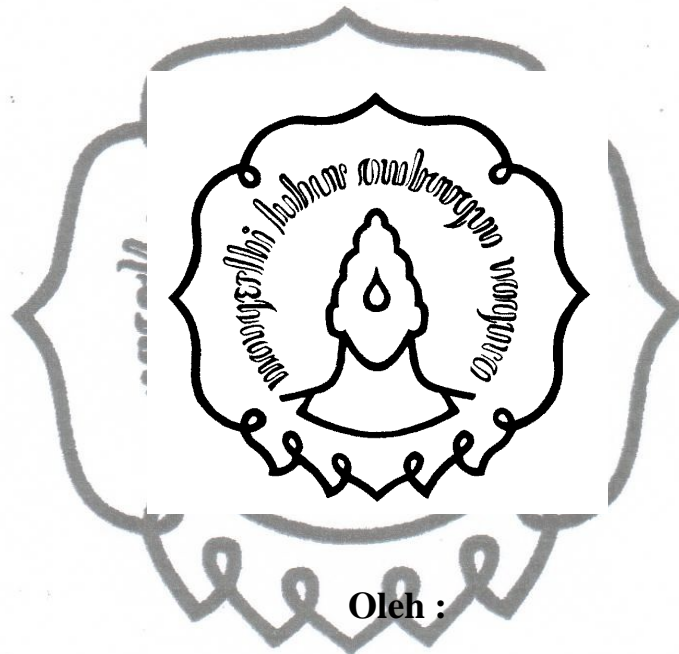


**TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK *ETHYLENE OXIDE* DARI**  
***ETHYLENE* DENGAN PROSES OKSIDASI**  
**MENGGUNAKAN UDARA**  
**KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN**



Oleh :

**Aryan Fathoni Amri**

**I0512008**

**M.Probokusumo**

**I0512033**

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

**2016**  
*commit to user*

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR  
PRARANCANGAN PABRIK *ETHYLENE OXIDE* DARI *ETHYLENE*  
DENGAN PROSES OKSIDASI MENGGUNAKAN UDARA  
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Oleh :

Aryan Fathoni Amri I 0512008  
M.Probokusumo I 0512033

Pembimbing II

19/08 2016

Wusana Agung W. S.T., M.T.  
NIP. 19801005 200501 1 001

Pembimbing I

Inayati, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP. 19780829 199902 2 001

Dipertahankan di depan tim penguji

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

2. Ir. Endah Retno Dyartanti, M.T.  
NIP. 19690719 200003 2 001

1.

2.

Disahkan

Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia



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

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah SWT, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik *Ethylene Oxide* dari *Ethylene* dengan Proses Oksidasi Menggunakan Udara Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua kami yang telah mendukung dan memberikan segala yang bermanfaat bagi kami .
2. Inayati, S.T., M.T., Ph.D. dan Wusana Agung W, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Dr. Margono, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Teknik Kimia atas bimbingannya.
4. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Seluruh teman – teman Cheering’12 UNS untuk semangat serta dukungan yang kalian berikan, sangat membantu sekali!
6. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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, Agustus 2016

Penulis

*commit to user*



**DAFTAR GAMBAR**

Gambar I.1	Grafik Perkembangan Impor <i>Ethylene Oxide</i> di Indonesia.....	3
Gambar I.2	Penentuan Lokasi Pabrik .....	6
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 .....	39
Gambar II.5	Tata Letak Peralatan Proses Pabrik .....	42
Gambar IV.1	Skema Pengolahan Air dari PT.KTL.....	58
Gambar V.1	Struktur Organisasi Pabrik <i>Ethylene Oxide</i> .....	74
Gambar VI.1	Grafik Linierisasi Indeks Harga .....	94
Gambar VI.2	Grafik Analisa Kelayakan .....	104

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel .....	ix
Daftar Gambar.....	xi
Intisari .....	xii
<b>BAB I      PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik .....	1
1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik .....	2
1.2.1. Kebutuhan <i>Ethylene Oxide</i> di Indonesia .....	2
1.2.2. Kebutuhan <i>Ethylene Oxide</i> di Dunia .....	4
1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku .....	5
1.3. Pentuan Lokasi Pabrik.....	6
1.3.1. Sumber Bahan Baku.....	6
1.3.2. Pemasaran Produk.....	7
1.3.3. Sarana Transportasi .....	7
1.3.4. Utilitas .....	7
1.3.5. Tenaga Kerja .....	7
1.3.6. Kondisi Tanah dan Daerah.....	8
1.3.7. Kebijakan Pemerintah .....	8
1.4. Tinjauan Pustaka .....	8
1.4.1. Macam-Macam Proses Pembuatan <i>Ethylene Oxide</i> .....	8
1.4.2. Kegunaan Produk .....	11
1.4.3. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	11
1.4.3.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	11
1.4.3.2. Spesifikasi Produk.....	14

*commit to user*



BAB II	DESKRIPSI PROSES .....	16
	2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk .....	16
	2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	16
	2.1.2. Spesifikasi Katalis .....	17
	2.1.3. Spesifikasi Produk .....	17
	2.2. Tinjauan Proses .....	17
	2.2.1. Dasar Reaksi .....	17
	2.2.2. Kondisi Operasi .....	18
	2.2.3. Tinjauan Termodinamika .....	19
	2.2.4. Tinjauan Kinetika .....	22
	2.2.5. Mekanisme Reaksi .....	23
	2.3. Diagram Alir Proses dan Tahapan Proses .....	26
	2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas .....	31
	2.4.1. Neraca Massa .....	31
	2.4.2. Neraca Panas .....	35
	2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan .....	37
	2.5.1. Tata Letak Pabrik .....	37
	2.5.2. Tata Letak Alat Proses .....	39
BAB III	SPESIFIKASI ALAT .....	43
	3.1. Reaktor .....	43
	3.2. Absorber .....	44
	3.3. Menara Distilasi .....	45
	3.4. Tangki Penyimpanan .....	46
	3.5. Heat Exchanger .....	47
	3.6. Condensor Total dan Reboiler .....	50
	3.7. Pompa Proses .....	51
	3.8. Kompresor .....	52
BAB IV	UTILITAS DAN LABORATORIUM .....	53
	4.1. Unit Pendukung Proses .....	53
	4.1.1. Unit Pengadaan Air .....	54
	4.1.1.1. Air Pemadam Kebakaran .....	54

4.1.1.2. Air Umpan Boiler.....	54
4.1.1.3. Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	55
4.1.1.4. Pengolahan Air.....	55
4.1.1.5. Kebutuhan Air.....	59
4.1.2. Unit Pengadaan Steam .....	60
4.1.3. Unit Pengadaan Udara Tekan.....	61
4.1.4. Unit Pengadaan Listrik.....	62
4.1.4.1. Listrik Untuk Keperluan Proses dan Utilitas .....	62
4.1.4.2. Listrik Untuk Penerangan .....	63
4.1.4.3. Listrik Untuk AC .....	65
4.1.4.4. Listrik Untuk Laboratorium dan Instrumentasi.....	65
4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	66
4.2. Laboratorium.....	66
4.2.1. Laboratorium Fisik.....	68
4.2.2. Laboratorium Analitik.....	68
4.2.3. Laboratorium Penelitian dan Pengembangan.....	68
4.3. Unit Pengolahan Limbah.....	69
4.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	69
<b>BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN .....</b>	<b>71</b>
5.1. Bentuk Perusahaan .....	71
5.2. Struktur Organisasi .....	72
5.3. Tugas dan Wewenang .....	75
5.3.1. Pemegang Saham .....	75
5.3.2. Dewan Komisaris .....	75
5.3.3. Dewan Direksi.....	75
5.3.4. Staf Ahli .....	76
5.3.5. Penelitian dan Pengembangan (Litbang).....	77
5.3.6. Kepala Bagian .....	77
5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	80



5.4.1. Karyawan <i>Non Shift</i> / Harian.....	80
5.4.2. Karyawan <i>Shift</i> .....	80
5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah .....	82
5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karywan, dan Gaji.....	83
5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan.....	87
5.8. Manajemen Perusahaan.....	88
5.8.1. Perencanaan Produksi .....	88
5.8.2. Pengendalian Prosuksi.....	89
BAB VI EKONOMI.....	91
6.1. Penaksiran Harga Peralatan.....	92
6.2. Dasar Perhitungan .....	94
6.3. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI) .....	94
6.4. Hasil Perhitungan.....	95
6.4.1. <i>Fixed Capital Invesment</i> (FCI) .....	95
6.4.2. <i>Working Capital Investment</i> (WCI).....	96
6.4.3. <i>Total Capital Investment</i> (TCI).....	96
6.4.4. <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC) .....	96
6.4.5. <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	97
6.4.6. <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	97
6.4.7. <i>Total Manufacturing Cost</i> (TMC) .....	97
6.4.8. <i>General Expense</i> (GE) .....	98
6.4.9. <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	98
6.4.10. Perhitungan Keuntungan Produksi (Profit).....	98
6.5. Analisa Kelayakan .....	99
6.5.1. <i>Percent Profit on Sales</i> (% POS).....	99
6.5.2. <i>Percent Return on Investment</i> (% ROI).....	99
6.5.3. <i>Pay Out Time</i> (POT) .....	99
6.5.4. <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	100
6.5.5. <i>Shutdown Point</i> (SDP).....	101
6.5.6. <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF) .....	102
6.6. Pembahasan.....	105

6.7. Kesimpulan .....	105
Daftar Pustaka .....	106
Lampiran .....	109





*Prarancangan Pabrik Ethylene Oxide  
dari Ethylene dengan Proses Oksidasi Menggunakan Udara  
Kapasitas 50.000 Ton / Tahun*

---

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2010) : “*Chemicals Technology Market and Customer Insight*”,  
[www.chemicals-technology.com](http://www.chemicals-technology.com), diakses pada tanggal 14 November 2015.
- Aries, R.S. and Newton, R.D., (1955) : *Chemical Engineering Cost Estimation*,  
McGraw-Hill Book Company, New York.
- Branan, C.R., (1994) : *Rules of Thumb for Chemical Engineers*, Gulf Publishing  
Company, Houston
- Brownell, L.E. and Young, E.H., (1959) : *Process Equipment Design – Vessel  
Design*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Bunga deposito dan pinjaman, <http://www.bankmandiri.co.id>, diakses pada Juli 2016.
- Coulson, J.M., (1983) : *Chemical Engineering*, Auckland, Mc Graw Hill, Singapore
- Dettwiler, H. R., Baiker, A. and Richarz, W. (1979) : *Kinetics of Ethylene Oxidation  
on a Supported Silver Catalyst*. Helvetica Chimica Acta.
- Ethylene Oxide-price and Specification* , [www.orbichem.com](http://www.orbichem.com) , diakses pada tanggal  
29 Juni 2016.
- Ethylene Oxide Product Stewardship Guidance Manual*,  
[www.americanchemistry.com](http://www.americanchemistry.com) , diakses pada tanggal 5 Mei 2016
- Geankoplis, C.J., (1983) : *Transport Processes and Unit Operations*, 2<sup>nd</sup> ed., Allyn  
and Bacon Inc., Boston
- Harga etilen, [www.icis.com](http://www.icis.com) , diakses pada tanggal 29 Juni 2016
- Harga katalis perak penyangga alumina, [www.shop.riogeninc.com](http://www.shop.riogeninc.com), diakses pada  
tanggal 15 Juli 2016.



*Prarancangan Pabrik Ethylene Oxide  
dari Ethylene dengan Proses Oksidasi Menggunakan Udara  
Kapasitas 50.000 Ton / Tahun*

---

Holman, J.P., (1986) : *Perpindahan Kalor*, Edisi Keenam, Erlangga,

Jakarta

Impor Etilen Oksida Biro Pusat Statistik, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) . diakses pada tanggal 15 November 2015.

Kern, D.Q., (1950) : *Process Heat Transfer, International Student Edition*, Mc. Graw Hill, New York.

Kirk, R.E. and Othmer, D.F., (1998) : *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3<sup>rd</sup> ed., Interscience Publishers, John Wiley and Sons, New York, 10,437-459.

Kurs pada 16 Juli 2016, <http://www.bi.go.id> , diakses pada tanggal 16 Juli 2016.

Ludwig, E.E., (1965) : *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*, volume 3, Gulf Publishing Company, Houston

Mc Ketta, J.J., (1984) : *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, vol 20, Marcel Dekker, Inc., New York

Meyers, R.A., (1986): *Handbook of Chemical Production Processes*, McGraw-Hill, New York.

Perry, R.H., (1983) : *Chemical Engineer's Handbook*, 6<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, New York.

Powell, S.T., (1954) : *Water Conditioning for Industry*, 1<sup>st</sup> ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York

Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., (2003) : *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill International Book Company, Singapore.



*Prarancangan Pabrik Ethylene Oxide  
dari Ethylene dengan Proses Oksidasi Menggunakan Udara  
Kapasitas 50.000 Ton / Tahun*

- 
- Rase, H.F., and Barrow, M.H., (1957) : *Project Engineering of Process Plant*, John Wiley & Sons Inc., New York
- Rizkalla, N. (1998): *Ethylene Oxide Catalyst and Process*, US. Patent No.5,780,656
- Smith, J.M. and Van Ness, H.C., (1975) : *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 3<sup>rd</sup> ed., Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- Stanford Research Institute, (2010) : “*Ethylene Oxide WP Report*”, [www.ihs.com](http://www.ihs.com), diakses pada tanggal 13 November 2015.
- Treybal, R.E., (1981) : *Mass Transfer Operation*, 3<sup>rd</sup> ed, McGraw Hill Book Company, Inc., Japan
- Ulrich, G.D., (1984) : *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley and Sons, New York
- Vilbrandt , F.C. and Dryden, C.E., (1959) : *Chemical Engineering Plant Design*, 4<sup>th</sup> ed., McGraw Hill Kogakusha Company Limited, Tokyo
- Widjaja, G., dan Yani, A., (2003) : *Perseroan Terbatas*, Raja Grafindo Persada, Jakarta
- Walas, S.M., (1988) : *Chemical Process Equipment*, 3<sup>rd</sup> ed., Butterworths Series in Chemical Engineering, USA
- Yaws, C.L., (1999) : *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc., United States.

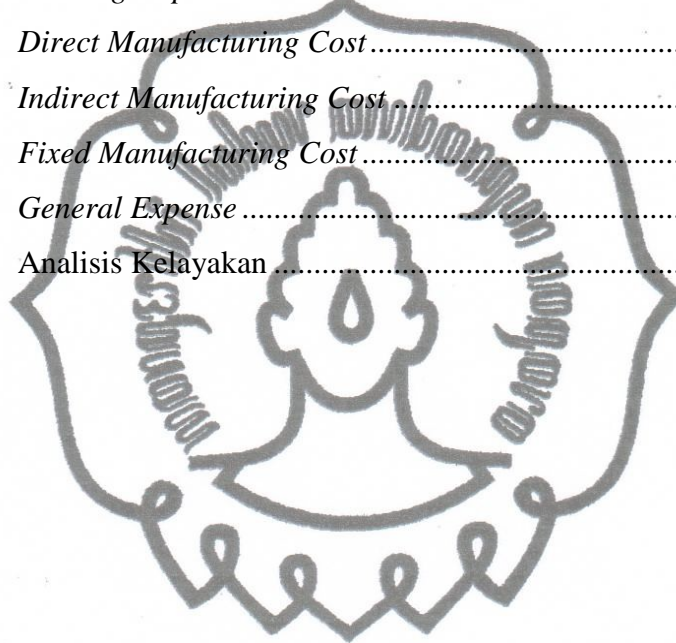


## DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Data Kebutuhan Impor <i>Ethylene Oxide</i> .....	2
Tabel I.2	Proyeksi Kebutuhan <i>Ethylene Oxide</i> di Indonesia.....	3
Tabel I.3	Kapasitas Produksi <i>Ethylene Oxide</i> di Amerika .....	7
Tabel I.4	Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan <i>Ethylene Oxide</i> .....	10
Tabel I.5	Sifat Fisika Komponen Udara.....	12
Tabel II.1	Sifat Fisika Komponen Udara.....	16
Tabel II.2	Neraca Massa di Menara Distilasi (MD-01).....	31
Tabel II.3	Neraca Massa di Sekitar Absorber (AB-01).....	32
Tabel II.4	Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01).....	32
Tabel II.5	Neraca Massa di Arus Cabang (TEE-02).....	33
Tabel II.6	Neraca Massa di Arus Gabung (TEE-01).....	33
Tabel II.7	Neraca Massa Total .....	34
Tabel II.8	Neraca Panas di Reaktor (R-01) .....	35
Tabel II.9	Neraca Panas di Absorber (AB-01) .....	35
Tabel II.10	Neraca Panas di Menara Distilasi (MD-01).....	35
Tabel II.11	Neraca Panas Total .....	36
Tabel II.12	Perincian Luas Tanah sebagai Bangunan Pabrik .....	38
Tabel III.1	Spesifikasi Reaktor .....	43
Tabel III.2	Spesifikasi Absorber .....	44
Tabel III.3	Spesifikasi Menara Distilasi .....	45
Tabel III.4	Spesifikasi Tangki Penyimpanan.....	46
Tabel III.5	Spesifikasi Heat Exchanger .....	47
Tabel III.6	Spesifikasi Condensor Total dan Reboiler.....	50
Tabel III.7	Spesifikasi Pompa Proses .....	51
Tabel III.8	Spesifikasi Kompresor .....	52
Tabel IV.1	Kebutuhan Air Pendingin .....	59
Tabel IV.2	Kebutuhan Air untuk <i>Steam</i> .....	59
Tabel IV.3	Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	60
Tabel IV.4	Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas .....	62



Tabel IV.5	Jumlah <i>Lumen</i> Berdasarkan Luas Bangunan .....	64
Tabel IV.6	Total Kebutuhan Listrik Pabrik .....	65
Tabel V.1	Jadwal Pemabagian Kelompok <i>Shift</i> per Pekan.....	81
Tabel V.2	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	84
Tabel VI.1	Indeks Harga Alat Tahun 2006-2014.....	93
Tabel VI.2	<i>Fixed Capital Investment</i> .....	95
Tabel VI.3	<i>Working Capital Investment</i> .....	96
Tabel VI.4	<i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	96
Tabel VI.5	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	97
Tabel VI.6	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	97
Tabel VI.7	<i>General Expense</i> .....	98
Tabel VI.8	Analisis Kelayakan .....	103



## INTISARI

**Aryan Fathoni Amri, M.Probokusumo, 2016, Prarancangan Pabrik Ethylene Oxide dari Ethylene dengan Proses Oksidasi Menggunakan Udara Kapasitas 50.000 ton/tahun, Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.**

Pabrik *ethylene oxide* dirancang dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Bahan baku yang dibutuhkan adalah *ethylene* dengan kemurnian 99,95% sebanyak 55.466,52 ton/tahun, dengan kebutuhan spesifik *ethylene* 1,1 ton/ton produk yang diperoleh dari PT. Chandra Asri. Sedangkan untuk bahan baku udara sebanyak 240,922,71 ton/tahun dengan kebutuhan spesifik udara 4,82 ton/ton produk dengan persentase udara berlebih sebesar 20%. Perbandingan massa bahan baku *ethylene* : udara adalah 1 : 4,38. Pabrik direncanakan berdiri di Cilegon, Jawa Barat pada tahun 2018 dan mulai beroperasi pada tahun 2020.

Proses pembuatan *ethylene oxide* dengan bahan baku *ethylene* dan udara merupakan reaksi oksidasi. Proses ini berlangsung pada fase gas dengan menggunakan katalis perak padat dan reaksi bersifat eksotermis. Reaksi oksidasi *ethylene* berlangsung pada permukaan katalis. Reaktor yang digunakan berupa reaktor *fixed bed multitube* dengan kondisi operasi, temperatur 250°C dan tekanan 17,1 bar dengan konversi sebesar 20%. Hasil reaksi yang keluar dari reaktor berupa campuran *ethylene*, *ethylene oxide*, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, kemudian dimasukkan ke absorber untuk menyerap *ethylene oxide* dengan air proses sebagai penyerap. Gas yang tidak terserap berupa *ethylene*, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dikembalikan ke reaktor. *Ethylene oxide* dan air keluaran absorber kemudian dipisahkan di menara distilasi untuk mendapatkan produk *ethylene oxide* dengan kemurnian 99,7%.

Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air sebesar 0,03 m<sup>3</sup>/kg produk, unit pengadaan *steam* sebanyak 5,83 kg/kg produk, unit pengadaan listrik sebesar 0,21 kWh/kg produk, unit pengadaan udara tekan (P= 4 bar, T= 308,15 K) sebanyak 0,02 m<sup>3</sup>/kg produk, unit pengadaan bahan bakar IDO sebanyak 0,05 L/kg produk, dan unit pengadaan gas purge sebanyak 0,51 kg/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*. Pabrik memiliki karyawan berjumlah 194 dengan sistem kerja berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non-shift*.

Harga jual *ethylene oxide* adalah Rp 31.471,-/kg produk dan harga bahan baku *ethylene* adalah Rp 14.687,-/kg bahan baku. Hasil analisis ekonomi

diperoleh ROI (*Return on Investment*) sebelum dan sesudah pajak sebesar 46,38% dan 34,79%, POT (*Pay Out Time*) sebelum dan sesudah pajak selama 1,77 tahun dan 2,23 tahun, BEP (*Break Even Point*) 41,92% dan SDP 25,64%. Sedangkan DCF (*Discounted cash Flow*) sebesar 27,16%. Jadi dari segi ekonomi pabrik tersebut layak untuk didirikan.

