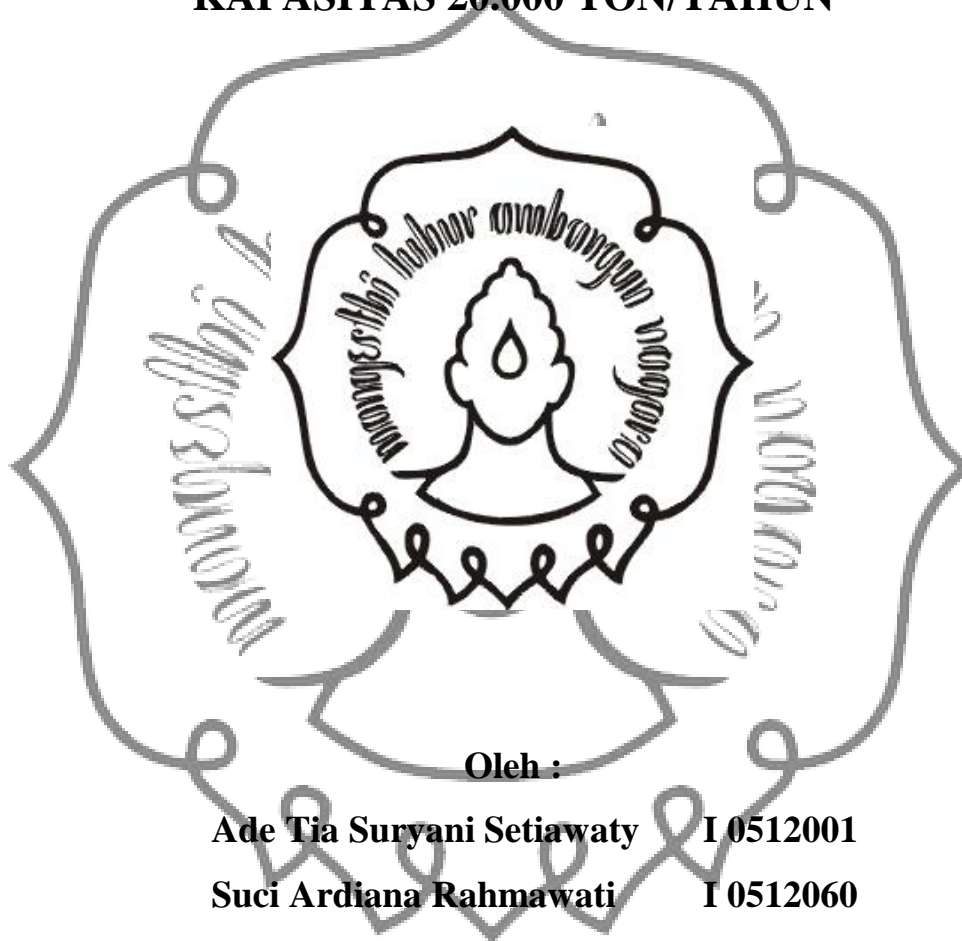


**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL KLORIDA  
DARI ETANOL DAN HIDROGEN KLORIDA  
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



**Oleh :**

**Ade Tia Suryani Setiawaty I 0512001**

**Suci Ardiana Rahmawati I 0512060**

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2016**

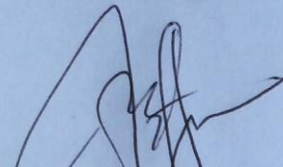
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK ETIL KLORIDA**  
**DARI ETANOL DAN HIDROGEN KLORIDA**  
**KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

Oleh :


Ade Tia Suryani Setiawaty    I 0510022

Suci Ardiana Rahmawati    I0512060

Pembimbing II

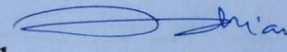
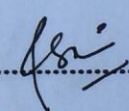
  
Ir. Arif Jumari, M.Sc.  
NIP. 19650315 199702 1 001

Pembimbing I

  
Mujtahid Kaavessina, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19790924 200312 1 002

Dipertahankan di depan tim penguji:

1. Dr. Adrian Nur ST, MT.  
NIP. 19730108 200012 1 001
2. Dr. Sperisa Distantina ST. MT  
NIP. 19740509 200003 2 002

1.   
.....
2.   
..... 26/07/2016

Disahkan  
Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia

  
Dr. Margono, S.T., M.T.  
NIP. 19681107 199702 1 001

## LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama	NIM
1 Ade Tia Suryani Setyawaty	I0512001
2 Suci Ardiana R.	I0512060

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Hidrogen Klorida Kapasitas  
20.000 ton/tahun

Tanggal mulai pembimbingan: .....

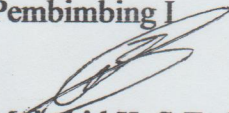
Pembimbing I : Mujtahid K, S.T., M.T., Ph.D.

Pembimbing II : Ir. Arif Jumari, M.Sc.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
1.	10-03-16	Neraca massa			
2.	22-03-16	Neraca massa			
3.	6-04-16	Reaktor			
4.	12-04-16	Reaktor			
5.	26-04-16	Reaktor Condenser parsial			
6.	4-05-16	Condenser parsial Dekanter			
7.	29-05-16	Flash Drum Dekanter Flash Drum Menara Distilasi			
8.	19-05-16	Dekanter Menara Distilasi			
9.	24-05-16	T-01, T-02, T-03, EX-01, HE-01, Compressor			

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

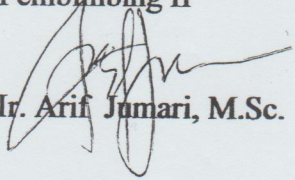
Pembimbing I

  
Mujtahid K, S.T., M.T., Ph.D

Dinyatakan selesai

Tanggal :

Pembimbing II

  
Ir. Arif Jumari, M.Sc.

## LEMBAR KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama	NIM
1 Ade Tia Suryani Setyawaty	I0512001
2 Suci Ardiana R.	I0512060

Judul Tugas Akhir : Prarancangan Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Hidrogen Klorida Kapasitas  
20.000 ton/tahun

Tanggal mulai pembimbingan: .....

Pembimbing I : Mujtahid K, S.T., M.T., Ph.D.

Pembimbing II : Ir. Arif Jumari, M.Sc.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf		Ket.
			Pemb. I	Pemb. II	
10.	27-05-16	KOMPRESOR Cooler (HE-02) Expansion valve			
11.	30-05-16	Lay out pabrik			
12.	1-06-16	Pompa proses (P-01 s/d P-07)			
13.	22-06-16	utilitas, Manajemen dan Organisasi, Ekonomi			
14.	23-06-16	PFD,			
15.	24-06-16	PFD, spesifikasi alat			
16.	27-06-16	Naskah bab 1-6			
17.	29-06-16	Naskah total			
			Acc 30/6-16	Acc 29/6/16	

- Jumlah konsultasi dengan masing-masing pembimbing minimal sebanyak 8 kali untuk dapat dinyatakan selesai.

Pembimbing I

Mujtahid K, S.T., M.T., Ph.D

Dinyatakan selesai

Tanggal :

Pembimbing II

Ir. Arif Jumari, M.Sc.



## **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 Etil Klorida dari Etanol dan Hidrogen Klorida Kapasitas 20.000 Ton/Tahun" ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual 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. Mujtahid Kaavessina S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan Ir. Arif Jumari, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir
3. Dr. Sperisa Distantina ST., MT., dan Wusana Agung Wibowo S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik
4. Dr. Margono S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Kimia FT UNS.
5. Segenap Civitas Akademika atas semua bantuannya
6. Teman-teman mahasiswa Teknik Kimia FT UNS khususnya angkatan 2012

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, Juli 2016

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Lembar Konsultasi .....	iii
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiv
Intisari .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2 Kapasitas Rancangan .....	2
1.2.1 Prediksi Kebutuhan Etil Klorida .....	2
1.2.2 Ketersediaan bahan baku .....	3
1.2.3 Kapasitas Komersial Pabrik Etil Klorida .....	4
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik .....	5
1.4 Tinjauan Pustaka .....	9
1.4.1 Macam-macam Proses .....	9
1.4.2 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk .....	11
1.4.3 Tinjauan Proses Secara Umum .....	13
<b>BAB II DESKRIPSI PROSES</b>	
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	14
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku .....	14



---

2.1.2	Spesifikasi Bahan Pembantu .....	14
2.1.3	Spesifikasi Produk Utama .....	15
2.2	Konsep Dasar Proses .....	15
2.2.1	Dasar Reaksi .....	15
2.2.2	Kondisi Operasi .....	15
2.2.3	Mekanisme Reaksi.....	15
2.2.4	Tinjauan Termodinamika .....	17
2.2.5	Tinjauan Kinetika .....	18
2.3	Diagram Alir Proses .....	19
2.3.1	Diagram Alir kualitatif .....	20
2.3.2	Diagram Alir kuantitatif.....	21
2.3.3	Diagram Alir proses.....	22
2.3.4	Tahapan Proses.....	23
2.4	Neraca Massa dan Neraca Panas .....	24
2.4.1	Neraca Massa .....	24
2.4.2	Neraca Panas .....	26
2.5	Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses .....	29
2.5.1	Lay Out Peralatan Proses.....	29
2.5.2	Lay Out Pabrik.....	32
 <b>BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES</b>		
3.1	Tangki Ethanol .....	36
3.2	Tangki Hidrogen Klorida .....	36
3.3	Tangki Etil Klorida .....	38

---



---

3.4 Tangki Karbon Tetra Klorida .....	39
3.5 Reaktor .....	39
3.6 Dekanter .....	41
3.7 Menara Distilasi .....	42
3.8 Kondensor .....	42
3.9 Accumulator 1 .....	44
3.10 Reboiler 1 .....	44
3.11 Kompresor .....	45
3.12 Kondensor Parsial .....	46
3.13 Separator 1 .....	47
3.14 Pompa 1 .....	48
3.15 Pompa 2 .....	49
3.16 Pompa 3 .....	49
3.17 Pompa 4 .....	50
3.18 Pompa 5 .....	50
3.19 Pompa 6 .....	51
3.20 Pompa 7 .....	52
3.21 Pompa 8 .....	52
3.22 Pompa 9 .....	53
3.23 Pompa 10 .....	53
3.24 Pompa 11 .....	54
3.25 Pompa 12 .....	55
3.26 Pompa 13 .....	55

---





---

## BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

4.1	Unit Pendukung Proses .....	57
4.1.1	Unit Pengadaan Air .....	58
4.1.2	Unit Pengadaan Udara Tekan .....	65
4.1.3	Unit Pengadaan Listrik .....	66
4.1.4	Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	70
4.1.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	72
4.2	Laboratorium .....	73
4.2.1	Program Kerja laboratorium .....	73
4.2.2	Laboratorium Pengamatan .....	74
4.2.3	Laboratorium Analitik .....	74
4.2.4	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan .....	74
4.3	Unit Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	74
4.4	Unit Pengolahan Limbah .....	76

## BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN

5.1	Bentuk Perusahaan .....	78
5.2	Struktur Organisasi .....	80
5.3	Tugas dan Wewenang .....	83
5.3.1	Pemegang Saham .....	83
5.3.2	Dewan Komisaris .....	83
5.3.3	Dewan Direksi .....	83
5.3.4	Staf Ahli .....	84
5.3.5	Penelitian dan Pengembangan .....	85



---

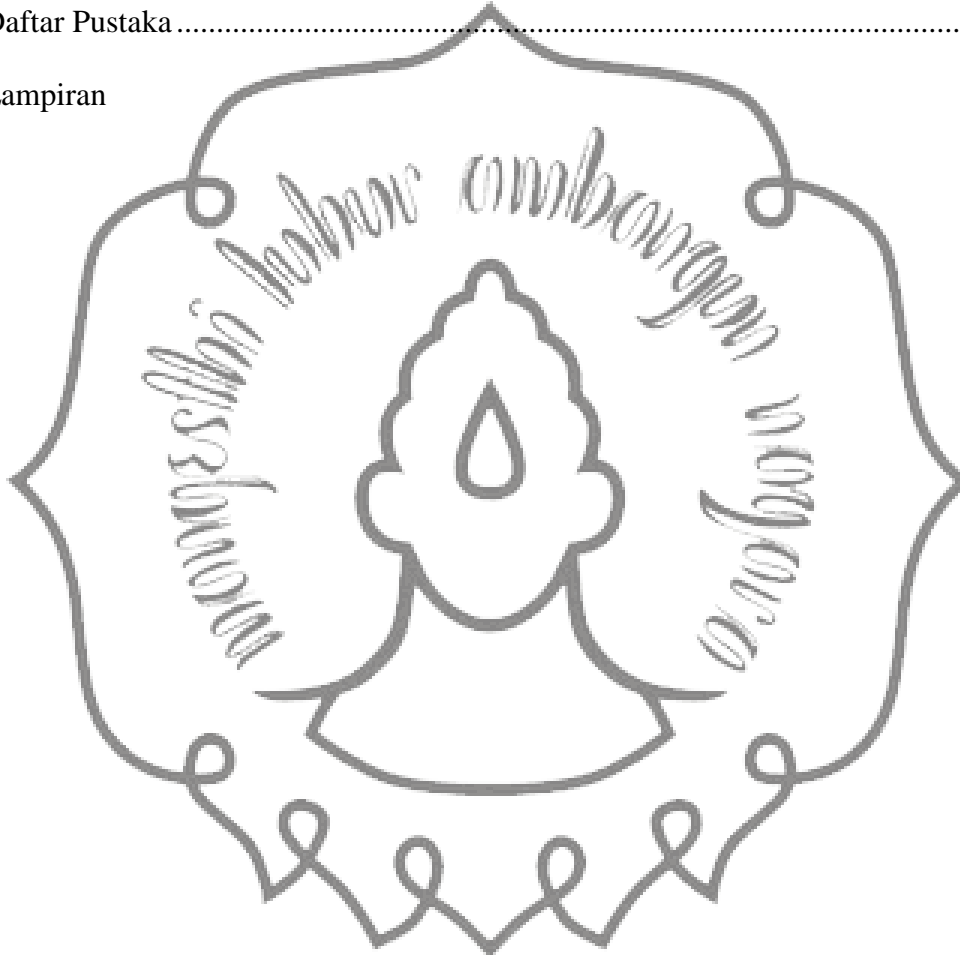
5.3.6	Kepala Bagian.....	85
5.3.7	Kepala Seksi .....	88
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	88
5.4.1	Karyawan <i>Non Shift</i> .....	88
5.4.2	Karyawan <i>Shift</i> .....	88
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah .....	90
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	90
5.6.1	Penggolongan Jabatan .....	90
5.6.2	Jumlah Karyawan dan Gaji .....	91
5.7	Kesejahteraan Sosial Karyawan .....	93
5.8	Kesehatan dan Keselamatan Kerja .....	94
5.9	Manajemen Produksi .....	95
5.9.1	Perencanaan Produksi.....	95
5.9.2	Pengendalian Produksi .....	96
BAB VI ANALISIS EKONOMI .....		98
6.1	Dasar Perhitungan .....	98
6.2	Penaksiran Harga Peralatan .....	98
6.3	Penentuan <i>Total Capital Investment (TCI)</i> .....	100
6.3.1	Modal Tetap ( <i>Fixed Capital Investment</i> ) .....	101
6.3.2	Modal Kerja ( <i>Working Capital Investment</i> ) .....	101
6.4	Penentuan <i>Manufacturing Cost (MC)</i> .....	102
6.4.1	<i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	102
6.4.2	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	102

---



6.4.3	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	102
6.5	<i>General Expense (GE)</i> .....	103
6.6	Keuntungan Produksi .....	103
6.7	Analisis Kelayakan .....	104
	Daftar Pustaka .....	105

Lampiran





## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kebutuhan Impor Etil Klorida Indonesia 2010 - 2015.....	2
Tabel 1.2	Produsen Etanol di Indonesia.....	4
Tabel 1.3	Produsen Hidrogen Klorida di Dunia.....	4
Tabel 1.4	Produsen Etil klorida dan Kapasitasnya.....	4
Tabel 2.1	Neraca Massa Reaktor.....	24
Tabel 2.2	Neraca Massa Kondensor Parsial 1.....	25
Tabel 2.3	Neraca Massa Dekanter.....	25
Tabel 2.4	Neraca Massa Menara Distilasi.....	25
Tabel 2.5	Neraca Massa Total.....	26
Tabel 2.6	Neraca Panas Reaktor.....	26
Tabel 2.7	Neraca Panas Dekanter.....	27
Tabel 2.8	Neraca Panas Menara Distilasi.....	27
Tabel 2.9	Neraca Panas Kondensor Parsial 1.....	27
Tabel 2.10	Neraca Panas Total.....	28
Tabel 2.11	Perincian Luas Tanah Pabrik.....	34
Tabel 4.1	Kebutuhan Air Pendingin.....	64
Tabel 4.2	Kebutuhan Air Umpan Boiler .....	64
Tabel 4.3	Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi .....	65
Tabel 4.4	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses .....	67
Tabel 4.5	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas .....	67
Tabel 4.6	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan .....	68



---

Tabel 4.7	Total Kebutuhan Listrik Pabrik.....	70
Tabel 5.1	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> .....	89
Tabel 5.2	Jumlah Karyawan Menurut Jabatan .....	91
Tabel 5.3	Perincian Golongan dan Gaji Karyawan .....	93
Tabel 6.1	Indeks Harga Alat .....	99
Tabel 6.2	Modal Tetap .....	101
Tabel 6.3	Modal Kerja .....	101
Tabel 6.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	102
Tabel 6.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	102
Tabel 6.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	102
Tabel 6.7	<i>General Expense</i> .....	103
Tabel 6.8	Analisis Kelayakan.....	105



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Grafik Kebutuhan Impor Etil Klorida untuk Konsumsi di Indonesia.....	3
Gambar 1.2	Pemilihan Lokasi Pabrik Etil klorida .....	8
Gambar 2.1	Skema mekanisme reaksi .....	16
Gambar 2.2	Diagram Alir Kualitatif .....	20
Gambar 2.3	Diagram Alir Kuantitatif .....	21
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses .....	22
Gambar 2.4	Tata Letak Peralatan Proses.....	31
Gambar 2.5	Layout Pabrik.....	36
Gambar 4.1	Skema Pengolahan Air Sungai .....	62
Gambar 5.1	Struktur Organisasi Pabrik eti klorida .....	82
Gambar 6.1	Grafik Linierisasi Indeks Harga.....	99



## INTISARI

**Ade Tia Suryani dan Suci Ardiana Rahmawati, 2016, “Prarancangan Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Hidrogen Klorida Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta**

Etil klorida merupakan bahan kimia yang digunakan dalam bidang industri obat-obatan, refrigeran, dan bahan pembuat etil selulosa dan butyl rubber. Pabrik Etil Klorida dirancang dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dengan bahan baku etanol 14.283 ton/tahun dan hidrogen klorida 11.317 ton/tahun. Dengan memperhatikan beberapa faktor, seperti aspek penyediaan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, pemasaran, serta utilitas, maka lokasi pabrik yang strategis dipilih di kawasan industri Gresik, Jawa Timur. Bahan baku pembuatan etanol didapat dari PT. Molindo Raya Industri, Sidoarjo, Jawa Timur dan hidrogen klorida didistribusikan melalui pelabuhan Tanjung Perak.

Peralatan proses yang ada antara lain reaktor, ekspander, dekanter, menara distilasi, *valve*, *condenser parsial*, separator dan pompa. Etil klorida dihasilkan dari reaksi etanol dan hidrogen klorida ( $C_2H_5OH$  dan  $HCl$ ) dalam reaktor *bubble* pada kondisi isothermal non adiabatik pada suhu  $70\text{ }^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Katalis yang digunakan adalah karbon tetra klorida ( $CCl_4$ ). Reaksi berlangsung secara eksotermis, sehingga diperlukan air pendingin. Pemurnian etil klorida menggunakan *condenser parsial* sehingga diperoleh Etil klorida dengan kemurnian 100%.

Utilitas terdiri dari unit penyediaan air sebagai pendingin maupun keperluan umum, penyediaan *steam*, tenaga listrik, penyediaan udara tekan, penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Pabrik etil klorida memiliki tiga laboratorium, yaitu laboratorium fisik, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian dan pengembangan, untuk menjaga kualitas bahan baku dan produk.

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

Hasil analisis ekonomi terhadap prarancangan pabrik etil klorida diperoleh modal tetap sebesar Rp 431.702.163.508,66 dan modal kerja sebesar Rp 120.729.371.696,88. Biaya produksi total per tahun sebesar Rp. 327.987.312.220,61. Hasil analisis kelayakan menunjukkan ROI sebelum pajak 55,20 % dan setelah pajak 40,24 %, POT sebelum pajak 1,9 tahun dan setelah pajak 2,5 tahun, BEP 45,19 %, SDP 21,94% dan DCF sebesar 30,84%. Berdasarkan hasil perancangan dan analisa ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik etil klorida dengan kapasitas 20.000 ton/tahun layak direalisasikan pembangunannya.