

**PRARANCANGAN PABRIK ETILEN KARBONAT  
DARI ETILEN OKSIDA DAN KARBON DIOKSIDA  
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



Oleh :

Sabiqul Huday

D 500 120 003

Dosen Pembimbing :

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

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 : Sabiqul Hiday  
NIM : D 500 120 003  
JUDUL TPP : Prarancangan Pabrik Etilen Karbonat dari Etilen  
Oksida dan Karbon Dioksida Kapasitas 30.000  
Ton/Tahun  
DOSEN PEMBIMBING : 1. Tri Widayatno, M.T., Ph.D.  
2. Ahmad M Fuadi, M.T., Ph.D.

Surakarta, 15 Juni 2017

Menyetujui,

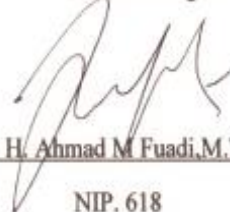
Pembimbing I



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

NIK. 960

Pembimbing II



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

NIP. 618

Mengetahui

Dekan

Fakultas Teknik



Ir. H. Sri Sunariono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

Ketua Program Studi

Teknik Kimia



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

NIK. 892

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

---

**PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sabiqul Hiday  
Nim : D 500 120 003  
ProgramSstudi : Teknik Kimia  
Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Etilen Karbonat dari Etilen oksida dan Karbon Dioksida Kapasitas 30.000 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 akademik maupun hukum.

Surakarta, 15 Juni 2017

Yang membuat pernyataan,



Sabiqul Hiday

## INTISARI

Etilen karbonat ( $C_3H_4O_3$ ) merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai bahan pembuatan polimer, pelarut polar, *plasticizer*, prekursor, dll. Etilen karbonat diproduksi dengan menggunakan proses karbonasi etilen oksida yang dilakukan di dalam reaktor gelembung dengan pendingin air dan berlangsung pada fase cair-gas. Reaksi bersifat eksotermis, dan reaktor dijalankan secara *isothermal*, dan non adiabatik dengan kondisi operasi pada suhu  $160^\circ C$  dengan tekanan 80 atm. Pabrik etilen karbonat membutuhkan bahan baku etilen oksida sebesar 1.890,1365 kg/jam,  $CO_2$  sebesar 2.119,3665 kg/jam dan katalis trimetilamin sebesar 3,8574 kg/jam. Utilitas meliputi penyediaan air diperoleh dari air sungai. Total air *make up* yang digunakan sebanyak 1.892,5594 kg/jam, *make up* air untuk kebutuhan *steam* sebesar 109,8745 kg/jam, udara tekan sebesar 60,912  $m^3$ /jam, listrik sebesar 251,3004 kW dan bahan bakar sebesar 0,0943  $m^3$ /jam

Pabrik etilen karbonat direncanakan berdiri pada tahun 2020 di daerah Cilegon, Banten. *Fixed capital investment* (FCI) pabrik ini adalah Rp 165.534.309.981 untuk *working capital* (WC) sebesar Rp 67.690.577.524. Untuk biaya produksi pertahunnya sebesar Rp 585.150.401.240. Dari analisa ekonomi dapat ditunjukkan bahwa *Percent return on investment* (ROI) sebelum pajak 69,34% dan ROI setelah pajak 52,00%. *Pay out time* (POT) sebelum pajak 1,24 tahun sedangkan setelah pajak 1,61 tahun. *Break event point* (BEP) sebesar 41,21%. *Shut down point* (SDP) sebesar 28,495% dan *discounted cash flow* (DCF) sebesar 66,045%. 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 kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-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 Kapasitas 30.000 Ton/Tahun**. Adanya prarancangan 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 arahannya.
5. Bapak, Ibu, Istri, Anak, Kakak, Adik, yang selalu mendukung, memberikan semangat, serta mendoakan saya, sehingga saya dapat mengerjakan tugas akhir dengan lancar tanpa ada halangan
6. Seluruh keluarga besar saya yang selalu mendukung dan mendoakan saya
7. Rikza jihada (mak'e) yang merupakan teman seperjuangan sekaligus partner selama proses mengerjakan tugas akhir ini.
8. Teman-teman Teknik Kimia UMS angkatan 2012 yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas dukungan, kerjasama dan bantuan selama mengalami kesulitan.

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 akhir ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Surakarta, 15 Juni 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
INTISARI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2 Kapasitas Pabrik .....	1
1.3 Lokasi Pabrik.....	2
1.4 Tinjauan Pustaka.....	4
1.4.1. Macam-macam proses .....	4
1.4.2. Kegunaan produk .....	5
1.4.3. Sifat bahan baku dan produk.....	5
BAB II. DESKRIPSI PROSES	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	9
2.1.1. Bahan baku.....	9
2.1.2. Produk .....	10
2.2 Konsep Proses .....	10
2.2.1. Kondisi operasi .....	10
2.2.2. Mekanisme reaksi .....	10
2.2.3. Tinjauan termodinamika .....	11
2.2.4. Tinjauan kinetika .....	13
2.2.5. Konstanta kecepatan reaksi.....	13
2.3 Langkah Proses .....	14
2.4 Neraca Massa dan Neraca Panas .....	18
2.4.1. Neraca massa .....	18
2.4.2. Neraca panas .....	21

2.5	Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	24
2.5.1.	Tata letak pabrik .....	24
2.5.2.	Tata letak peralatan .....	28
<b>BAB III. SPESIFIKASI ALAT</b>		
3.1.	Reaktor (R-101) .....	30
3.2.	Separator (H-101) .....	31
3.3.	Tangki .....	31
3.3.1.	Tangki etilen oksida (F-101).....	31
3.3.2.	Tangki katalis (F-102).....	32
3.3.3.	Tangki etilen karbonat (F-103) .....	32
3.4.	<i>Mixer</i> (M-101) .....	33
3.5.	<i>Heater</i> .....	34
3.5.1.	<i>Heater</i> -01 (E-101).....	34
3.5.2.	<i>Heater</i> -02 (E-102).....	35
3.6.	Pendingin .....	37
3.6.1.	Pendingin -01 (E-103).....	37
3.6.2.	Pendingin -02 (E-104).....	37
3.6.3.	Pendingin -03 (E-105).....	38
3.7.	Kondensor (E-106) .....	39
3.8.	Pompa .....	40
3.8.1.	Pompa -01 (L-101).....	40
3.8.2.	Pompa -02 (L-102).....	41
3.8.3.	Pompa -03 (L-103).....	41
3.8.4.	Pompa -04 (L-104).....	42
3.8.5.	Pompa -05 (L-105).....	42
3.8.6.	Pompa -06 (L-106).....	43
3.8.7.	Pompa -07 (L-107).....	43
3.9.	Kompresor (G-101) .....	44
3.10.	Ekspander .....	44
3.10.1.	Ekspander -01 (G-102) .....	44
3.10.2.	Ekspander -02 (G-103) .....	45



3.10.3. Ekspander -03 (G-104) .....	45
<b>BAB IV. UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM</b>	
4.1 Unit Pendukung Proses (Utilitas) .....	46
4.1.1. Unit penyedia dan pengolahan air.....	46
4.1.2. Unit penyediaan <i>steam</i> .....	53
4.1.3. Unit penyediaan listrik.....	53
4.1.4. Unit penyediaan bahan bakar.....	56
4.1.5. Unit penyediaan udara tekan.....	57
4.2. Spesifikasi Alat Utilitas .....	57
4.3. Laboratorium .....	68
4.3.1. Program kerja laboratorium .....	69
4.4. Limbah.....	70
4.4.1. Limbah utilitas .....	70
4.4.2. Limbah proses .....	70
4.5. Pengolahan limbah.....	70
<b>BAB V. MANAJEMEN PERUSAHAAN</b>	
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) .....	80
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.....	88
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	89
5.7.1. Tunjangan .....	89
5.7.2. Pakaian kerja.....	89
5.7.3. Pengobatan.....	89
5.7.4. Cuti.....	89
5.7.5. Badan penyelenggara jaminan sosial (BPJS).....	89
5.8. Manajemen produksi .....	89
5.8.1. Perencanaan produksi .....	90
5.8.2. Pengendalian produksi .....	91
<b>BAB VI. ANALISA EKONOMI</b>	
6.1 Perhitungan Analisa Ekonomi .....	97
6.1.1. Dasar perhitungan .....	97
6.2. <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) .....	100
6.3. <i>Working Capital</i> (WC) .....	101
6.4. <i>Manufacturing Cost</i> (MC) .....	102
6.5. <i>General Expenses</i> (GE) .....	103
6.6. Analisa Kelayakan .....	103
6.6.1. Keuntungan.....	103
6.6.2. <i>Percent return on investment</i> (ROI) .....	103
6.6.3. <i>Pay out time</i> (POT) .....	104
6.6.4. <i>Break event point</i> (BEP) .....	104
6.6.5. <i>Shut down point</i> (SDP).....	104
6.6.6. <i>Discounted cash flow</i> (DCF) .....	105
<b>KESIMPULAN</b>	
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Diagram alir kualitatif .....	16
Gambar 2.2. Diagram alir kuantitatif .....	17
Gambar 2.3. Tata letak pabrik etilen karbonat .....	27
Gambar 2.4. Tata letak alat proses .....	29
Gambar 4.1. Diagram alir pengolahan air .....	72
Gambar 5.1. Struktur organisasi pabrik etilen karbonat .....	77
Gambar 6.1. Hubungan antara tahun dengan cost index.....	98
Gambar 6.2. Analisis ekonomi.....	106

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data kebutuhan etilen karbonat di Indonesia.....	2
Tabel 2.1. Neraca massa di <i>mixer</i> (M-101).....	18
Tabel 2.2. Neraca massa di reactor (R-101).....	18
Tabel 2.3. Neraca massa separator (H-101).....	18
Tabel 2.4. Neraca massa <i>overall</i> .....	19
Tabel 2.5. Neraca panas di <i>mixer</i> (M-101) .....	20
Tabel 2.6. Neraca panas di <i>heater-01</i> (E-101).....	20
Tabel 2.7. Neraca panas di kompresor (G-101).....	29
Tabel 2.8. Neraca panas di <i>heater-02</i> (E-102).....	21
Tabel 2.9. Neraca panas di reaktor (R-101).....	21
Tabel 2.10. Neraca panas di ekspander-01 (G-102).....	21
Tabel 2.11. Neraca panas di <i>cooler-02</i> (E-104).....	22
Tabel 2.12. Neraca panas di ekspander-02 (G-103).....	22
Tabel 2.13. Neraca panas di <i>cooler-01</i> (E-103).....	22
Tabel 2.14. Neraca panas di separator (H-101).....	23
Tabel 2.15. Neraca panas di kondensor (E-106).....	23
Tabel 2.16. Neraca panas di ekspander-03 (G-104).....	23
Tabel 2.17. Neraca panas di <i>cooler-03</i> (E-105).....	24
Tabel 2.18. Luas tanah bangunan pabrik .....	26
Tabel 4.1. Kebutuhan air untuk pendingin.....	47
Tabel 4.2. Kebutuhan air untuk umpan <i>boiler</i> .....	48
Tabel 4.3. Kebutuhan air sanitasi.....	49
Tabel 4.4. Kebutuhan listrik untuk alat proses.....	54
Tabel 4.5. Kebutuhan listrik utilitas.....	55
Tabel 5.1. Jadwal hari dan jam kerja karyawan <i>shift</i> .....	86
Tabel 5.2. Jumlah karyawan menurut jabatan.....	88
Tabel 6.1. Cost index chemical plant.....	98
Tabel 6.2. <i>Fixed capital investment</i> .....	100
Tabel 6.3. <i>Working capital</i> .....	101

Tabel 6.4. <i>Manufacturing cost</i> .....	102
Tabel 6.5. <i>General expenses</i> .....	103
Tabel 6.6. Kesimpulan analisa ekonomi .....	107