

**PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN OKSIDA DARI  
PROPILEN DAN ASAM PERASETAT  
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

**(Perancangan Menara Distilasi (MD-301))**

**(Skripsi)**

**Oleh :**

**DWI DERTI SULISTIOWATI**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG**

**BANDAR LAMPUNG**

**2018**

## ABSTRACT

### PRADESIGN OF PROPYLENE OXIDE PLANT FROM PROPYLENE AND PERACETIC ACID WITH CAPACITY 45.000 TONS/YEAR (Design Distillation Tower (MD-301))

By  
DWI DERTI SULISTIOWATI

Propylene Oxide is one of the product industry chemicals are used as the raw materials for *polyurethane, polyether polyols, propylene glycol, glycol ethers*. Propylene Oxide can be produced by some of the process is : 1) Process Direct Oxidation, 2) Procces from Peracetic Acid. Provision of utility plant needs a treatment system and water supply, cooling water, and Generator electrical power system.

Capacity of the plant is planned to production propylene oxide is 45.000 tons/year with 330 working days in a year. The location of plant is planned in Bojonegara, Banten. Labor needed in this plant as many as 172 people with a business entity form Limited Liability Company (PT) with line and staff organizational structure.

From teh economic analysis is obtained :

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 532.620.148.246
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 93.991.790.866
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 626.611.939.112
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 39,09%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 20,29%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 1,51years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 1,82 years
<i>Return onInvestment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 47,62%
<i>Return onInvestment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 38,09%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 47,17%

By considering above the summary, it is proper establishment of propylene oxide plant for studied further, because the plant is profitable and has good prospects future.

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK PROPILLEN OKSIDA DARI PROPILLEN DAN ASAM PERASETAT DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 45.000 TON/TAHUN (Perancangan Menara Distilasi (MD-301))

Oleh

**DWI DERTI SULISTIOWATI**

Propilen Oksida merupakan salah satu produk industri kimia yang digunakan sebagai bahan baku industri kimia seperti industri *polyurethane*, *polyether polyols*, *propylene glycol*, *glycol ethers*, dan beberapa produk lain. Propilen oksida dapat di produksi dengan beberapa proses yaitu 1) proses oksidasi langsung, 2) Proses *Peracetic Acid*. Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik berupa sistem pengolahan dan penyediaan air, sistem penyediaan *steam*, *cooling water*, sistem penyediaan udara dan sistem pembangkit tenaga listrik.

Kapasitas produksi pabrik direncanakan 45.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di Kec. Bojonegara, Kab. Serang, Banten. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 172 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Produksi dan Direktur Pemasaran dan Keuangan dengan struktur organisasi *line and staff*.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 532.620.148.246
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 93.991.790.866
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 626.611.939.112
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 39,09%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 20,29%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 1,51 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 1,82 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 47,62%
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 38,09%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 47,17%

Mempertimbangkan rangkuman di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik propilen oksida ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai prospek yang baik.

**PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN OKSIDA DARI  
PROPILEN DAN ASAM PERASETAT  
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN**

**(Perancangan Menara Distilasi (MD-301))**

**Oleh :**

**DWI DERTI SULISTIOWATI**

**( Skripsi )**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG**

**2018**

**Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN OKSIDA  
DARI PROPILEN DAN ASAM PERASETAT  
KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN  
(Perancangan Menara Distilasi (MD-301))**

**Nama Mahasiswa : Dwi Derti Sulistiowati**

**No. Pokok Mahasiswa : 1215041012**

**Program Studi : Teknik Kimia**

**Fakultas : Teknik**



**Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**  
NIP 19711219200000 32001

**Muhammad Hanif, S.T., M.T.**  
NIP 19850312 200812 2004

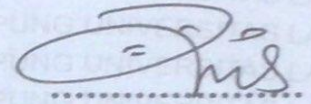
**2. Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Azhar, M.T.**  
NIP. 19660401 199501 1 001

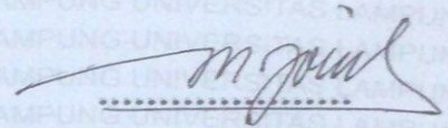
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

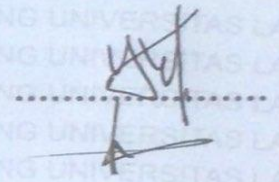
**Ketua : Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**



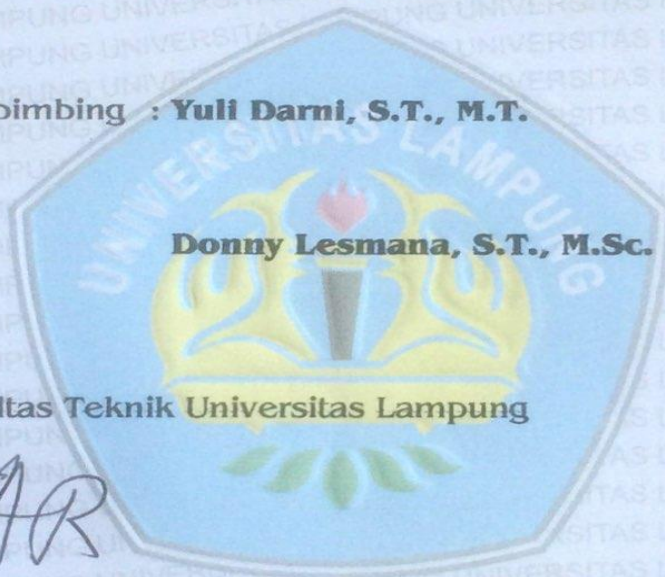
**Sekretaris : Muhammad Hanif, S.T., M.T.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Yuli Darni, S.T., M.T.**



**Donny Lesmana, S.T., M.Sc.**



**Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.**

**NIP 19620717 198703 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 April 2018**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atas pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana diterbitkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pada skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 02 Mei 2018



Dwi Derti Sulistiowati  
NPM. 1215041012

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Jaya-Lampung, pada tanggal 02 Januari 1994, sebagai putri kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Sudirman dan Ibu Purwati. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri 1 Bandar Sakti pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Way Pengubuan pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Terusan Nunyai pada tahun 2012.

Pada tahun 2012, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Penerimaan Jalur Undangan (SMPTN-UNILA) 2012. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Keskretariat Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Periode 2013-2014, menjadi Sekretaris Keskretariat Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia Universitas Lampung Periode 2014–2015.

Pada tahun 2016, penulis melakukan Kerja Praktek di PT. SEMEN INDONESIA (Persero) yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Ditempatkan di bagian Pengendalian Proses dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja *Coalmill*”.



Selain itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Katalis dan Waktu Reaksi Pada Sintesis  $\alpha$ -*Terpineol* dari Terpentin dengan menggunakan Katalis Zeolit Alam Lampung “.

## *Motto Dan Persembahan*

*“Jika kamu ingin hidup bahagia, terikatlah pada tujuan, bukan orang  
atau benda”*

*(Albert Einstein)*

*Barang siapa berjalan untuk menuntut ilmu maka Allah  
akan memudahkan baginya jalan menuju syurga”*

*(HR: Muslim)*

# *Sebuah Karya*

*Dengan segenap hati kupersembahkan tugas akhir ini kepada:*

*Allah SWT,  
Atas kehendak-Nya semua ini ada  
Atas rahmat-Nya semua ini aku dapatkan  
Atas kekuatan dari-Nya aku bisa bertahan.*

*Orang tuaku sebagai tanda baktiku, terima kasih atas segalanya,  
doa, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, dan keikhlasannya.  
Ini hanyalah setitik balasan yang tidak bisa dibandingkan dengan  
berjuta-juta pengorbanan dan kasih sayang  
yang tidak pernah berakhir.*

*Kakak ku atas segalanya, kasih sayang dan doa.*

*Dosen-dosenku sebagai tanda hormatku,  
terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.*

*Kepada Almamaterku tercinta,  
semoga kelak berguna dikemudian hari.*

*Seorang motivator dan pemberi semangat saat pengerjaan skripsi ini*

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Mahakuasa dan Maha Penyayang, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dengan judul “Prarancangan Pabrik Propilen Oksida dari Propilen dan Asam Perasetat dengan Kapasitas 45.000 Ton /Tahun” dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat guna memperoleh derajat kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Azhar, M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan untuk kelancaran proses belajar selama di kampus.
2. Ibu Dr. Herti Utami S.T. M.T sebagai dosen Pembimbing I Tugas Akhir dan juga sebagai dosen Pembimbing Penelitian atas segala ilmu, kesabaran, saran, dan kritiknya dalam pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Hanif S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, kesabaran, saran, dan kritiknya dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Ibu Yuli Darni S.T., M.T., dan Donny Lesmana S.T., M.Sc., sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan saran, kritik dan semua ilmu yang telah penulis dapatkan.
5. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.

6. Keluargaku tercinta, Bapak dan Ibu, atas pengorbanan, doa, cinta dan kasih sayang yang selalu mengiringi disetiap langkahku. Kakakku atas kasih sayang, doa, dukungan, kepercayaan, ketulusan, bantuan dan semangat. Semoga Allah yang Mahakuasa dan Maha Penyayang memberikan perlindungan dan Karunia-Nya.
7. Ria Putri Hermiyati sebagai partner Penelitian dan Tugas Akhir yang telah menjadi teman diskusi, teman berbagi kesulitan pengerjaan, dan selalu berbagi semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Cisca Dian Vianti, Lita Nopralita, Nadaa Nabila Firdaus, Ulfah Nur Khikmah, Yohanna Fransiska BP, Yuliana, Reni Rukma Winarti, Teti Selfiana, Fita Desti Senja, Devy Purnama Sari, Laila K.P. dan Anak-anak Kosan Resident C3 atas segala bantuan dan kebaikannya selama ini.
9. Teman Angkatan 2012 Achmad ariyadi, Agus Rivaldy Kurnia, Alexander Bagaskara, Alip Tania Putri, Amelia Virgiyani Sofyan, Azelia Wulan Chindradewi, Chandra Wahyu Umbara, Debby Indah P.S, Devi Purnamasari, Dita Synthauli Evaniya, Elliza Novia Shinta, Elisa Agustina, Erfina Febrianti, Fahmi Alzie Putra, Fakhri Aulia Rahman, Ferra Mayasari, Finka Pertama Putri, Garnis Eka Putra, Jennifer Mentari, Lina Sari, M.Yassien Nurfiqih, M.Yusuf, Milian Asha Bio, Nur Fitri Wulandari, Nurul Desfa Jaya, Nyayu Fathia Zahra, Rhiki Sekti Utami, Riana Okta Lestari, Rico H sinaga, Rio Elry, Sakha Abdussalam, Siti Khoiriah, Suhendra, Ulfa Octi Rezkiani, Verraprinita Arrizal, Yolanda Sefriantina, Zulfa Fauziyyah.

10. Adik-adik dan kakak-kakak tingkat di Jurusan Teknik Kimia, yang banyak memberikan warna-warni selama berada di kampus.
11. Teman-teman KKN (Rian, Ajeng, Marcella, Arizka, dan Arum) atas kebersamaan dan kerjasamanya.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga Allah membalas semua kebaikan mereka terhadap penulis dan semoga skripsi ini berguna.

Bandar Lampung, Mei 2018

Penulis,

Dwi Derti Sulistiowati

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vi
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>SANWACANA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kegunaan Produk .....	2
1.3 Kapasitas Pabrik.....	2
1.4 Lokasi Pabrik .....	4
 <b>BAB II URAIAN PROSES</b>	
2.1 Jenis-jenis Proses .....	7

2.2. Tinjauan Ekonomi Kasar.....	8
2.2.1. Proses A (Oksidasi Langsung) .....	8
2.2.2. Proses B ( <i>Peracetic Acid</i> ).....	10
2.3 Tinjauan Termodinamika .....	12
2.3.1 Proses oksidasi Langsung .....	14
2.3.2 Proses <i>Peracetic Acid</i> .....	15
2.4. Uraian Proses .....	17
2.4.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	17
2.4.2 Tahap Reaksi .....	17
2.4.3 Tahap Pemisahan Produk .....	18

### **BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK**

3.1. Bahan Baku .....	20
3.1.1 Asam Perasetat ( $C_2H_4O_3$ ) .....	20
3.1.2 Propilen ( $C_3H_6$ ).....	20
3.1.3 Propana ( $C_3H_8$ ) .....	21
3.2. Produk .....	21
3.2.1 Propilen Oksida ( $C_3H_6O$ ) .....	21
3.2.2 Asam Asetat ( $C_2H_4O_3$ ) .....	22

### **BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI**

4.1 Neraca Massa .....	23
4.2 Neraca Energi .....	28

### **BAB V SPESIFIKASI ALAT**

5.1 Spesifikasi Alat Proses.....	34
----------------------------------	----



5.1.1 Tangki Asam Perasetat (ST-101) .....	34
5.1.2 Tangki Propilen (ST-102) .....	35
5.1.3 Tangki Propilen Oksida (ST-103) .....	35
5.1.4 Tangki Asam Asetat (ST-104) .....	36
5.1.5 Tangki Propana (ST-105) .....	37
5.1.6 <i>Expander Valve</i> (EXP-101).....	38
5.1.7 <i>Heater</i> (HE-101).....	38
5.1.8 <i>Heater</i> (HE-102).....	39
5.1.9 Reaktor (RE-201) .....	40
5.1.10 <i>Cooler</i> (CO-101) .....	41
5.1.11 <i>Cooler</i> (CO-102) .....	42
5.1.12 <i>Cooler</i> (CO-103) .....	43
5.1.13 <i>Cooler</i> (CO-104) .....	44
5.1.14 <i>Cooler</i> (CO-105) .....	45
5.1.15 Menara Distilasi 1 (MD-301) .....	46
5.1.16 Menara Distilasi 2 (MD-302) .....	47
5.1.17 Menara Distilasi 3 (MD-303) .....	48
5.1.18 Condensor (CD-301) .....	49
5.1.19 Condensor (CD-302) .....	50
5.1.20 Condensor (CD-303) .....	51
5.1.21 Reboiler (RB-301) .....	52
5.1.22 Reboiler (RB-302) .....	53
5.1.23 Reboiler (RB-303) .....	54
5.1.24 Expansion valve (EV-101) .....	55

5.1.25 Kompresor (K-101) .....	55
5.1.26 Pompa Proses (PP-201) .....	56
5.1.27 Pompa Proses (PP-202) .....	57
5.1.28 Pompa Proses (PP-101) .....	58
5.1.29 Pompa Proses (PP-102) .....	59
5.1.30 Pompa Proses (PP-103) .....	60
5.1.31 Pompa Proses (PP-104) .....	61
5.1.32 Pompa Proses (PP-105) .....	62
5.1.33 Pompa Proses (PP-106) .....	63
5.1.34 Pompa Proses (PP-107) .....	64
5.1.35 Pompa Proses (PP-108) .....	65
5.2 Peralatan Utilitas .....	66
5.2.1 Peralatan Sistem Penyedia Air .....	66
5.2.1.1 Bak Sedimentasi .....	66
5.2.1.2 Tangki Alum (ST-401) .....	66
5.2.1.3 Tangki Soda Kaustik (ST-402) .....	67
5.2.1.4 Tangki Kaporit (ST-403) .....	68
5.2.1.5 Clarifier (CL-401) .....	69
5.2.1.6 Sand Filter (SF-401) .....	69
5.2.1.7 Tangki Air Filter (FWT-401) .....	70
5.2.1.8 Tangki Domestic Water Tank (DWT-401) .....	71
5.2.1.9 Hydrant Water Tank (HWT-401) .....	71
5.2.1.10 Cooling Tower (CT-401) .....	72
5.2.1.11 Tangki Asam Sulfat (ST-404) .....	73

5.2.1.12 Tangki Dispersan (ST-405) .....	73
5.2.1.13 Tangki Natrium Fosfat (ST-406) .....	74
5.2.1.14 <i>Cation Exchanger</i> (CE-401) .....	75
5.2.1.15 <i>Anion Exchanger</i> (AE-401) .....	75
5.2.1.16 <i>Demin Water Tank</i> (DWT-401) .....	76
5.2.2 Unit Penyedia <i>Steam</i> .....	77
5.2.2.1 <i>Deaerator</i> (DA-401) .....	77
5.2.2.2 <i>Storage Tank</i> Hidrazin (ST-407) .....	77
5.2.2.3 <i>Boiler</i> (B-401) .....	78
5.2.2.4 Tangki Bahan Bakar (ST-408) .....	79
5.2.2.5 <i>Blower Steam</i> (BL-401) .....	79
5.2.3 Unit Penyedia Udara Instrumen .....	80
5.2.3.1 <i>Air Dryer</i> (AD-401) .....	80
5.2.3.2 Kompresor (AC-401) .....	80
5.2.3.3 <i>Cyclone</i> (CYC-401) .....	81
5.2.3.4 <i>Blower</i> Udara (BU-401) .....	81
5.2.3.5 <i>Blower</i> Udara (BU-402) .....	81
5.2.3.6 <i>Blower</i> Udara (BU-403) .....	82
5.2.3.7 <i>Blower</i> Udara (BU-404) .....	82
5.2.4 Unit Penyedia Listrik .....	82
5.2.4.1 Generator (GS-401) .....	82
5.2.4.2 Tangki Penyimpanan Bahan Bakar (ST-409) .....	83
5.2.5 Pompa Utilitas .....	83
5.2.5.1 Pompa Utilitas (PU-401) .....	83

5.2.5.2 Pompa Utilitas (PU-402) .....	84
5.2.5.3 Pompa Utilitas (PU-403) .....	85
5.2.5.4 Pompa Utilitas (PU-404) .....	85
5.2.5.5 Pompa Utilitas (PU-405) .....	86
5.2.5.6 Pompa Utilitas (PU-406) .....	86
5.2.5.7 Pompa Utilitas (PU-407) .....	87
5.2.5.8 Pompa Utilitas (PU-408) .....	87
5.2.5.9 Pompa Utilitas (PU-409) .....	88
5.2.5.10 Pompa Utilitas (PU-410) .....	88
5.2.5.11 Pompa Utilitas (PU-411) .....	89
5.2.5.12 Pompa Utilitas (PU-412) .....	89
5.2.5.13 Pompa Utilitas (PU-413) .....	90
5.2.5.14 Pompa Utilitas (PU-414) .....	90
5.2.5.15 Pompa Utilitas (PU-415) .....	91
5.2.5.16 Pompa Utilitas (PU-416) .....	91
5.2.5.17 Pompa Utilitas (PU-417) .....	92
5.2.5.18 Pompa Utilitas (PU-418) .....	92
5.2.5.19 Pompa Utilitas (PU-419) .....	93
5.2.5.20 Pompa Utilitas (PU-420) .....	93

## **BAB VI UTILITAS**

6.1 Unit Pengolahan Air .....	94
6.1.1 Air untuk Keperluan Umum dan Sanitasi .....	95
6.1.2 Air Pendingin .....	96
6.1.3 Air Umpan <i>Boiler</i> .....	99

6.1.4 Air Pemadam Kebakaran.....	100
6.2 Penyedia <i>Steam</i> .....	107
6.2.1 Deaerasi .....	107
6.2.2 <i>Steam Generator</i> .....	108
6.3 Unit Penyedia Udara Instrumen .....	108
6.4 Unit Pembangkit Tenaga Listrik .....	109
6.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar.....	109
6.6 Laboratorium.....	110

## **BAB VII TATA LETAK DAN LOKASI PABRIK**

7.1 Lokasi Pabrik .....	115
7.2 Tata Letak Pabrik .....	117
7.3 Estimasi Area Pabrik.....	118

## **BAB VIII MANAGEMEN DAN ORGANISASI**

8.1 Bentuk Perusahaan.....	122
8.2 Struktur Organisasi Perusahaan .....	125
8.3 Tugas dan Wewenang .....	128
8.4 Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	135

## **BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI**

9.1 Investasi.....	146
9.2 Evaluasi Ekonomi .....	150
9.3 Angsuran Pinjaman .....	153
9.4 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF).....	153

**BAB X SIMPULAN DAN SARAN**

10.1 Simpulan .....	155
10.2 Saran.....	156

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN A**

**LAMPIRAN B**

**LAMPIRAN C**

**LAMPIRAN D**

**LAMPIRAN E**

**LAMPIRAN F**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1 Data Impor Propilen Oksida di Indonesia pada Tahun 2012 – 2016 .....	2
Tabel 2.1 Harga Bahan Baku dan Produk Proses Oksidasi Langsung .....	8
Tabel 2.2 Harga Bahan Baku dan Produk Proses <i>Peracetic Acid</i> .....	10
Tabel 2.3 Data $\Delta H_f^0$ Komponen pada Kondisi Standar (298 K).....	13
Tabel 2.4 Data $\Delta G^0$ Komponen pada Kondisi Standar (298 K).....	13
Tabel 2.5 Konstanta masing-masing Komponen .....	13
Tabel 2.6 Perbandingan Proses Pembuatan Propilen Oksida .....	16
Tabel 4.1 Neraca Massa <i>Mixpoint</i> (MP-101).....	23
Tabel 4.2 Neraca Massa <i>Mixpoint</i> (MP-102).....	23
Tabel 4.3 Neraca Massa Reaktor (RE-201) .....	24
Tabel 4.4 Neraca Massa Menara Distilasi 1 (MD-301) .....	24
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-301) .....	25
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-301) .....	25
Tabel 4.7 Neraca Massa Menara Distilasi 2 (MD-302) .....	26
Tabel 4.8 Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-302) .....	26
Tabel 4.9 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-302) .....	26
Tabel 4.10 Neraca Massa Menara Distilasi 3 (MD-303) .....	27

Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Condensor</i> (CD-303).....	27
Tabel 4.12 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-303).....	28
Tabel 4.13 Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-101).....	28
Tabel 4.14 Neraca Energi <i>Mixpoint</i> (MP-101).....	28
Tabel 4.15 Neraca Energi <i>Mixpoint</i> (MP-102).....	29
Tabel 4.16 Neraca Energi <i>Heater</i> (HE-102).....	29
Tabel 4.17 Neraca Energi <i>Expander</i> (EXP-101).....	29
Tabel 4.18 Neraca Energi Reaktor (RE-201).....	30
Tabel 4.19 Neraca Energi Expansion valve (EV-101).....	30
Tabel 4.20 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-101).....	31
Tabel 4.21 Neraca Energi Menara Disitilasi 1 (MD-301).....	31
Tabel 4.22 Neraca Energi Menara Disitilasi 2 (MD-302).....	31
Tabel 4.23 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-102).....	32
Tabel 4.24 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-103).....	32
Tabel 4.25 Neraca Energi Kompresor (K-101).....	32
Tabel 4.26 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-104).....	33
Tabel 4.27 Neraca Energi Menara Disitilasi 3 (MD-303).....	33
Tabel 4.28 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-105).....	33
Tabel 5.1 Spesifikasi Tangki Asam Perasetat (ST-101).....	34
Tabel 5.2 Spesifikasi Tangki Propilen (ST-102).....	35
Tabel 5.3 Spesifikasi Tangki Propilen Oksida (ST-103).....	35
Tabel 5.4 Spesifikasi Tangki Asam Asetat (ST-104).....	36
Tabel 5.5 Spesifikasi Tangki Propana (ST-105).....	37
Tabel 5.6 Spesifikasi <i>Expander Valve</i> (EXP-101).....	38



Tabel 5.7 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101).....	38
Tabel 5.8 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-102).....	39
Tabel 5.9 Spesifikasi Reaktor (RE-201) .....	40
Tabel 5.10 Spesifikasi Cooler (CO-101).....	41
Tabel 5.11 Spesifikasi Cooler (CO-102).....	42
Tabel 5.12 Spesifikasi Cooler (CO-103).....	43
Tabel 5.13 Spesifikasi Cooler (CO-104).....	44
Tabel 5.14 Spesifikasi Cooler (CO-105).....	45
Tabel 5.15 Spesifikasi Menara Distilasi 1 (MD-301) .....	46
Tabel 5.16 Spesifikasi Menara Distilasi 2 (MD-302) .....	47
Tabel 5.17 Spesifikasi Menara Distilasi 3 (MD-303) .....	48
Tabel 5.18 Spesifikasi Condensor (CD-301) .....	49
Tabel 5.19 Spesifikasi Condensor (CD-302) .....	50
Tabel 5.20 Spesifikasi Condensor (CD-303) .....	51
Tabel 5.21 Spesifikasi Reboiler (RB-301) .....	52
Tabel 5.22 Spesifikasi Reboiler (RB-302) .....	53
Tabel 5.23 Spesifikasi Reboiler (RB-303) .....	54
Tabel 5.24 Spesifikasi Expansion valve (EV-101) .....	55
Tabel 5.25 Spesifikasi Kompresor (K-101) .....	55
Tabel 5.26 Spesifikasi Pompa Proses (PP-201) .....	56
Tabel 5.27 Spesifikasi Pompa Proses (PP-202) .....	57
Tabel 5.28 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101) .....	58
Tabel 5.29 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102) .....	59
Tabel 5.30 Spesifikasi Pompa Proses (PP-103) .....	60

Tabel 5.31 Spesifikasi Pompa Proses (PP-104) .....	61
Tabel 5.32 Spesifikasi Pompa Proses (PP-105) .....	62
Tabel 5.33 Spesifikasi Pompa Proses (PP-106) .....	63
Tabel 5.34 Spesifikasi Pompa Proses (PP-107) .....	64
Tabel 5.35 Spesifikasi Pompa Proses (PP-108) .....	65
Tabel 5.36 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-401) .....	66
Tabel 5.37 Spesifikasi Tangki Alum (ST-401) .....	66
Tabel 5.38 Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST-402).....	67
Tabel 5.39 Spesifikasi Tangki Kaporit (ST-403).....	68
Tabel 5.40 Spesifikasi Clarifier (CL-401) .....	69
Tabel 5.41 Spesifikasi Sand filter (SF-401).....	69
Tabel 5.42 Spesifikasi Tangki <i>Air Filter</i> (FWT-401) .....	70
Tabel 5.43 Spesifikasi <i>Domestic Water Tank</i> (DOWT-401) .....	71
Tabel 5.44 Spesifikasi <i>Hydrant Water Tank</i> (HWT-401).....	71
Tabel 5.45 Spesifikasi Cooling Tower (CT-401).....	72
Tabel 5.46 Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (ST-404) .....	73
Tabel 5.47 Spesifikasi Tangki Dispersan (ST-405) .....	73
Tabel 5.48 Spesifikasi Tangki Natrium Fosfat (ST-406).....	74
Tabel 5.49 Spesifikasi Tangki Cation Exchanger (CE-401).....	75
Tabel 5.50 Spesifikasi Tangki Anion Exchanger (AE-401) .....	75
Tabel 5.51 Spesifikasi <i>Demin Water Tank</i> (DWT-401).....	76
Tabel 5.52 Spesifikasi Deaerator (DA-401).....	77
Tabel 5.53 Spesifikasi Tangki Hidrazin (ST-407) .....	77
Tabel 5.54 Spesifikasi Boiler (B-401) .....	78

Tabel 5.55 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-408) .....	79
Tabel 5.56 Spesifikasi Tangki Blower Steam (BL-401).....	79
Tabel 5.57 Spesifikasi <i>Air Dryer</i> (ST-401).....	80
Tabel 5.58 Spesifikasi Kompresor (AC-401) .....	80
Tabel 5.59 Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CYC-401).....	81
Tabel 5.60 Spesifikasi Blower Udara (BU-401).....	81
Tabel 5.61 Spesifikasi Blower Udara (BU-402).....	81
Tabel 5.62 Spesifikasi Blower Udara (BU-403).....	82
Tabel 5.63 Spesifikasi Blower Udara (BU-404).....	82
Tabel 5.64 Spesifikasi Generator (GS-401).....	82
Tabel 5.65 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Bahan Bakar (ST-409).....	83
Tabel 5.66 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-401).....	83
Tabel 5.67 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-402).....	84
Tabel 5.68 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-403).....	85
Tabel 5.69 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-404).....	85
Tabel 5.70 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-405).....	86
Tabel 5.71 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-406).....	86
Tabel 5.72 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-407).....	87
Tabel 5.73 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-408).....	87
Tabel 5.74 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-409).....	88
Tabel 5.75 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-410).....	88
Tabel 5.76 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-411).....	89
Tabel 5.77 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-412).....	89
Tabel 5.78 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-413).....	90

Tabel 5.79 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-414) .....	90
Tabel 5.80 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-415) .....	91
Tabel 5.81 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-416) .....	91
Tabel 5.82 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-417) .....	92
Tabel 5.83 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-418) .....	92
Tabel 5.84 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-419) .....	93
Tabel 5.85 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-420) .....	93
Tabel 6.1 Kebutuhan Air untuk Air Pendingin .....	97
Tabel 6.2 Kebutuhan Air untuk Air Umpan Boiler.....	99
Tabel 6.3 Tingkat Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.....	114
Tabel 6.4 Pengendalian Variabel Utama Proses .....	114
Tabel 7.1 Perincian Luas Area Pabrik Propilen oksida.....	119
Tabel 8.1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	138
Tabel 8.2 Perincian Tingkat Pendidikan .....	139
Tabel 8.3 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat .....	140
Tabel 8.4 Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan .....	140
Tabel 9.1. <i>Fixed Capital Investment</i> .....	147
Tabel 9.2. <i>Manufacturing Cost</i> .....	148
Tabel 9.3. <i>General Expenses</i> .....	149
Tabel 9.4. Biaya Administratif .....	149
Tabel 9.5. <i>Minimum Acceptable Persent Return On Investment</i> .....	150
Tabel 9.6. <i>Acceptable Pay Out Time</i> untuk Tingkat Resiko Pabrik .....	151
Tabel 9.7. Hasil Uji Kelayakan Ekonomi .....	154

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Data Impor Propilen Oksida di Indonesia Tahun 2012 – 2016.....	3
Gambar 1.2 Peta Lokasi Pendirian Pabrik Propilen Oksida .....	6
Gambar 2.1 Blok Diagram Proses Pembuatan Propilen Oksida.....	19
Gambar 7.1 Peta Lokasi Pabrik.....	120
Gambar 7.2 Tata Letak Alat Proses .....	120
Gambar 7.3 Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung .....	121
Gambar 8.1. Struktur Organisasi Perusahaan .....	127
Gambar 9.1. Grafik Analisa Ekonomi .....	152
Gambar 9.2. Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> .....	153

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berkembang di bidang industri. Sampai saat ini pembangunan sektor industri mengalami peningkatan, salah satunya adalah pembangunan sektor industri kimia. Namun Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk industri kimia dari luar negeri salah satunya adalah propilen oksida.

Propilen oksida (*methyloxirane 1,2-epoxypropane*) merupakan salah satu produk intermediet yang digunakan untuk memproduksi *polyurethane, polyether polyols, propylene glycol, glycol ethers*, dan beberapa produk lain. Kebutuhan propilen oksida di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung tidak stabil, jumlahnya naik turun sesuai kebutuhan pabrik di Indonesia yang menggunakan produk tersebut.

Selama ini kebutuhan propilen oksida baru dapat dipenuhi dari impor negara-negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat, Korea, Belgia, Inggris, Australia dan Jerman. Dengan didirikannya pabrik propilen oksida diharapkan dapat membantu terpenuhinya kebutuhan propilen oksida di dalam negeri serta dapat menambah peranan Indonesia dalam bidang industri kimia. Di samping itu dengan didirikannya pabrik propilen oksida dapat membuka lapangan kerja baru dan diharapkan dapat memacu berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan produk propilen oksida.

## 1.2. Kegunaan Produk

Kegunaan propilen oksida ini sangat luas antara lain sebagai bahan baku industri pembuatan *polyurethane*. *Polyurethane* digunakan untuk membuat *flexible foam*, dimana *flexible foam* digunakan pada barang-barang seperti perabotan rumah tangga dan tempat duduk mobil. Selain itu propilen oksida digunakan untuk membuat *monopropylene glycol* (MPG). MPG dapat digunakan untuk membangun panel perumahan, pipa, tangki, pendingin dan anti freeze. Propilen oksida juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri *propylene glycol*, *glycol ethers*, dan beberapa produk lain.

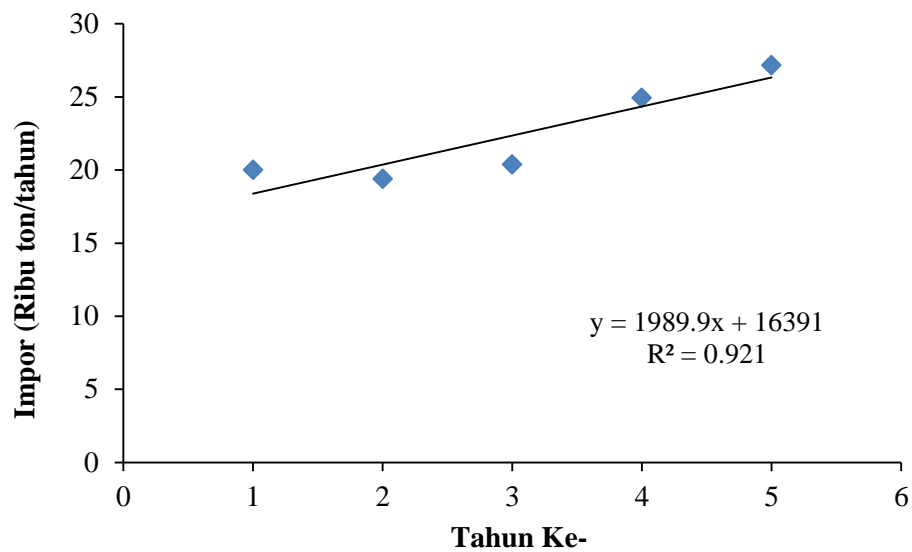
## 1.3. Kapasitas Pabrik

Impor propilen oksida di Indonesia diperkirakan akan selalu meningkat. Tabel 1.1 adalah data impor propilen oksida di Indonesia menurut Badan Pusat Statistik.

Tabel 1.1. Data impor propilen oksida di Indonesia

Tahun	Tahun Ke-	Jumlah Impor propilen oksida (ton/tahun)
2012	1	19.990,105
2013	2	19.369,498
2014	3	20.357,075
2015	4	24.927,666
2016	5	27.160,463

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2017



Gambar 1.1. Impor propilen oksida di Indonesia

Berdasarkan grafik di atas di dapatkan persamaan  $y = 1989,9x + 16391$  , sehingga diperkirakan pada tahun 2025 kebutuhan propilen oksida di Indonesia sebesar 44.249,6 ton.

Kapasitas pabrik propilen oksida yang akan didirikan di Indonesia dihitung berdasarkan jumlah kebutuhan propilen oksida dalam negeri yang harus dipenuhi, sehingga kapasitas pabrik 45.000 ton/tahun. Sehingga dengan kapasitas ini diharapkan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga mengurangi impor dari negara lain.
2. Memicu berdirinya industri lain yang memiliki bahan baku propilen oksida.
3. Membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat mengurangi jumlah pengangguran



#### **1.4. Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik, karena berhubungan langsung dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Lokasi pabrik akan didirikan di Bojonegara, Serang-Banten dengan pertimbangan sebagai berikut:

##### **1. Ketersediaan Bahan Baku**

Bahan baku yang digunakan adalah propilen diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Cilegon, Asam perasetat di impor dari Haihang Industry (China). Lokasi pabrik di Bojonegara ini sangat tepat mengingat sumber bahan baku propilen oksida dapat dengan mudah diperoleh, karena Bojonegara merupakan daerah industri.

##### **2. Pemasaran**

Pemasaran merupakan salah satu hal yang mempengaruhi studi kelayakan proyek, karena pemasaran yang tepat akan mendatangkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Bojonegara merupakan daerah yang strategis untuk pemasaran karena dekat dengan industri-industri lain dan sudah tersedia pelabuhan yang mempunyai fasilitas bongkar muat barang.

##### **3. Transportasi**

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Lokasi harus mempunyai fasilitas transportasi supaya biaya transportasi dapat ditekan sekecil mungkin. Di Bojonegara sudah cukup ideal untuk transportasi karena sudah ada transportasi darat maupun

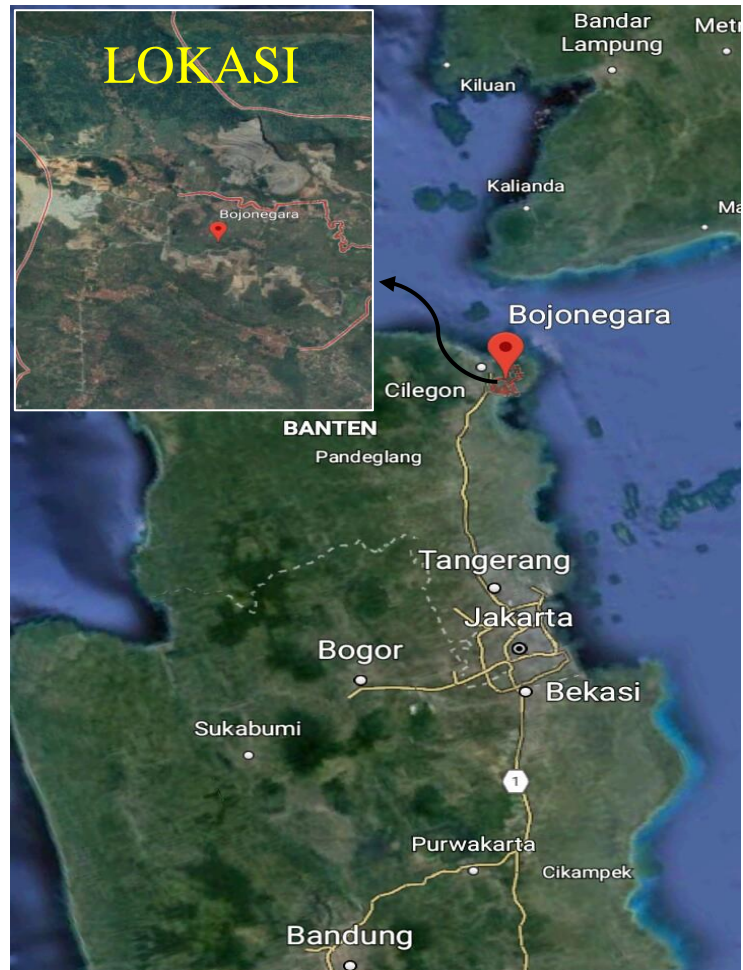
laut yang relatif mudah dan tidak terlalu jauh.

#### 4. Penyediaan Utilitas

Penyediaan utilitas seperti air, dan listrik perlu diperhatikan agar proses produksi bisa berjalan dengan baik. Air sangat diperlukan untuk kebutuhan proses reaksi, pendingin, dan lain sebagainya. Pentingnya peranan air dalam kelangsungan proses produksi, maka untuk penyediaan air ini dapat diperoleh dari sungai yang tidak jauh dari kawasan industri. Sedangkan untuk kebutuhan listrik didapat dari penyediaan generator.

#### 5. Letak dan kondisi geografis.

Iklm yang terdapat pada lokasi pabrik juga akan mempengaruhi aktivitas dan proses yang ada. Jika iklim terlalu panas akan mengakibatkan pendingin yang diperlukan lebih banyak, sedangkan iklim yang terlalu dingin atau lembab akan mengakibatkan bertambahnya biaya konstruksi pabrik karena diperlukan biaya perlindungan khusus terhadap alat-alat proses. Bojonegara merupakan daerah yang memiliki iklim kering dengan curah hujan tinggi, serta memiliki suhu relatif panas.



Gambar 1.2. Peta lokasi pendirian pabrik propilen oksida

#### 6. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat diperoleh dari penduduk yang bertempat tinggal disekitar pabrik sehingga dapat memperluas lapangan kerja dan mengurangi pengangguran . Tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi dan tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Cilegon, Serang, Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah dan sekitarnya.

## **BAB X**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis pra-rancangan pabrik *propylene oxide* dari propilen dan asam perasetat dengan kapasitas produksi 45.000 ton/tahun maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Ditinjau dari segi pengadaan bahan baku, transportasi, pemasaran, dan lingkungan, maka pabrik ini direncanakan berdiri di daerah Bojonegara Propinsi Banten.
2. Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomi, maka pabrik ini layak untuk didirikan dengan hasil perhitungan analisis ekonomi sebagai berikut:
  - a. *Percent return on investment* (ROI) sebelum pajak yaitu 47,62% dan sesudah pajak yaitu 38,09 %.
  - b. *Pay out time* (POT) sebelum pajak dengan menggunakan metode linier adalah 1,37 tahun dan 1,66 tahun setelah pajak
  - c. *Break even point* (BEP) sebesar 39,09 %, dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30–60% kapasitas produksi untuk pabrik beresiko tinggi. Nilai *shut down point* (SDP) sebesar 20,29%, yaitu dengan batasan kapasitas produksi tersebut pabrik harus berhenti berproduksi

karena jika beroperasi dibawah nilai SDP maka pabrik akan mengalami kerugian.

- d. *Discounted cash flow rate of return* (DCF) sebesar 47,17%, nilai DCF tersebut lebih besar daripada suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik *propylene oxide* dibandingkan ke *bank*

## **10.2 Saran**

Pabrik *propylene oxide* dari propilen dan asam perasetat dengan kapasitas produksi 45.000 ton/tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya sebelum didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

Alfa Laval Pump Handbook. 2001. Alfa Laval. USA.

Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistic Indonesia*. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Diakses 11 Januari 2017

Banchero, Julius T., and Walter L. Badger. 1988. *Introduction to Chemical Engineering*. New York : McGraw Hill

Bank Indonesia. 2018. *Nilai Kurs*. [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id). Diakses 10 Januari 2018

Brown, G. George. 1950. *Unit Operation 6<sup>th</sup> Edition*. USA : Wiley & Sons, Inc.

Brownell L.E, and Young E.H. 1959. *Process Equipment Design 3<sup>rd</sup> Edition*. New York: John Wiley & Sons

Coulson.J.M. and Ricardson.J.F. 1983. *Chemical Engineering Design*. Pergamon Press Inc, New York.

Coulson, J.M. and Ricardson J.F.. 1988. *Chemical Engineering Design*. New York : Pergamon Press

Coulson, J.M. and J. F. Richardson. 1999. *Chemical Engineering Design 3<sup>rd</sup> Edition*. New York : Pergamon Press

Coulson J.M., and J. F. Richardson. 2005. *Chemical Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. Washington : Butterworth-Heinemann

- Froment, G. F., and Bischoff, K. B. 1979. *Chemical Reactor Analysis and Design 2<sup>nd</sup> Edition*. New York : Pergamon Press
- Evans, F.L., 1974, "Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plants", Vol.2, ed.2 , Gulf Publishing Co., United States of America.
- Geankoplis, C. J.. 1983. *Transport Processes and Unit Operations 2<sup>nd</sup> Edition*. London : Allyn and Bacon, Inc.
- Geankoplis, C.J.. 1993. *Transport Processes and unit Operation 3<sup>rd</sup> Edition*. New Jersey : Prentice-Hall International, Inc.
- Himmelblau, D.M., and Riggs J.B.. 1996. *Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering*. London : Prentice Hall International
- Hollman, J.P., 1986, "Heat Transfer:", 6th ed., Mc Graw Hill Book Company, London.
- Kern, D.1950. *Process Heat Transfer*. London : Mc Graw Hill International Book Company
- Kern, Donald Q. 1965. *Process Heat Transfer*. New York : McGraw-Hill Co.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F., 2006, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4<sup>nd</sup> ed., vol. 20., John Wiley and Sons Inc., New York.
- Ludwig, E. Ernest. 1999. *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants 3<sup>rd</sup> edition*. Houston : Gulf Publishing Company
- McCabe, W.L.. 1985. *Unit Operation of Chemical Engineering, Jilid. 2<sup>nd</sup>, 4<sup>th</sup> Edition*. New York : Mc Graw Hill Book Company
- Megyesy.E.F., 1997, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.

- Perry, Robert H., and Don W. Green. 1950. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 3<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.
- Perry, Robert H., and Don W. Green. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 6<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.
- Perry, Robert H., and Don W. Green. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.
- Perry, Robert H., and Don W. Green. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.
- Peta Kabupaten Bojonegara. 2017. *Cilegon*.  
<https://www.google.co.id/maps/place/Bojonegara/>. Diakses 14 Maret 2017
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., and Ronald E. West. 1991. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3<sup>rd</sup> Edition*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D., and Ronald E. West. 2002. *Plant Design an Economic for Chemical Engineering*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Powell, S.T.. 1954. *Water Conditioning for Industry*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Rase. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant, Vol. 1<sup>st</sup>, Principles and Techniques*. New York : John Wiley & Sons
- Severn, R. H. 1956. *The Chemical Process Industries, 5<sup>th</sup> Edition*. Tokyo : McGraw Book Company, LTD.
- Smith.J.M. and Van Ness.H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3<sup>ed</sup>*, McGraww-Hill Inc, New York.



Smith, J.M., H.C. Van Ness, and M.M. Abbott. 2001. *Chemical Engineering Thermodynamics 6<sup>th</sup> Edition*. New York : McGraw-Hill

Treyball.R.E. 1981. *Mass Transfer Operation 3<sup>ed</sup>*, McGraw-Hill Book Company. New York.

Ulrich, G. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. USA : University of New Hampshire

US Patent Chuang et al, No. 8.466.302 B1“ *Process for Producing Propylene Oxide*”

Vilbrant, F.C., Dryden, C.E. 1959. *Chemical Engineering Plant Design 4<sup>th</sup> Edition*. Tokyo : Graw Hill Kogakusha Ltd.

Wallas, S.M.. 1988. *Chemical Process Equipment*. Stoneham USA : Butterworth Publishers

Wallas, S.M.. 1990. *Chemical Process Equipment*. Stoneham USA : Butterworth Publishers

Wang, L, K. 2008. *Gravity Thickener, Handbook of Enviromental Engineering, Vol. 6<sup>th</sup>*. New Jersey : The Humana Press Inc.

Yaws, Carl L.. 1999. *Chemical Properties Handbook*. New York : Gulf Publishing Company

<http://www.chemengonline.com/economic-indicators-3/?printmode=1>. Diakses pada 12 Januari2018

<http://www.ICIS.com/>. Diakses pada 20 Ferbruari 2018

<http://novita-elyanti.blogspot.co.id/2011/01/utilitas.html>. Diakses pada 13 februari 2018

<http://www.matche.com>. Diakses pada 12 januari 2018

<http://www.kemenperin.go.id/>. Diakses pada 2 Januari 2017

<http://www.mhhe.com/>. Diakses pada 12 Januari 2018

<http://www.pertamina.com/>. Diakses pada 17 februari 2017

<http://www.water.me.vccs.edu/>. Diakses pada 15 februari 2018