>General Expense (GE)</i>	110
VI.6. Keuntungan Produksi.....	110
VI.7. Analisa Kelayakan	111
DAFTAR PUSTAKA.....	115
LAMPIRAN A DATA – DATA SIFAT FISIS	117
LAMPIRAN B NERACA MASSA.....	120
LAMPIRAN C NERACA PANAS	131
LAMPIRAN D PERANCANGAN REAKTOR.....	151
LAMPIRAN E REVISI ALAT PROSES	170

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Data Impor Monopropilen Glikol di Indonesia	2
Tabel I.2. Pabrik Monopropilen Glikol yang Telah Didirikan di luar negeri.	3
Tabel I.3. Tinjauan Pemilihan Proses Pembuatan Monopropilen Glikol	10
Tabel II.1. Harga H_f dan G_f	23
Tabel II.2. Nilai Kapasitas Panas Cairan (C_p)	23
Tabel II.3. Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01)	34
Tabel II.4. Neraca Massa Reaktor (R-01)	34
Tabel II.5. Neraca Massa <i>Netralizer</i> (N-01)	35
Tabel II.6. Neraca Massa <i>Decanter</i> (D-01)	35
Tabel II.7. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-01)	36
Tabel II.8. Neraca Massa Menara Distilasi (MD-02)	36
Tabel II.9. Neraca Massa Total	36
Tabel II.10. Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01)	37
Tabel II.11. Neraca Panas <i>Cooler</i> (HE-01)	37
Tabel II.12. Neraca Panas Reaktor (R-01)	38
Tabel II.13. Neraca Panas <i>Netralizer</i> (N-01)	38
Tabel II.14. Neraca Panas <i>Decanter</i> (D-01)	39
Tabel II.15. Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-02)	39
Tabel II.16. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-01)	40
Tabel II.17. Neraca Panas Menara Distilasi (MD-02)	40
Tabel II.18. Neraca Panas <i>Cooler</i> (HE-03)	41

commit to user

Tabel II.19. Neraca Panas Total.....	41
Tabel III.1. Spesifikasi <i>Mixer</i>	48
Tabel III.2. Spesifikasi Reaktor	48
Tabel III.3. Spesifikasi <i>Netralizer</i>	50
Tabel III.4. Spesifikasi Silo	51
Tabel III.5. Spesifikasi <i>Decanter</i>	51
Tabel III.6. Spesifikasi Menara Destilasi.....	52
Tabel III.7. Spesifikasi Tangki.....	53
Tabel III.8. Spesifikasi Tangki (lanjutan).....	53
Tabel III.9. Spesifikasi <i>Accumulator</i>	54
Tabel III.10. Spesifikasi Pompa.....	54
Tabel III.11. Spesifikasi Pompa (lanjutan).....	55
Tabel III.12. Spesifikasi Pompa (lanjutan).....	55
Tabel III.13. Spesifikasi Pompa (lanjutan).....	56
Tabel III.14. Spesifikasi <i>heat exchanger</i>	56
Tabel III.15. Spesifikasi <i>heat exchanger</i> (lanjutan).....	57
Tabel III.16. Spesifikasi <i>heat exchanger</i> (lanjutan).....	58
Tabel III.17. Spesifikasi <i>heat exchanger</i> (lanjutan).....	59
Tabel IV.1. Kebutuhan Air Pendingin.....	64
Tabel IV.2. Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i>	66
Tabel IV.3. Jumlah Kebutuhan Air	69
Tabel IV.4. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas.....	72
Tabel IV.5. Jumlah Lumen Berdasarkan Luas Bangunan.....	74

commit to user

Tabel IV.6. Total Kebutuhan Listrik	75
Tabel V.1. Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i>	96
Tabel V.2. Jumlah Karyawan Menurut Jabatan	99
Tabel V.3. Perincian Golongan dan Gaji Karyawan.....	101
Tabel VI.1. Indeks Harga Alat	104
Tabel VI.2. Modal Tetap	107
Tabel VI.3. Modal Kerja	108
Tabel VI.4. <i>Direct Manufacturing Cos (DMC)</i>	108
Tabel VI.5. <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	109
Tabel VI.6. <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	109
Tabel VI.7. <i>General Expense</i>	110
Tabel VI.8. Analisa Kelayakan.....	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1.	Grafik Kebutuhan Impor Monopropilen Glikol di Indonesia... 3
Gambar I.2.	Peta Lokasi Pabrik Monopropilen Glikol 5
Gambar II.1.	Diagram Alir Kualitatif 28
Gambar II.2.	Diagram Alir Kuantitatif 29
Gambar II.3.	Diagram Alir Proses 30
Gambar II.4.	Tata Letak Pabrik Monopropilen Glikol 45
Gambar II.5.	Tata Letak Alat Proses Monopropilen Glikol 47
Gambar IV.1.	Diagram Alir Pengolahan Air Sungai 62
Gambar V.1.	Struktur Organisasi Pabrik Monopropilen Glikol 87
Gambar VI.1.	Chemical Engineering Cost Index 105
Gambar VI.2.	Grafik Analisa Kelayakan Pabrik 114

ABSTRACT

Hasan Hisbullah, Syafiul Umam, 2015, Preliminary Design of Monopropylene Glycol From the Process of Propylene Oxide Hydration with Acid Catalyst Capacity 75.000/year School of Chemical Engineering Faculty of Engineering Sebelas Maret University, Surakarta.

Monopropylene Glycol ($C_3H_8O_2$) is a chemical substance used in various industries (solvent, softening agent, lubricants, medicine, a solvent for food coloring, and fragrance, humectants for tobacco, food fermentation inhibitor and softener or moisturizer in Pharmacy). Monopropellant Glycol factory applies the process of Propylene Oxide hydration to yield significant conversion 85 %. Therefore, it uses the catalyst of Sulfate Acid. The factory will be built in Gresik, East Java in 2020 and owns 75.000 ton/year capacity.

The process of Monopropylene Glycol overs 3 steps including the supply of raw materials, the forming of products, and the purification of products. The process of the supply of raw materials is aimed to prepare the raw materials of Propylene Oxide and water, additive substance of methanol, calcium hydroxide, and catalyst of sulfatacid before reaction. Monopropylene Glycol is formed by using hydrating Propylene Oxide and catalyst of H_2SO_4 at $52^\circ C$ and 1,01325 bar pressure in a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR) which has coil cooler for isothermal reaction. The output product from the reactor will pass several purification stages through neutralizer, decanter and distillation tower to yield Monopropylene Glycol 99,95%.

The supportive unit process includes the unit of water supply of 113,26 liter/kg product, the unit of steam of 10,37 kg/kg product, the unit of compressed air of $0,10 m^3/kg$ product, the unit of electricity of 0,045 kWh/kg product, the unit of generator fuel IDO (Industrial Diesel Oil) of 0,001 liter/kg product and LNG fuel (Liquified Natural Gas) of 0,026 MMbtu/kg product for boiler steam. The factory is also equipped with a laboratory to maintain the product quality in order to comply the targeted specification.

The format of company is limited company with organization structure of line and staff. The working system of employees is based on working hour management of shift and non-shift employees. The number of employees is 163 people.

Based on the economy analysis from ROI (Return of Investment) before and after taxation is 41,56 % and 29,93 %, POT (Pay Out Time) before and after taxation is 2,02 year and 2,64 year, BEP (Break Even Point) 53,77 %, and SDP (Shut Down Point) 41,53 %. Meanwhile, DCF (Discounted Cash Flow) is 21,38 %.

Based on the above evaluation, the Monopropylene Glycol factory with 75.000 ton/year capacity is reasonable to be built because it fulfills the standard of requirements for establishing a company.

INTISARI

Hasan Hisbullah, Syafiul Umam, 2015, Perancangan Pabrik Monopropilen Glikol dari Proses Hidrasi Propilen Oksida dengan Katalis Asam Kapasitas Produksi 75.000 ton/tahun, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Monopropilen Glikol ($C_3H_8O_2$) adalah bahan kimia yang digunakan untuk berbagai industri (pelarut, *softening agent*, minyak pelumas pada mesin, obat-obatan, pelarut untuk pewarna makanan dan zat pengharum, *humectanat* untuk pembuatan tembakau, inhibitor fermentasi makanan dan pelembut atau pelembab di bidang farmasi). Pabrik monopropilen glikol ini menggunakan proses hidrasi propilen oksida, untuk memperoleh konversi tinggi yaitu sebesar 85 % maka dipertimbangkan menggunakan katalis asam sulfat. Pabrik ini akan didirikan di Gresik, Jawa Timur pada tahun 2020 dengan kapasitas 75.000 ton/tahun.

Pembuatan monopropilen glikol ini melalui 3 tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, pembentukan produk dan pemurnian produk. Pada tahap persiapan bahan baku, bertujuan untuk menyiapkan bahan baku propilen oksida dan air, bahan pembantu methanol, kalsium hidroksida dan katalis asam sulfat sebelum direaksikan. Monopropilen glikol dibuat dengan cara hidrasi Propilen Oksida dengan bantuan katalis H_2SO_4 pada suhu $52^\circ C$ dan tekanan 1,01325 bar di dalam suatu Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan pendingin koil karena reaksi bersifat isotermis. Produk keluar reaktor akan mengalami beberapa tahap pemurnian melalui netralizer, *decanter* dan menara distilasi untuk memperoleh monopropilen glikol 99,95%.

Unit pendukung proses terdiri dari unit pengadaan air sebanyak 113,26 liter/kg produk, unit pengadaan steam sebanyak 10,37 kg/kg produk, unit pengadaan udara tekan sebanyak 0,10 m^3 /kg produk, unit pengadaan listrik sebesar 0,045 kWh/kg produk, unit pengadaan bahan bakar IDO (*Industrial Diesel Oil*) untuk generator sebanyak 0,001 liter/kg produk dan bahan bakar LNG (*Liquified Natural Gas*) untuk steam boiler sebanyak 0,026 MMbtu/kg produk. Pabrik juga dilengkapi laboratorium untuk menjaga mutu dan kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Bentuk perusahaan yang dipilih 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*. Jumlah kebutuhan tenaga kerja sebanyak 163 orang.

Dari hasil analisis ekonomi diperoleh ROI (*Return of Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 41,56 % dan 29,93 %, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 2,02 tahun dan 2,64 tahun, BEP (*Break Even Point*) 53,77%, dan SDP (*Shut Down Point*) 41,53%. Sedangkan DCF (*Discounted Cash Flow*) sebesar 21,38 %.

Berdasarkan hasil evaluasi diatas, maka pabrik monopropilen glikol dengan kapasitas 75.000 ton/tahun dinilai layak didirikan karena memenuhi standar persyaratan pendirian suatu pabrik.