

**PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL  
DARI GLISEROL DENGAN KAPASITAS 50.000  
TON/TAHUN (Perancangan Menara Destilasi 301 (MD – 301))**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ADELIA CHRISTYANTI**

**1615041015**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK PROPILLEN GLIKOL DARI GLISEROL DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN (Perancangan Menara Destilasi 301 (MD – 301))

Oleh

**ADELIA CHRISTYANTI**

Pabrik Propilen Glikol berbahan baku gliserol dan hidrogen, akan didirikan di Riau. Pabrik ini berdiri dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi yang memadai, tenaga kerja yang mudah didapatkan dan kondisi lingkungan.

Pabrik direncanakan memproduksi Propilen Glikol sebanyak 50.000 ton/tahun, dengan waktu operasi 24 jam/hari, 330 hari/tahun. Bahan baku yang digunakan adalah Gliserol sebanyak 10.719 kg/jam dan Hidrogen sebanyak 233,15 kg/jam.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik Propilen Glikol berupa pengadaan air, *dowtherm*, pengadaan listrik, kebutuhan bahan bakar, dan pengadaan udara. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi *line* dan *staff* dengan jumlah karyawan sebanyak 179 orang.

Dari analisis ekonomi diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 411.238.634.689
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 77.107.244.004
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 514.048.293.360
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 34,93 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 23,52 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 3,004 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 2,74 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 19,791 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 22,32 %
<i>Interest Rate of Return</i>	(IRR)	= 29 %

Mempertimbangkan paparan di atas, sudah selayaknya pendirian pabrik Propilen Glikol ini dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dan mempunyai masa depan yang baik.

## ABSTRACT

### MANUFACTURE OF *PROPYLENE GLYCOL* FROM *GLYCEROL* CAPACITY 50.000 TONS/YEAR (Design of Distillation Column 301 (DC-301))

**Adelia Christyanti**

A Propylene Glycol plant, made from glycerol and hydrogen, will be established in Riau. This factory was established by considering the availability of raw materials, adequate transportation facilities, easily available labor and environmental conditions.

This plant will produce 50.000 tons/year, with time of operation 24 hours/day, and 330 days on a year. The raw material which use are Glycerol 10.719 kg/hour and Hydrogen 233,15 kg/hour.

This plant has utility units which the function are for water treatment, water supply, dowerm, power generation, and air supply.

The bussines entity of this plant is limited liability company (PT) and using line and staff structure with 179 labors.

From financial annalyze:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 411.238.634.689
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 77.107.244.004
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 514.048.293.360
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 34,93 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 23,52 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 3,004 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 2,74 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 19,791 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 22,32 %
<i>Interest Rate of Return</i>	(IRR)	= 29 %

Consider the summary above, it is proper establishment of Propylene Glycol plant is studied further, because the plant is profitable and has good prospects

**PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL  
DARI GLISEROL DENGAN KAPASITAS 50.000  
TON/TAHUN (Perancangan Menara Destilasi 301 (MD -  
301))**

**Oleh**

**ADELIA CHRISTYANTI**

**(Skripsi)**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
Sarjana Teknik

Pada  
Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

**Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK PROPILEN GLIKOL  
DARI GLISEROL DENGAN KAPASITAS  
50.000 TON/TAHUN (Perancangan Menara  
Destilasi 301 (MD-301))**

**Nama Mahasiswa : Adelia Christyanti**

**No. Pokok Mahasiswa : 1615041015**

**Jurusan : Teknik Kimia**

**Fakultas : Teknik**



**1. Komisi Pembimbing**

**Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc**  
NIP. 19680902 199602 2 005

**Edwin Azwar, S.T., PgD, M.TA, Ph.D**  
NIP. 19690923 199903 1 002

**2. Plt. Ketua Jurusan Teknik Kimia**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "A. Zaenudin", is written over a horizontal line.

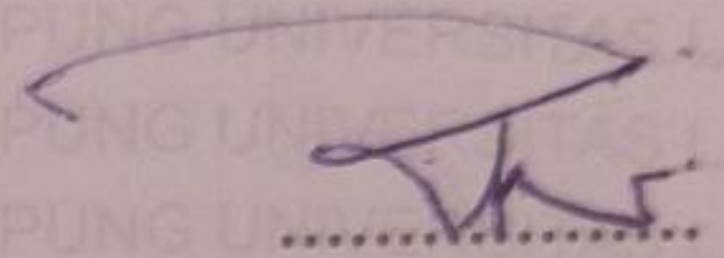
**Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.**  
NIP. 19720928 199903 1 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

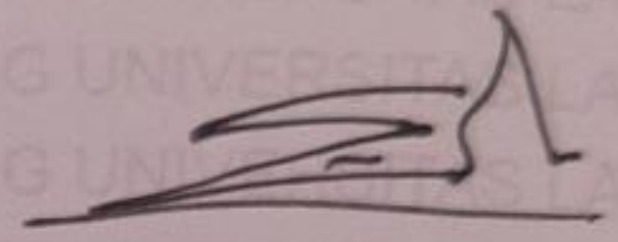
**Ketua**

**: Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.**



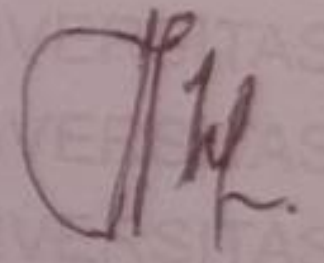
**Sekretaris**

**: Edwin Azwar, S.T., P.gD, M.TA, Ph.D.**

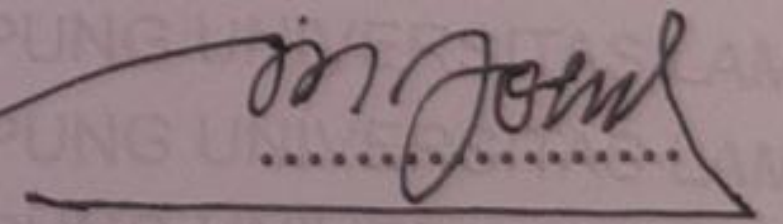


**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Dr. Sri Ismiyati D, S.t., M.Eng.**



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



**2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.**

**NIP. 19620717 198703 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Agustus 2021**

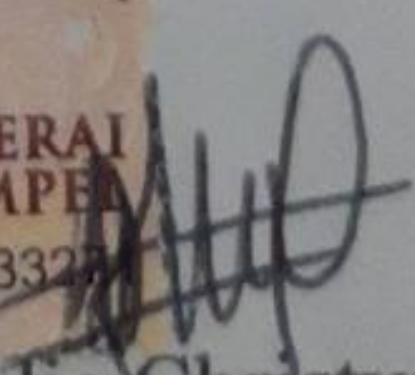
## PERNYATAAN

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, 12 Oktober 2021



  
Adelia Christyanti  
NPM. 1615041015

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 27 Januari 1998 , sebagai putri sulung dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Irwanto Karo-Karo dan Anarita br Tarigan.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar Negeri di SD Swasta Advent Sumbul pada tahun 2010, Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Kabanjahe pada tahun 2013, Sekolah Menengah Atas Katolik 1 Kabanjahe pada tahun 2016.

Pada tahun 2016, penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Mahasiswa Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) 2016.

Pada tahun 2019, Penulis melakukan Kerja Praktek di PT. *Pulp And Paper* Muara Enim, Palembang dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja *Clarifeir* pada *Recausticiizng Plant*”. Selain itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengolahan Limbah Cair Karet Menggunakan Komposit Karbon-Bentonit Asal *Spent bleaching Earth*”. Pada tahun 2021, penulis pernah menjadi asisten laboratorium OTK untuk modul Aliran Fluida.

Selama menjalani masa perkuliahan, penulis pernah menjadi Anggota Departemen Kerohanian. Himpunan Mahasiwa Teknik Kimia (HIMATEMIA)



Universitas Lampung periode 2017/2018. Penulis juga menjabat sebagai Sekretaris Divisi Kristiani HIMATEMIA periode Kepengurusan 2018/2019. Penulis juga terlibat dalam Kepanitiaan Natal Forum Komunikasi Mahasiswa Kristiani Fakultas Teknik (FKMK-FT) 2010 sebagai Koordinator Seksi Publikasi dan Dokumentasi, Kepanitiaan Paskah FKMK-FT 2016 dan 2017 sebagai Anggota Seksi Publikasi dan Dokumentasi, kepanitiaan Kebaktian Penyambutan Mahasiswa Baru (KPMB) 2016 FKMK-FT sebagai Anggota Seksi Konsumsi dan Doa, serta ditahun 2018 pernah menjadi pengurus pada sie doa dan pemerhati .

Selama menjadi mahasiswa penulis juga mengikuti beberapa pelatihan yang diadakan oleh HIMATEMIA yaitu Pelatihan Autocad, Pelatihan Aspen, Pelatihan PDMS.

# *Motto Dan Persembahan*

*Apapun juga yang kamu perbuat  
Perbuatlah dengan segenap hatimu  
Seperti untuk Tuhan dan  
Bukan untuk manusia  
(Kolose 3:23)*

*Bersukacitalah dalam Pengharapan  
Sabarlah dalam Kesusakan dan  
Bertekunlah dalam Doa  
(Roma 11:2)*

*Takut akan Tuhan adalah  
Permulaan Pengetahuan,  
Tetapi orang bodoh menghina  
Hikmat dan Didikan  
(Amsal 1: 7)*

# *Sebuah Karya*

*Kupersembahkan dengan sepenuh hati untuk :*

*Tuhanku Yesus Kristus, atas berkat, Kasih dan Penyertaannya aku dapat menyelesaikan karyaku ini*

*Bapakku, terima kasih atas doa, kasih sayang, semangat, nasehat dan pengorbanannya selama ini*

*Adikku dan Keluargaku, terima kasih atas doa, bantuan dan dukungannya selama ini.*

*Sahabat-Sahabatku, Terima kasih telah menjadi bagian hidupku selama berada di Perantauan ini. Semua cerita hidup ini, semua akan ku simpan selamanya. Semoga suatu saat nanti kita bersua kembali dengan kisah-kisah kesuksesan kita*

*Dan tak lupa kupersembahkan untuk  
Almamaterku tercinta  
Universitas Lampung*

## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan banyak berkat dan Penyertaannya yang membuat penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik *Propylene Glycol* dari *Glycerol* dengan Kapasitas 50.000 ton/tahun” dengan baik.

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

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

1. Bapak Prof. Drs. Suharno M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T., sebagai Pelaksana Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
3. Ibu Elida Purba, S.T., M.Sc Dosen Pembimbing I, atas segala ilmu, kesabaran, saran, dan kritiknya dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Edwin Azwar, S.T., P.GD, M.TA, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing II, atas segala ilmu, motivasi dan kritiknya selama Pengerjaan Tugas Akhir.

5. Bapak Taharuddin, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing Akademik atas segala arahannya selama penulis menjadi mahasiswa.
6. Ibu Dr. Sri Ismiyati D, S.T., M. Eng sebagai Dosen Penguji I, yang telah memberikan saran dan kritik yang sangat membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir, juga sebagai Dosen Pembimbing Penelitian penulis, atas segala ilmu, kesabaran, saran, dan kritiknya dalam banyak hal.
7. Bapak Muhammad Hanif, S.T., M.T sebagai Dosen Penguji II, yang telah memberikan saran dan kritik yang sangat membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir.
8. Seluruh Dosen dan Staf Teknik Kimia yang telah banyak memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan membantu kelancaran dalam pengerjaan.
9. Bapak tersayang, atas segala doa, motivasi, nasehat dan kesabaran untuk menunggu selesainya kuliah, dan moril yang tak akan pernah bisa terbalaskan oleh penulis. *Thank's for every think Dad.*
10. Adik-adikku tersayang Irma Idolina dan Hagai Adrian atas semangat dan motivasinya.
11. Kakak Sherly, partner Tugas Akhir, yang menjadi teman diskusi, teman berbagi kesulitan dan teman berantem.
12. Teman-teman sepelayanan KAKR GBKP Bandar Lampung, terimakasih dukungan, doa, dan tempat cerita apapun itu selalu didengarkan dan selalu ada masukkkkan yang mendukung.
13. Teman-Teman Angkatan 2016 atas bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Terimakasih teman-teman

14. Serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. *God bless*

Akhir kata penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak Pihak.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>MOTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Kegunaan Produk .....	2
1.3 Ketersediaan Bahan Baku .....	3
1.4 Analisis Pasar .....	5
1.5 Kapasitas Rancangan .....	6
1.6 Lokasi Pabrik .....	8
<b>BAB II. PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES</b>	
2.1 Proses Pembuatan Propilen Glikol .....	11
2.2 Tinjauan Termodinamika .....	15
2.3 Perhitungan Ekonomi Kasar Berdasarkan Bahan Baku .....	29

2.4 Pemilihan Proses .....	38
<b>BAB III. SPESIFIKASI BAHAN DAN PRODUK</b>	
3.1 Spesifikasi Bahan Baku Utama.....	41
3.2 Spesifikasi Bahan Baku Penunjang.....	42
3.3 Spesifikasi Produk.....	44
<b>BAB IV. NERACA MASSA DAN ENERGI</b>	
4.1 Neraca Massa .....	45
4.2 Neraca Energi.....	48
<b>BAB V. SPESIFIKASI PERALATAN</b>	
5.1 Peralatan Proses .....	54
5.2 Peralatan Utilitas .....	71
<b>BAB VI. UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH</b>	
6.1 Unit Pendukung Proses .....	105
6.2 Unit Pengolahan Limbah .....	121
6.3 Laboratorium.....	122
6.4 Instrumentasi dan Pengendalian Proses .....	125
<b>BAB VII. TATA LETAK DAN LOKASI PABRIK</b>	
7.1 Lokasi Pabrik .....	128
7.2 Tata Letak Pabrik .....	132
<b>BAB VIII. SISTEM MANAJEMEN DAN ORGANISASI PERUSAHAAN</b>	
8.1 Bentuk Perusahaan .....	133
8.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	136
8.3 Tugas dan Wewenang .....	141
8.4 Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	149



8.5 Pembagian jam Kerja Karyawan .....	149
8.6 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan .....	152
8.7 Kesejahteraan Karyawan.....	157

**BAB IX. INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI**

9.1 Investasi .....	161
9.2 Evaluasi Ekonomi.....	164
9.3 <i>Discounted Cash Flow</i> .....	167

**BAB X. KESIMPULAN DAN SARAN**

A. Kesimpulan .....	170
B. Saran .....	170

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

**LAMPIRAN A PERHITUNGAN NERACA MASSA**

**LAMPIRAN B PERHITUNGAN NERACA ENERGI**

**LAMPIRAN C SPESIFIKASI PERALATAN**

**LAMPIRAN D UTILITAS**

**LAMPIRAN E INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI**

**LAMPIRAN F TUGAS KHUSUS**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Harga Bahan Baku, Katalis, dan Produk .....	5
1.2 Data Impor Propilen Glikol di Indonesia.....	6
2.1 Perbandingan Macam-Macam Proses.....	15
2.2 Nilai $\Delta H^{\circ}_f$ dan $\Delta G^{\circ}_f$ masing-masing komponen.....	16
2.3 Konstanta Kapasitas Panas (J/mol.K).....	17
2.4 Data Harga Bahan Baku dan Produk pada Proses Hidrasi Propilen Oksida.....	30
2.5 Data Harga Bahan Baku dan Produk pada Proses Hidrasi <i>Alkalyne Carbonat</i> .....	25
2.6 Data Harga Bahan Baku dan Produk pada Proses Gliserol dengan Hidrogen .....	35
2.7 Perbandingan proses pembuatan Propilen Glikol.....	38
4.1 Neraca massa tangki 101 .....	46
4.2 Neraca massa <i>evaporator</i> 101.....	46
4.3 Neraca massa reaktor Dehidrasi 201.....	46
4.4 Neraca massa <i>condenser</i> 201 .....	47
4.5 Neraca massa tangki 201 .....	47
4.6 Neraca massa reaktor Hidrogenesis 301 .....	47
4.7 Neraca massa <i>condenser</i> 301 .....	48
4.8 Neraca massa menara distilasi 301 .....	48
4.9 Neraca energi <i>evaporator</i> 101 .....	50
4.10 Neraca energi <i>heater</i> 101 .....	50
4.11 Neraca energi reaktor Dehidrasi 201 .....	51
4.12 Neraca energi <i>condenser</i> 201.....	51
4.13 Neraca energi <i>heater</i> 201 .....	52
4.14 Neraca energi reaktor Hidrogenesis 301.....	52
4.15 Neraca energi <i>condenser</i> 301.....	53
4.16 Neraca energi distilasi (DC-301).....	53
4.17 Neraca energi <i>cooler</i> (CO-301) .....	54
5.1 Spesifikasi Tanki Penyimpanan $C_3H_8O_3$ (TK – 101).....	56
5.2 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101).....	56
5.3 Spesifikasi <i>Evaporator</i> (EV-101) .....	57

5.4 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102).....	57
5.5 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-101).....	57
5.6 Spesifikasi Pompa Proses (PP-103).....	58
5.7 Spesifikasi Reaktor Dehidrasi (RE-201).....	58
5.8 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-201) .....	59
5.9 Spesifikasi Pompa Proses (PP-201).....	59
5.10 Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-201).....	60
5.11 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-202) .....	60
5.12 Spesifikasi Pompa Proses (PP-202).....	61
5.13 Spesifikasi Tangki (TK-201) .....	61
5.14 Spesifikasi Pompa Proses (PP-203).....	61
5.15 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-201).....	62
5.16 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-202) .....	63
5.17 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-203) .....	64
5.18 Spesifikasi Reaktor Hidrogenesis (RE-301) .....	64
5.19 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-301) .....	66
5.20 Spesifikasi <i>Condenser</i> (CD-301).....	67
5.21 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-302) .....	67
5.22 Spesifikasi Pompa Proses (PP-301).....	68
5.23 Spesifikasi Menara Distilasi (MD-301).....	69
5.24 Spesifikasi Pompa Proses (PP-303).....	70
5.26 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-301) .....	70
5.27 Spesifikasi Pompa Proses (PP-304).....	71
5.28 Spesifikasi Tangki Propilen Glikol (TK-301).....	72
5.29 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-401) .....	73
5.30 Spesifikasi Tangki Alum (ST-401) .....	73
5.31 Spesifikasi Tangki Kaporit (ST - 402) .....	74
5.32 Spesifikasi Tangki Soda Kaustik (ST- 403).....	75
5.33 Spesifikasi Air Filter (ST-404).....	76
5.34 Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (ST-405) .....	77
5.35 Spesifikasi Tangki Dispersan (ST-406).....	77
5.36 Spesifikasi Tangki Inhibitor (ST-407) .....	78
5.37 Spesifikasi Tangki Air Proses (ST-408) .....	79
5.38 Spesifikasi Tangki Air Kondensat (ST-409).....	80

5.39 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-401).....	81
5.40 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-401) .....	82
5.41 Spesifikasi <i>Cation Exchanger</i> (CE-401).....	83
5.42 Spesifikasi <i>Anion Exchanger</i> (AE-401) .....	83
5.43 Spesifikasi <i>Deaerator</i> (DE-401) .....	84
5.44 Spesifikasi <i>Boiler</i> (B-501) .....	85
5.45 Spesifikasi <i>Blower Steam</i> (BS- 401) .....	86
5.46 Spesifikasi <i>Compressor</i> (CD-401).....	86
5.47 Spesifikasi Generator Listrik (GS-401) .....	87
5.48 Spesifikasi Tangki Bahan Bakar (ST-410) .....	87
5.49 Spesifikasi Pompa (PU – 401) .....	88
5.50 Spesifikasi Pompa (PU – 402) .....	88
5.51 Spesifikasi Pompa (PU – 403) .....	89
5.52 Spesifikasi Pompa (PU – 404) .....	90
5.53 Spesifikasi Pompa (PU – 405) .....	90
5.54 Spesifikasi Pompa (PU – 406) .....	91
5.55 Spesifikasi Pompa (PU – 407) .....	92
5.56 Spesifikasi Pompa (PU – 408) .....	92
5.57 Spesifikasi Pompa (PU – 409) .....	93
5.58 Spesifikasi Pompa (PU – 410) .....	94
5.59 Spesifikasi Pompa (PU – 411) .....	94
5.60 Spesifikasi Pompa (PU – 412) .....	95
5.61 Spesifikasi Pompa (PU – 413) .....	96
5.62 Spesifikasi Pompa (PU – 414) .....	96
5.63 Spesifikasi Pompa (PU – 415) .....	97
5.64 Spesifikasi Pompa (PU – 416) .....	98
5.65 Spesifikasi Pompa (PU – 417) .....	98
5.66 Spesifikasi Pompa (PU – 418) .....	99
5.67 Spesifikasi Pompa (PU – 419) .....	100
5.68 Spesifikasi Pompa (PU – 420) .....	100
5.69 Spesifikasi Pompa (PU – 421) .....	101
6.1 Kebutuhan Air Untuk Air untuk sarana umum.....	102
6.2 Kebutuhan Air Untuk Air Umpan pembangkit <i>Steam</i> .....	103
6.3 Kebutuhan Air Untuk Air Pendingin .....	106

6.4 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem .....	122
6.5 Pengendalian Variabel Utama Proses .....	131
7.1 Perincian Luas Area Pabrik Propilen Glikol.....	130
8.1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	151
8.2 Perincian Tingkat Pendidikan .....	152
8.3 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses .....	154
8.4 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas .....	155
8.5 Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan .....	155
9.1 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	162
9.2 <i>Manufacturing Cost</i> .....	164
9.3 <i>General Expenses</i> .....	167
9.4 Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi .....	168

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Produksi Biodiesel Indonesia (2008-Nov 2019).....	4
1.2 Grafik Kebutuhan Propilen Glikol Tahun 2014-2019 .....	6
6.1 Diagram <i>Cooling Water system</i> .....	109
7.1 Peta letak lokasi propilen glikol.....	128
7.2 Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung .....	131
7.3 Tata letak alat proses.....	132
8.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	138
9.1 Analisa Ekonomi Pabrik Propilen Glikol .....	167
9.2 Kurva Cummulative Cash Flow terhadap umur Pabrik.....	168

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di era globalisasi ini Indonesia menunjukkan pertumbuhan pesat terutama di bidang industri, salah satunya adalah industri kimia. Banyak dari bahan kimia yang masih harus diimpor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Propilen glikol (1,2-Propadienol, 1,2-Dihydroexpropane atau 1,2-Propilen glikol) adalah senyawa organik yang banyak digunakan dalam industri farmasi, makanan dan kosmetik (Huntsman, 2006). Propilen glikol merupakan produk turunan dari *propylene* atau petrokimia dan gliserol atau biodiesel. Propilen glikol merupakan cairan jernih, kental, tidak berwarna dan sedikit berbau.

Dengan bahan baku gliserol yang menjadi intermediet banyak pabrik biodiesel yang banyak terdapat di Indonesia, untuk memanfaatkan produk tersebut menjadi lebih bernilai dan lebih ramah lingkungan, salah satunya propilen glikol. Di Indonesia kebutuhan propilen glikol sangat besar, pada tahun 2016 Indonesia mengimpor propilen glikol sebesar 36.983.281 kg (Badan Pusat Statistik, 2017). Berdasarkan uraian tersebut, propilen glikol adalah bahan kimia yang sangat potensial untuk diproduksi mengingat besarnya kebutuhan di dalam negeri dan tidak ada industri kimia yang memproduksi propilen glikol di Indonesia.

Berdasarkan PP Republik Indonesia No.2/2018 tentang Kebijakan Industri Nasional Tahun 2015-2019 dalam pelaksana Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional Tahun 2015-2035, propilen glikol merupakan jenis industri yang diprioritaskan untuk dibangun. Hal ini didasari dari data Badan Pusat Statistik, Indonesia mengimpor propilen glikol lebih dari 39.000 ton pada tahun 2017 dan akan terus meningkat. Dengan melihat pentingnya propilen glikol ini, maka dirancang sebuah pabrik propilen glikol yang direncanakan mulai tahun 2024 sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri serta dapat mengekspor ke luar negeri. Dengan pendirian pabrik propilen glikol ini juga diharapkan dapat menambah devisa negara serta mengatasi masalah pengangguran.

Pabrik ini dapat dibangun guna memenuhi kebutuhan dalam negeri yang masih bergantung pada import. Dari segi ekonomi, untuk di Indonesia belum memiliki pabrik propilen glikol yang artinya diharapkan pabrik ini bisa mencukupi kebutuhan propilen glikol di Indonesia yang semakin meningkat setiap tahunnya. Selain menghemat devisa negara karena impor propilen glikol dalam negeri berkurang, didirikannya pabrik ini juga akan membuat kesempatan lapangan kerja baru.

## **1.2 Kegunaan Produk**

*Propilen glikol* (1,2-propadienol, 1,2-dihydroxypropane atau 1,2-propilen glikol) adalah senyawa organik yang banyak digunakan dalam industri makanan, kosmetik, dan farmasi (Huntsman,2006). Bahan kimia ini digunakan dalam berbagai sektor industri kimia seperti :

1. Perantara penting pada produksi resin alkil untuk cat dan furnace



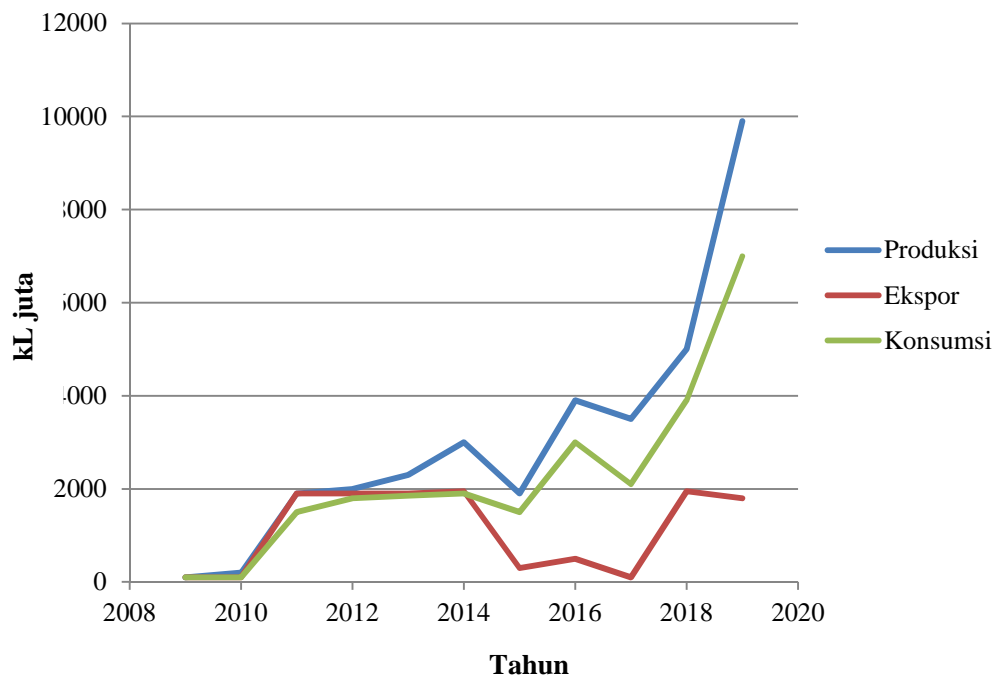
2. Aditif yang berfungsi sebagai penstabil viskositas dan warna dalam industri cat
3. Bahan pengawet maupun pelarut dalam industri makanan
4. *Wetting agent* pada penyederhanaan senyawa sitrus dan emulsi
5. Formula obat dalam industri farmasi
6. Sebagai *coolant* padapendinginmesin truck diesel
7. Bahan pelembut dan pelembab dalam industri kosmetik. (Kirk dan Othmer, 1966)

### **1.3 Ketersediaan Bahan Baku**

Bahan baku utama gliserol yang berasal dari pabrik biodiesel. Di Indonesia untuk industri biodiesel mengalami peningkatan sebesar 3000% yang dilihat dari tahun 2009 sampai tahun 2019 dan akan mengalami peningkatan sesuai kebutuhan konsumsi.

Paulus Tjakrawan, Ketua Harian Asosiasi Produsen Biofuels Indonesia (APROBI) menjelaskan bahwa perusahaan biodiesel akan menambah lini kapasitas produksi baru untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, konferensi pers Refleksi Industri Sawit Tahun 2019 dan Prospek Tahun 2020 di Jakarta, awal Februari 2020 sehingga Total tambahan produksi menjadi 7,2 juta Kl sepanjang 2020-2021. Saat ini, kapasitas terpasang produksi biodiesel sebanyak 12 juta Kl. Total produksi sampai 2021 akan menjadi 19,2 juta Kl. Menurut Asosiasi Produsen Oleochemical Indonesia (APOLIN) kapasitas produksi terpasang biodiesel berbasis minyak kelapa sawit di tanah air saat ini telah mencapai lebih dari 2 juta ton per tahun dengan volume produksi diperkirakan

mencapai 1,2 juta ton per tahun. Dengan asumsi setiap pembuatan bio-diesel dihasilkan 20% gliserol sebagai hasil samping, maka akan tersedia 1.200.000 ton x 20% = 240.000 ton per tahun residu gliserol sebagai hasil samping. (Media Industri, No. 052007, Dep. Perindustrian). Untuk pasokan bahan baku berasal dari PT. Wilmar Bioenergi Industri (1.000.000 ton/tahun), hidrogen dibeli dari PT. Aneka Gas Industri TBK dan katalis dari Alibaba dan untuk kebutuhan air berasal dari sungai Teras.



Gambar 1.1 Produksi Biodiesel Indonesia (2008-Nov 2019)

Kementerian ESDM, Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (Aprobi), 2019

## 1.4 Analisis Pasar

Analisis pasar merupakan langkah untuk mengetahui seberapa besar minat pasar terhadap suatu produk. Adapun analisis pasar hanya meliputi harga bahan baku dan data impor propilen glikol, karena Indonesia tidak mengekspor propilen glikol maka data ekspor propilen glikol tidak tersedia.

### 1.4.1 Harga Bahan Baku

Indonesia masih melakukan impor untuk memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri. Harga propilen glikol yang cukup mahal akan sangat membantu menguntungkan industri yang menggunakan propilen glikol apabila dapat diperoleh dalam negeri sendiri. Harga bahan baku, katalis, dan produk dapat dilihat pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel. 1.1 Harga Bahan Baku, Katalis, dan Produk

Bahan	Harga (US\$/kg)	Harga (IDR/kg)
Gliserol	0,55	7.556,59
Hidrogen	0,34	4.671,35
Katalis Copper	0,28	3.846,99
Chromium		

### 1.4.2 Data Konsumsi

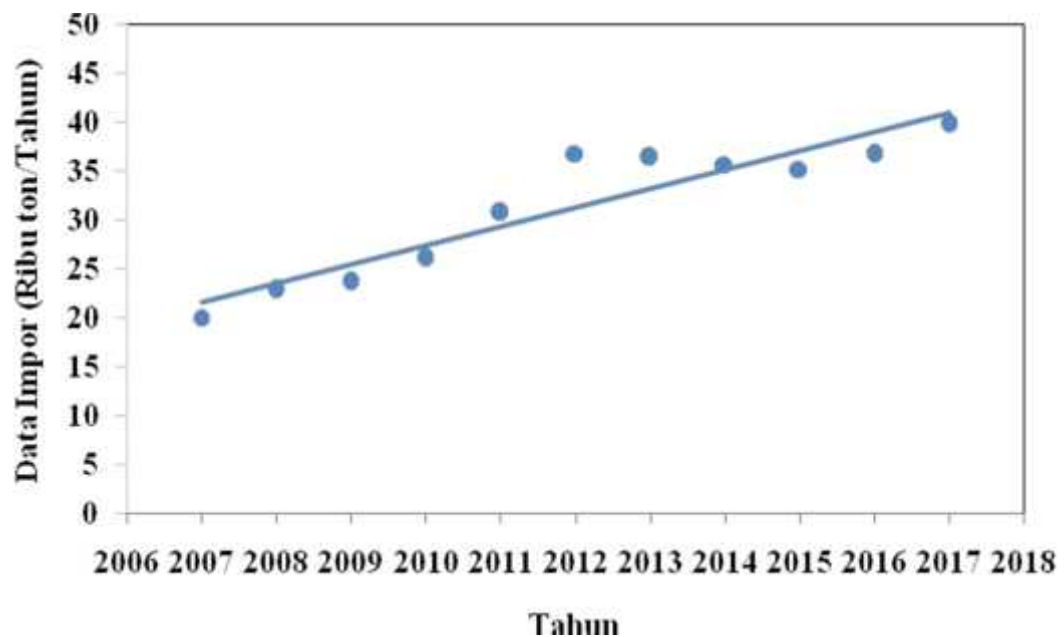
Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika Indonesia, kebutuhan propilen glikol dalam kutun waktu 10 tahun terakhir terus meningkat. Data impor propilen glikol di Indonesia dari tahun 2007 sampai 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.2 (Badan Pusat Statistika, 2018)

Tabel 1.2. Data impor propilen glikol di Indonesia

Tahun	Jumlah impor (kg/Tahun)
2007	20.054.114
2008	22.873.143
2009	23.667.078
2010	26.119.673
2011	30.770.939
2012	36.883.281
2013	36.456.668
2014	35.743.138
2015	35.217.807
2016	36.748.374
2017	39.816.224

### 1.5 Kapasitas Rancangan

Kapasitas produk pabrik ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumsi produk dalam negeri :



Gambar. 1.2 Grafik Kebutuhan Propilen Glikol tahun 2007-2017

Berdasarkan data-data yang sudah diplotkan pada Gambar 1.2 dilakukan

pendekatan berupa garis lurus,  $y = mx + C$ , diperoleh persamaan :

$$y = 528,74 x - 1.000.000$$

dengan  $R^2 = 0,8703$

Dimana:  $y$  = konsumsi propilen glikol (ton/tahun)

$X$  = tahun ke (n)

$m$  = *slope*

$C$  = *intercept*

Didapatkan nilai *slope* sebesar =

$$m = \frac{n \sum x, y - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = 528,74$$

Dan didapatkan juga nilai *intercept* sebesar :

$$C = \frac{\sum x^2 \cdot \sum y - \sum x, y \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} = -1.000.000$$

Berdasarkan grafik diatas kebutuhan impor propilen glikol pada tahun 2025 berdasarkan persamaan linier yang diperoleh yaitu  $y = 528,74 x - 1.000.000$  adalah 70.698,5 ton/tahun, maka kapasitas produksi pabrik propilen glikol 50.000 ton/tahun. Hal ini telah memenuhi kebutuhanakan bahan baku gliserol yang akan diperoleh oleh industri industri biodiesel disekitar Riau.

Berdasarkan pertimbangan di atas dengan kapasitas produksi propilen glikol sebesar 50.000 ton/tahun diaharapkan :

- Dapat memeuhi kebutuhan propilen glikol di Indonesia sehingga mengurangi impor dari luar negeri.

- Dapat mengurangi limbah karena bahan baku berasal dari limbah biodiesel sehingga lebih murah dan ramah lingkungan.
- Memberi kesempatan pada industri-industri yang menggunakan propilen glikol untuk mengembangkan produksinya dan memperolehnya dengan mudah dan murah tanpa harus mengimpor.

### **1.6 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kelangsungan suatu pabrik untuk beroperasi. Pabrik propilen glikol ini direncanakan didirikan di kawasan Dumai, Riau Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. Adapun dasar pertimbangan pemilihan lokasi tersebut adalah sebagai berikut:

#### **1. Ketersediaan bahan baku**

Bahan baku propilen glikol adalah gliserol dan hidrogen menggunakan katalis *Copper Chromium*. Lokasi yang dipilih dekat dengan pabrik PT. Aneka Gas Industri TBK sehingga memudahkan membeli bahan baku Hidrogen dan pelabuhan PT Pelindo I (Persero) untuk mengimpor katalis *Copper Chromium* yang diimpor dari Hangzhou Plent Chemical, China. Lokasi pabrik yang dipilih juga dekat dengan PT. Wilmar Bioenergi yang merupakan pabrik yang memproduksi Biodiesel yang menghasilkan intermediate berupa Gliserol yang akan digunakan sebagai bahan baku.

## 2. Kebutuhan air

Air sangat diperlukan karena air merupakan bahan baku dalam proses pembuatan propilen glikol. Selain itu air memiliki banyak kegunaan dalam proses industri seperti pada proses pengolahan air untuk pendinginan dan kebutuhan steam. Oleh sebab itu, lokasi pabrik sebaiknya berdekatan dengan sumber air untuk mempermudah jalannya proses industri. Untuk kebutuhan air pada pabrik ini diperoleh dari Sungai Dumai dan sungai Teras.

## 3. Sarana transportasi

Pabrik akan dibangun di Dumai, hal ini memudahkan akses transportasi bahan baku yang berasal dari China melalui Pelindo I, Dumai yang akan memudahkan. Dan lokasi pabrik juga dekat dengan Jalan Tol Pekanbaru-Dumai yang akan memudahkan akses pengiriman produk maupun bahan baku.

## 4. Sumber bahan bakar dan telekomunikasi

Pada JIPE telah tersedia pembangkit listrik 13 Megawatt sejak November 2017 yang dipastikan akan bertambah seiring bertambahnya pabrik dikawasan industri tersebut. Selain itu JIIEP juga telah terhubung pipa gas dari Perusahaan Gas Negara (PGN) serta sistem telekomunikasi dengan fiber optik dan internet broadband.

## 5. Keadaan lingkungan, kondisi iklim dan cuaca

Dari segi Topografinya sebagian wilayah Gresik mempunyai dataran rendah dengan ketinggian 25 – 30 meter di atas permukaan laut, dengan kemiringan berkisar antara 5 – 15 derajat. Suhu rata-rata 28,5 °C dengan

kelembaban udara rata-rata 75% dan curah hujan relatif rendah, yaitu rata-rata 2,245 mm per tahun.

#### 6. Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja di Indonesia tidak sulit diperoleh. Tenaga kerja yang berkualitas dan terampil dapat diperoleh dari seluruh alumni Universitas di Indonesia sedangkan tenaga kerja berpendidikan menengah dan kejuruan dapat diperoleh dai daerah sekitar pabrik.

#### 7. Perizinan

Lokasi pabrik erada di daerah kawasan industri yang dikelola pemerintah serta investor swasta sehingga memudahkan dalam hal perizinan pendirian pabrik.

#### 8. Perluasan pabrik

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Dumai menurut KPPIP kawasan industri Dumai rencana peruntukan penggunaan lahan untuk kawasan industri Kabupaten Dumai adalah sebesar 12.448,026 hektar serta karena pabrik ini berada di kawasan industri JIPE yang memiliki luas kawasan industri sebesar 1.761 hektar maka pabrik ini sangat memungkinkan untuk perluasan pabrik dan peningkatan kapasitas.



## **BAB X**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1. Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik *Propylene Glycol* dari *Gliserol* dengan katalis *copper chromite* kapasitas 50.000 ton per tahun dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment* (ROI) sesudah pajak adalah 25%.
2. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak adalah 2,42 tahun
3. *Break Even Point* (BEP) sebesar 36,22% dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30–60% kapasitas produksi. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,13%, yakni batasan kapasitas produksi 20–30% sehingga pabrik masih dapat memproduksi karena mendapat keuntungan.

#### **10.2. SARAN**

Pabrik *Propylene Glycol* dari gliserol dengan katalis *copper chromite* kapasitas 50.000 ton per tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya.

## DAFTAR PUSTAKA

Alibaba. 2017. Tersedia Di <http://www.alibaba.com/showroom/xylose-crystal-powder.html> . Diakses Tanggal 2 Desember 2017.

American Academy Of Pediatric Dentistry (Aapd). *Policy On The Use Of Xylitol In Caries Prevention*. *Pediatr Dent* 2010; 32(Special Issue): 36-8.

Badan Pusat Statistik, 2017. *Statistic Indonesia*. [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) . Indonesia. Diakses 9 November 2017 Pukul: 15:39.

Banchero, Julius T., And Walter L. Badger. 1955. *Introduction To Chemical Engineering*. Mcgraw Hill : New York.

Bank Indonesia (Bi). 2014. Tersedia Di <http://www.bi.go.id/id/moneter/informasi-kurs/transaksi-bi/default.aspx> . Diakses 17 juli 2018.

Bar, A.1991. *Xylitol*. In *Alternative Sweetener*, Ed. Nabors, L. O. And Gelardi, R.C. 2nd. Edition, 349-379. N.Y., Basel, Hong-Kong: Marcel Dekker Inc.

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

Brownell Lloyd E. And Young Edwin H., 1959. *Process Equipment Design*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Coulson J.M., And Richardson J.F., 1983. *Chemical Engineering Volume 2 5<sup>th</sup> Edition Particle Technology And Separation Process*. Butterworth-Heinemann. Washington.

Coulson J.M., And Richardson J.F., 1999. *Chemical Engineering Volume 1 6<sup>th</sup> Edition Fluid Flow, Heat Transfer And Mass Transfer*. Butterworth-Heinemann. Washington.

Cunningham, Mary Lou, *Et Al.* 2007. *Non Crystallizing Liquid Xylitol Compositions And Co-Hydrogenation Processes For Making Same*. Brevet Canadien, Canadian Patent.

Da Silva, Manuel A.V. Ribeiro, Dkk. 2013. *Thermochemistry Of D-Xylose (Cr)*. Journal Chem. Thermodynamics.

EBTKE. 2012. *Harga Hidrogen Bisa Lebih Murah Dari Premium*. Tersedia Di <http://www.ebtke.esdm.go.id/energi/energi-baru/hidrogen/494-harga-hidrogen-bisa-lebih-murah-dari-premium.html> . Diakses 25 November 2017.

Ferreira Dkk. 2006. *Process For The Production Of Crystalline Xylose From Sugarcane Bagasse, Crystalline Xylose Obtained By Said Process, Process For The Production Of Xylitol From The Said Xylose And Crystalline Xylitol Obtained Thereby*. US Patent 0281913.

Fithrony, Hamim. 2009. *The Influence Of Xylitol Containing Toothpaste On Plaque Formation Inhibition Onfixed Bridge*. Dental Journal, Vol. 42., No. 3., July-September 2009.

Fogler, H. Scott, 1999. *Elements Of Chemical Reaction Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. Butterworth-Heinemann. Washington.

Foust, S. 1956. *Principles Of Unit Operations 1<sup>nd</sup> Ed*. John Wiley And Sons, New York.

Froment, G.F., And Bischoff, K.B. 1990. *Chemical Reactor Analysis And Design*. 1<sup>st</sup> Ed, John Wiley And Sons, New York.

Gaman, P.M. Dan Sherrington, K.B. 1981. *Ilmu Pangan: Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi Dan Mikrobiologi (Edisi Kedua)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Geankoplis, Christie.J., 1993. *Transport Processes And Unit Operation 3<sup>th</sup> Edition*.  
Allyn & Bacon Inc. New Jersey.

Google Map, 2018. [www.gogle.co.id/maps/place/terusanunuyailampungtengah](http://www.gogle.co.id/maps/place/terusanunuyailampungtengah) .  
Diakses Pada Tanggal 26 September 2018 Pukul 15.35 wib.

Himamia. 2012. *Mengenal Xylitol Gula Langka Yang Menyehatkan*. Tersedia Di  
<http://himamia.mipa.uns.ac.id/2012/09/09/mengenal-xylitol-gula-langka-yang-menyehatkan/> . Diakses 31 November 2017.

Himmeblau, David., 1996. *Basic Principles And Calculation In Chemical Engineering 6<sup>th</sup> Edition*. Prentice Hall Inc. New Jersey.

Holgeston, P.L. 2007. *Xylitol And It's Effect On Oral Ecology*. Departement Of  
*Odontology*. Paediatric. Dentistry Fakulty Of Medicine. Umea. Hal.16-20.

Hyvonen, L. Dan Oivistoinen, P. 1982. *Food Technological Evaluation Of Xylitol*.  
Advances In Food Research, Vol. 28. 373-400. New York: Academia Press.

Iryani, D.A., Dkk. 2014. *The Hot Compressed Water Treatment Of Solid Waste Material From The Sugar Industry For Valuable Chemical Production*.  
International Journal Of Green Energy.

Jaffe, Gerald Myer, *Et Ak.* 1976 *Process For Producing Xylose*. US Patent 3784408.

Joshi, M.V., 1981. *Process Equipment Design*. Mc. Millan India Limited. New Delhi, Bombay.

Kidd, E.A.M., Dn Bechal, S.J. 1992. *Dasar-Dasar Karies (Penyakit Dan Penanggulangnya)*. Ecg: Jakarta.

Kim, Sang Yong, Dkk. 1999. *Fermentation Process For Preparing Xylitol Using Candida Tropicalis*. United States Patent.

Kern, Donald Q., 1950. *Process Heat Transfer*. Mc-Graw-Hill. New York.

Kern, Donald Q., 1983. *Process Heat Transfer*. Mc-Graw-Hill. New York.

Larsen dkk. 2018. *Methods Of Processing Lignocellulosic Biomass Using Single-Stage Autohydrolysis Pretreatment And Enzymatic Hydrolysis*. US Patent 9920345.

Matches, 2014. *Matches' Process Equipment Cost Estimates*. [Http://  
http://www.matche.com/equipcost/default.html](http://www.matche.com/equipcost/default.html) . Diakses 15 Juli 2018.

Mc. Cabe W.L. And Smith J.C., 1985. *Operasi Teknik Kimia*. Erlangga. Jakarta.

Mullin J.W., 2001. *Crystallization 4<sup>th</sup> Edition. Reed Educational And Professional Publishing Ltd.* Oxford, London.

Pernicone, N., Dkk. 2013. *Wustite As A New Precursor Of Industrial Ammonia Synthesis Catalyst.* Unpublished Data.

Perry, Robert H., And Don W. Green. 1997. *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.

Pham, T.N., Dkk. 2016. *Catalytic Hydrogenation Of Xylose Over Ru Decorated Carbon Foam Catalyst In A Spinchem Rotating Bed Reactor.* Springer Science+Business Media New York.

Powell, S.T., 1954, *Water Conditioning For Industry*, 1<sup>st</sup> Ed., Mcgraw-Hill Book Company, Inc., New York.

Puls Et Al. 1980. *Process For The Production Of Xylose By Enzymatic Hydrolysis Of Xylan.* Us Patent 4200692.

Puspita, P.J, Dkk. 2012. *Optimization Of Xylose And Glucoce Concentration For Xylitol Production By Candida Tropicalis*. Department Of Biochemical Science And Technology, Faculty Of Life Science, National Chiayi University. The 3rd Annual Indonesian Scholar Conference In Taiwan.

Severn, R. H. 1956. *The Chemical Process Industries, 5<sup>th</sup> Edition*. Tokyo : Mc Graw Book Company, Ltd.

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

Sinnot, R.K., 2005. *Chemical Engineering Design Vol. 6 4<sup>th</sup> Edition*. Elsevier. Uk.

Soderling, E., Dkk. 2011. *The Effect Of Xylitol On The Composition Of The Oral Flora: A Pilot Study*. Eur. J. Dent. Tersedia di: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21311610> . Diakses Tanggal 9 Desember 2017.

Sufnarski, M.D. 1999. *The Regeneration Of Granular Activated Carbon Using Hydrothermal Technology*. Austin: University Of Texas.



Timmerhaus, Klaus D., Max S. Peters, And Ronald E. West. 2002. *Plant Design And Economics For Chemical Engineers 5<sup>th</sup> Edition*. Mcgraw-Hill : New York.

Tsujibo H, Dkk. 1992. *Appl. Env. Microbiology.*, **58** : 371-375.

Ulmann. 1994. *Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. VCH Verlagsgesell Scahft. Wanheim: Germany.

Ulrich.G.D. 1984. *A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics*. John Wiley & Sons Inc: New York.

Ulrich.G.D., 1987, *A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.

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

Wilson, E. T. 2005. *Clarifier Design*. London : Mc Graw Hill Book Company.

Wallas, M. 1990/1988. *Chemical Process Equipment*. Butterworth-Heinemann : Boston.

Yang R. C. A, Dkk. 1988. *Appl. Env. Microbiol.*, **54** : 1023-1029.

Yankov Dkk. 1986. *Study Of Optimum Conditions And Kinetics Of Starch Hydrolysis By Means Of Thermostable-Amylase*. *Enzyme Microbiology Technology Journal*.

Yaws, Carl L., 1999. *Handbook Of Chemical Compound Data For Process Safety*. Gulf Publishing Company. Huston, Texas.

Yulianto, W.A. 2001. *Pengaruh Ph, Kadar Xilosa Dan Kadar Glukosa Terhadap Produksi Xylitol Oleh Candida Shehatae Way 08*. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. Vol Xii. No.2. Hal.157-162.

Yuliarsi, Y., Dan Lestari, S. 2003. *Efek Permen Karet Yang Mengandung Xylitol Dan Sorbitol Terhadap Plak Gigi Dan Gingivitis*. JITEKGI FKGUPDM.