

LAPORAN TUGAS AKHIR
PRARANCANGAN PABRIK ETILEN KARBONAT
DARI ETILEN OKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA
KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh :

Rikza Jihada Azzahra

D 500 120 059

Dosen Pembimbing :

- 1. Tri Widayatno,S.T., M.Sc., Ph.D.**
- 2. Ir.H.Ahmad M Fuadi, M.T., Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

NAMA : Rikza Jihada Azzahra
NIM : D 500 120 059
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Etilen Karbonat dari Etilen
Oksida dan Karbon Dioksida
Kapasitas 25.000 Ton/Tahun
DOSEN PEMBIMBING : 1. Tri Widayatno,S.T.,M.Sc.,Ph.D.
2. Ir.H. Ahmad M Fuadi,M.T., Ph D.

Surakarta, 3 Juni 2017

Menyetujui,

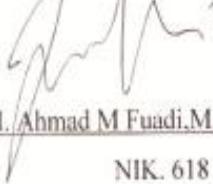
Pembimbing I



Tri Widayatno,S.T.,M.Sc.,Ph.D.

NIK. 960

Pembimbing II



Ir.H. Ahmad M Fuadi,M.T., Ph.D.

NIK. 618

Mengetahui

Dekan



Fakultas Teknik

Ir. H. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.

NIK. 682

Ketua Program Studi

Teknik Kimia



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

NIK 892

UNIVERISTAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK KIMIA

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rikza Jihada Azzahra

Nim : D 500 120 059

Program Studi : Teknik Kimia

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Etilen Karbonat dari
Etilen oksida dan Karbon Dioksida Kapasitas
25.000 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-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila tugas
akhir ini merupakan jiplakan dan atau penelitian karya ilmiah lain, maka saya siap
menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Surakarta, 15 Juni 2017

Yang membuat pernyataan,



Rikza Jihada Azzahra

INTISARI

Pabrik etilen karbonat ($C_3H_4O_3$) dengan bahan baku etilen oksida dan karbon dioksida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun dan direncanakan berdiri pada tahun 2020 di daerah Cilegon, Banten. Proses pembuatan etilen karbonat dilakukan dalam reaktor gelembung dengan pendingin air. Reaksi berlangsung pada fase gas-cair bersifat eksotermis, isothermal dan non adiabatis. Reaktor dijalankan pada suhu 160°C dan tekanan 80 atm.

Kebutuhan etilen oksida yang digunakan pabrik etilen karbonat sebanyak 1607,2043 kg/jam dan karbon dioksida sebanyak 1766,1990 kg/jam dengan menggunakan katalis *trimethylamine* (TMA) sebanyak 10,7146 kg/jam. Produk etilen karbonat sebanyak 3156,5656 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi proses meliputi penyediaan air sebesar 16724,2185 kg/jam. Total air *make up* yang digunakan sebanyak 14616,4046 kg/jam, *make up* air untuk kebutuhan steam sebesar 534,6166 kg/jam, udara tekan sebesar 60,912 m³/jam, listrik sebesar 110,9368 kW dan bahan bakar sebesar 0,060 m³/jam.

Pabrik etilen karbonat ini memiliki *fixed capital investment* (FCI) sebesar Rp 164.729.356.416 untuk *working capital* (WC) sebesar Rp 58.614.054.739. dari analisa ekonomi dapat ditunjukkan bahwa *percent return on investment* (ROI) sebelum pajak 55,96% dan ROI stelah pajak 41,97%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 1,52 tahun dan POT setelah pajak adalah 1,92 tahun. Break event point (BEP) sebesar 41,81%. *Shut down point* (SDP) sebesar 26,22% dan *discounted cash flow* (DCF) sebesar 58,37%. Dari hasil analisa ekonomi di atas disimpulkan bahwa pabrik etilen karbonat ini layak untuk didirikan di Indonesia.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karumia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan tugas yang harus diselesaikan oleh setiap individu sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tugas akhir ini berjudul Prarancangan Pabrik Etilen Karbonat dari Etilen Oksida dan Karbon Dioksida dengan Kapasita 25.000 Ton/Tahun. Adanya pranrancangan pabrik ini diharapkan dapat menjadi tambahan alternatif industri kimia di masa depan bagi Indonesia.

Dalam menyusun tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan saran, bimbingan serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widayatno,S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I.
3. Bapak Ir.H. Ahmad M Fuadi, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing II.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta atas segala bimbingan dan arahan nya.
5. Orang tua saya, Bapak Arif Munarto, S.Pd., dan Ibu Elma Baroroh Akaha, S.Ag., M.Ag, serta adik saya Nur Ihza Fiddaroini dan Erizal Amiruddin Azbi yang sudah mendukung dan selalu mendoakan saya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar.
6. Sabiqul Huday teman patner TPP saya besrta istri dan anaknya.
7. Teman-teman Teknik Kimia UMS angkatan 2012 semuanya, terimakasih atas kerjasama dan bantuannya selama saya di UMS.
8. Kakak dan adik tingkat yang sudah mendukung saya.

9. Dan semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saya sebagai penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Surakarta, 05 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
INTISARI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Kapasitas Pabrik	2
1.3 Lokasi Pabrik.....	4
1.4 Tinjauan Pustaka	6
1.4.1. Kegunaan Produk.....	6
1.4.2. Macam-macam Proses	6
1.4.3. Katalis TMA	7
1.5. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk	7
1.5.1. Bahan Baku	7
1.5.2. Produk	9
1.6. Tinjauan Proses Secara Umum	10
BAB II. DESKRIPSI PROSES	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	12
2.1.1. Bahan baku	12
2.1.2. Bahan pembantu.....	12
2.1.3. Produk.....	12
2.2 Konsep Proses	13
2.2.1. Dasar reaksi	13
2.2.2. Kondisi operasi	13
2.2.3. Tinjauan termodinamika	13
2.2.4. Tinjauan kinetika	16
2.2.5. konstanta Kecepatan Reaksi	17

2.3	Tahapan Proses	17
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas	22
2.4.1.	Neraca massa	22
2.4.2.	Neraca panas	23
2.5	Tata Letak Pabrik dan Peralatan Proses	28
2.5.1.	Tata letak pabrik	28
2.5.2.	Tata letak peralatan	30
BAB III. SPESIFIKASI ALAT		
3.1.	Reaktor (R-110).....	33
3.2.	Mixer (M-101).....	34
3.3.	Separator.....	34
3.4.	Tangki	35
3.4.1.	Tangki Etilen Oksida (F-101).....	35
3.4.2.	Tangki Katalis TMA (F-102)	35
3.4.3.	Tangki Produk Etilen Karbonat (F-103)	36
3.5.	Pompa	37
3.5.1.	Pompa 1 (L-101)	37
3.5.2.	Pompa 2 (L-102)	37
3.5.3.	Pompa 3 (L-103)	38
3.5.4.	Pompa 4 (L-104)	39
3.5.5.	Pompa 5 (L-105)	39
3.5.6.	Pompa 6 (L-106)	40
3.5.7.	Pompa 7 (L-107)	40
3.6.	Pemanas (E-101)	41
3.6.1.	Pemanas 1 (E-101)	41
3.6.2.	Pemanas 2 (E-102)	41
3.7.	Pendingin	42
3.7.1.	pendingin 1 (E-103)	42
3.7.2.	Pendingin 2 (E-104)	43
3.7.3.	Pendingin 3 (E-105)	43
3.8.	Expander.....	44

3.8.1. Expander 1 (G-102)	44
3.8.2. Expander 2 (G-103)	45
3.9. Kompresor (G-101)	45
3.10. Kondensor (E-106)	45
BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES (UTILITAS) DAN LABORATORIUM	
4.1 Unit Pendukung Proses.....	47
4.2 Kriteria Kebutuhan Utilitas.....	47
4.2.1. Kebutuhan air	47
4.2.2. Kebutuhan <i>steam</i>	49
4.2.3. Kebutuhan udara tekan.....	49
4.2.4. Kebutuhan bahan bakar.....	49
4.3. Jumlah Kebutuhan Utilitas.....	49
4.3.1. Kebutuhan air	49
4.3.2. Kebutuhan <i>steam</i>	52
4.3.3. Kebutuhan listrik.....	53
4.3.4. Kebutuhan udara tekan.....	53
4.3.5. Kebutuhan bahan bakar.....	53
4.4. Pengadaan Kebutuhan Utilitas	53
4.4.1. Unit penyedia dan pengolahan air	54
4.4.2. Unit penyediaan <i>steam</i>	56
4.4.3. Unit penyediaan listrik	56
4.4.4. Unit penyediaan udara tekan	57
4.4.5. Unit penyediaanbahan bakar	57
4.5. Spesifikasi Alat Utilitas	57
4.6. Laboratorium	70
4.7. Limbah	71
4.7.1. Limbah utilitas	71
BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN	
5.1 Bentuk Perusahaan	73
5.2 Struktur Organisasi	74
5.3. Tugas dan Wewenang.....	78

5.3.1. Pemegang saham.....	78
5.3.2. Dewan komisaris.....	78
5.3.3. Dewan direksi	78
5.3.4. Staf ahli.....	79
5.3.5. Penelitian dan pengembangan (Litbang)	79
5.3.6. Kepala bagian	80
5.3.7. Kepala seksi	83
5.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	83
5.4.1. Karyawan tetap	84
5.4.2. Karyawan harian	84
5.4.3. Karyawan borongan	84
5.5. Pembagian Jam Kerja Karyawan	84
5.5.1. Karyawan non shift	84
5.5.2. Karyawan shift	85
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji.....	86
5.6.1. Penggolongan jabatan	86
5.6.2. Jumlah karyawan dan gaji	87
5.7. Kesejahteraan Sosial	89
5.7.1. Tunjangan	89
5.7.2. Cuti	90
5.7.3. Pengobatan.....	90
5.7.4. Pakaian kerja.....	90
5.7.5. Badan penyelenggara jaminan sosial (BPJS).....	90
5.8. Manajemen produksi	90
5.8.1. Perencanaan produksi.....	91
5.8.2. Pengendalian produksi	92
BAB VI. ANALISA EKONOMI	
6.1 Perhitungan Analisa Ekonomi	97
6.1.1. Dasar perhitungan	97
6.2. <i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	100
6.3. <i>Working Capital (WC)</i>	100

6.4. <i>Manufacturing Cost</i> (MC)	101
6.5. <i>General Expenses</i> (GE)	102
6.6. Analisa Kelayakan	102
6.6.1. Keuntungan.....	102
6.6.2. <i>Percent return on investment</i> (ROI)	102
6.6.3. <i>Pay out time</i> (POT)	103
6.6.4. <i>Break event point</i> (BEP).....	103
6.6.5. <i>Shut down point</i> (SDP).....	103
6.6.6. <i>Discounted cash flow</i> (DCF)	104
KESIMPULAN	105
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram alir kuantitatif	20
Gambar 2.2. Diagram alir kualitatif	21
Gambar 2.4. Tata letak pabrik etilen karbonat	32
Gambar 5.1. Struktur organisasi pabrik asam benzoat	72
Gambar 6.1. Hubungan antara tahun dengan cost index	98
Gambar 6.2. Analisis ekonomi.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Produksi etilen oksida menurut wilayah tahun 2004	2
Tabel 1.2. Data kebutuhan etilen karbonat di Indonesia.....	3
Tabel 2.1. Data entalpi pembentukan.....	14
Tabel 2.2. data energi Gibbs	15
Tabel 2.3. Neraca massa total	22
Tabel 2.4. Neraca massa di mixer	22
Tabel 2.5. Neraca massa di reaktor	22
Tabel 2.6. Neraca massa separator	23
Tabel 2.7. Neraca panas mixer.....	23
Tabel 2.8. Neraca panas He-01	24
Tabel 2.9. Neraca panas kompresor	24
Tabel 2.10. Neraca panas HE-02.....	24
Tabel 2.11. Neraca panas Expander CO ₂	25
Tabel 2.12. Neraca panas reaktor.....	25
Tabel 2.13. Neraca panas <i>cooler</i> -02.....	26
Tabel 2.14. Neraca panas expander cairan-01.....	26
Tabel 2.15. Neraca panas <i>Cooler</i> -01.....	26
Tabel 2.16. Neraca panas separator.....	27
Tabel 2.17. Neraca panas kondensor.....	27
Tabel 2.18. Neraca panas expander cairan-02.....	27
Tabel 2.19. Neraca panas <i>cooler</i> -03.....	28
Tabel 2.20. Luas bangunan pabrik	30
Tabel 4.1. Daftar kebutuhan air domestik dan sanitasi.....	50
Tabel 4.2. Daftar kebutuhan air untuk pembuatan <i>steam</i>	50
Tabel 4.3. Daftar kebutuhan air pendingin.....	51
Tabel 4.4. Daftar kebutuhan air proses	51
Tabel 4.5. Kebutuhan air.....	52
Tabel 4.6. Kebutuhan <i>steam</i>	52
Tabel 4.7. Kebutuhan listrik total.....	53

Tabel 4.9. Kebutuhan listrik total.....	84
Tabel 4.10. Kebutuhan bahan bakar.....	84
Tabel 5.1. Jadwal hari dan jam kerja karyawan shift.....	85
Tabel 5.2. Jumlah karyawan proses	87
Tabel 5.3. Jumlah karyawan utilitas.....	88
Tabel 5.4. Jumlah karyawan menurut jabatan	89
Tabel 6.1. Indeks harga tahun 1993 - 2013	98
Tabel 6.2. Harga indeks tahun 2014 - 2020.....	99
Tabel 6.3. <i>Fixed capital investment</i>	100
Tabel 6.4. <i>Working capital</i>	100
Tabel 6.5. <i>Manufacturing cost</i>	101
Tabel 6.6. <i>General expenses</i>	102