

**PRARANCANGAN PABRIK n-BUTIL ETANOAT DARI ASAM  
ASETAT DAN BUTIL ALKOHOL DENGAN  
KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN  
(Prarancang Menara Distilasi (MD-301))**

**(Skripsi)**

**Oleh  
TALITA FREYA LIDIAN  
(1415041060)**



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

## ABSTRACT

### FACTORY DESIGN OF N-BUTYL ETHANOATE FROM ACETIC ACID AND BUTYL ALCOHOL WITH CAPACITY 46,000 TONS/YEAR (Distillation Tower Design (MD-301))

By  
TALITA FREYA LIDIAN

N-Butyl Ethanoate is one of the chemical industry products that is used as a solvent, paint, coating agents. N-Butyl Ethanoate can be produced by several processes, namely the esterification process of anhydride acid and butyl alcohol, the esterification process of acetic acid and butyl alcohol, and the esterification process of acetic acid and butyl alcohol. The provision of factory utility unit in the form of water treatment and supply systems, steam supply systems, cooling water, and power generation systems.

The production capacity of the N-Butyl Ethanoate plant is planned for 46,000 tons/year with 330 working days in a year. The location of the factory is planned to be established in the Manyar area, Gresik, East Java. The workforce needed is 180 people in the form of a limited liability company (PT) with a line and staff organizational structure.

From the economic analysis, it is obtained that :

Fixed Capital Investment	(FCI)	= Rp 2,528,050,756,785.49
Working Capital Investment	(WCI)	= Rp 446,126,604,138.62
Total Capital Investment	(TCI)	= Rp 2,974,177,360,924.11
Break Even Point	(BEP)	= 46%
Shut Down Point	(SDP)	= 27%
Pay Out Time before taxes	(POT) <sup>b</sup>	= 2,331 years
Pay Out Time after taxes	(POT) <sup>a</sup>	= 2,753
years Return on Investment before taxes	(ROI) <sup>b</sup>	= 28%
Return on Investment after taxes	(ROI) <sup>a</sup>	= 22%
Discounted cash flow	(DCF)	= 22.78%

Based on the explanations above, the establishment of the N-Butyl Ethanoate plant deserves to be studied further, because it is a profitable factory from an economic point of view and has relatively good prospects.

## ABSTRAK

### PRARANCANGAN PABRIK N-BUTIL ETANOAT DARI ASAM ASETAT DAN BUTIL ALKOHOL DENGAN KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN (Perancangan Menara Distilasi 301 (MD-301))

Oleh

TALITA FREYA LIDIAN

N-Butil Etanoat merupakan salah satu produk industri kimia yang digunakan sebagai bahan *solvent*, *cat*, *coating agents*. N-Butil Etanoat dapat diproduksi dengan beberapa proses yaitu proses estrifikasi dari asam anhidrid dan butil alkohol, proses estrifikasi dari asam asetat dan butil alkohol, serta proses estrifikasi dari asam asetat dan butilen. Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik berupa sistem pengolahan dan penyediaan air, sistem penyediaan *steam*, *cooling water*, dan sistem pembangkit tenaga listrik.

Kapasitas produksi pabrik N-Butil Etanoat direncanakan 46.000 ton/tahun dengan 330 hari kerja dalam 1 tahun. Lokasi pabrik direncanakan didirikan di daerah Manyar, Gresik, Jawa Timur. Tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 180 orang dengan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*.

Dari analisis ekonomidiperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI)	= Rp 2.528.050.756.785,49
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI)	= Rp 446.126.604.138,62
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI)	= Rp 2.974.177.360.924,11
<i>Break Even Point</i>	(BEP)	= 46%
<i>Shut Down Point</i>	(SDP)	= 27%
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) <sub>b</sub>	= 2,331 years
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) <sub>a</sub>	= 2,753 years
<i>Return onInvestment before taxes</i>	(ROI) <sub>b</sub>	= 28%
<i>Return onInvestment after taxes</i>	(ROI) <sub>a</sub>	= 22%
<i>Discounted cash flow</i>	(DCF)	= 22,78%

Berdasarkan beberapa paparan di atas, maka pendirian pabrik N-Butil Etanoat ini layak untuk dikaji lebih lanjut, karena merupakan pabrik yang menguntungkan dari sisi ekonomi dan mempunyai prospek yang relatif cukup baik.

**PRARANCANGAN PABRIK n-BUTIL ETANOAT DARI ASAM  
ASETAT DAN BUTIL ALKOHOL DENGAN  
KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN  
(Prarancang Menara Distilasi (MD-301))**

**Oleh  
TALITA FREYA LIDIAN  
(1415041060)**

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
Sarjana Teknik  
Pada  
Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Lampung

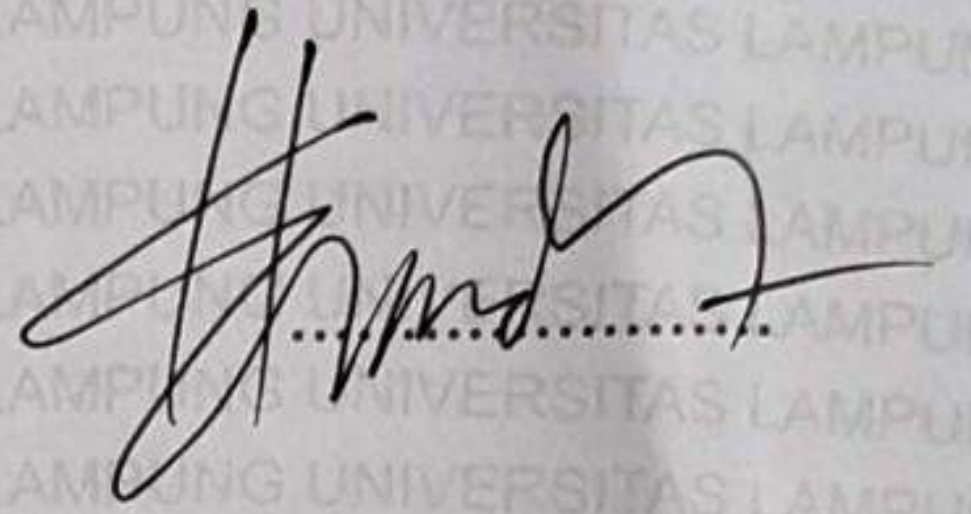


**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

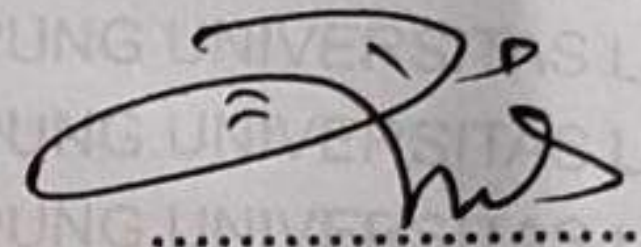
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

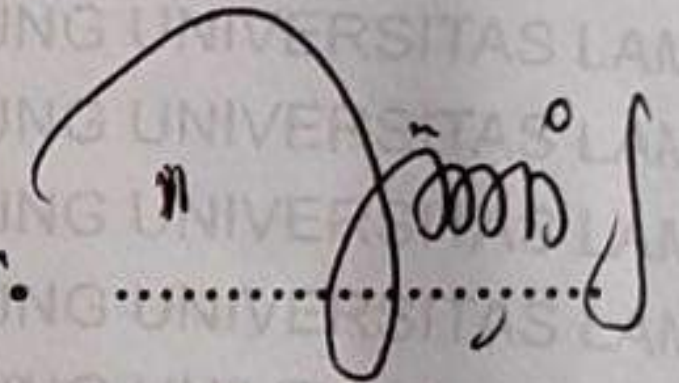
**Ketua : Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.**



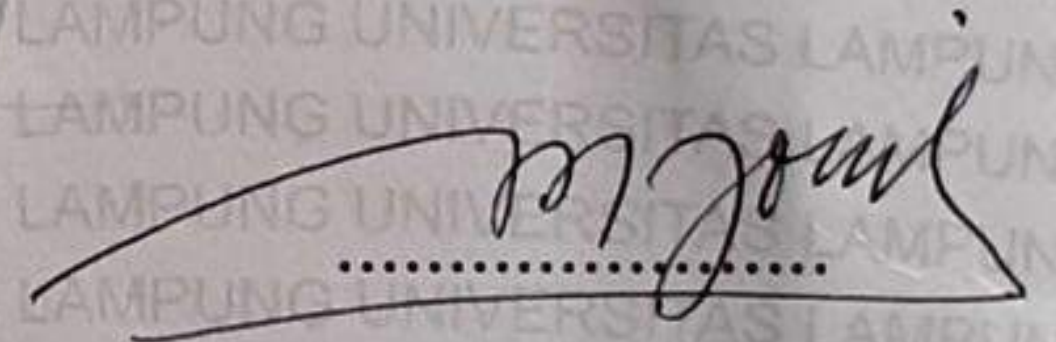
**Sekretaris : Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dr. Eng. Dewi Agustina I, S.T., M.T.**



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



**2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN. Eng.**  
NIP. 196207171987031002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Oktober 2021**

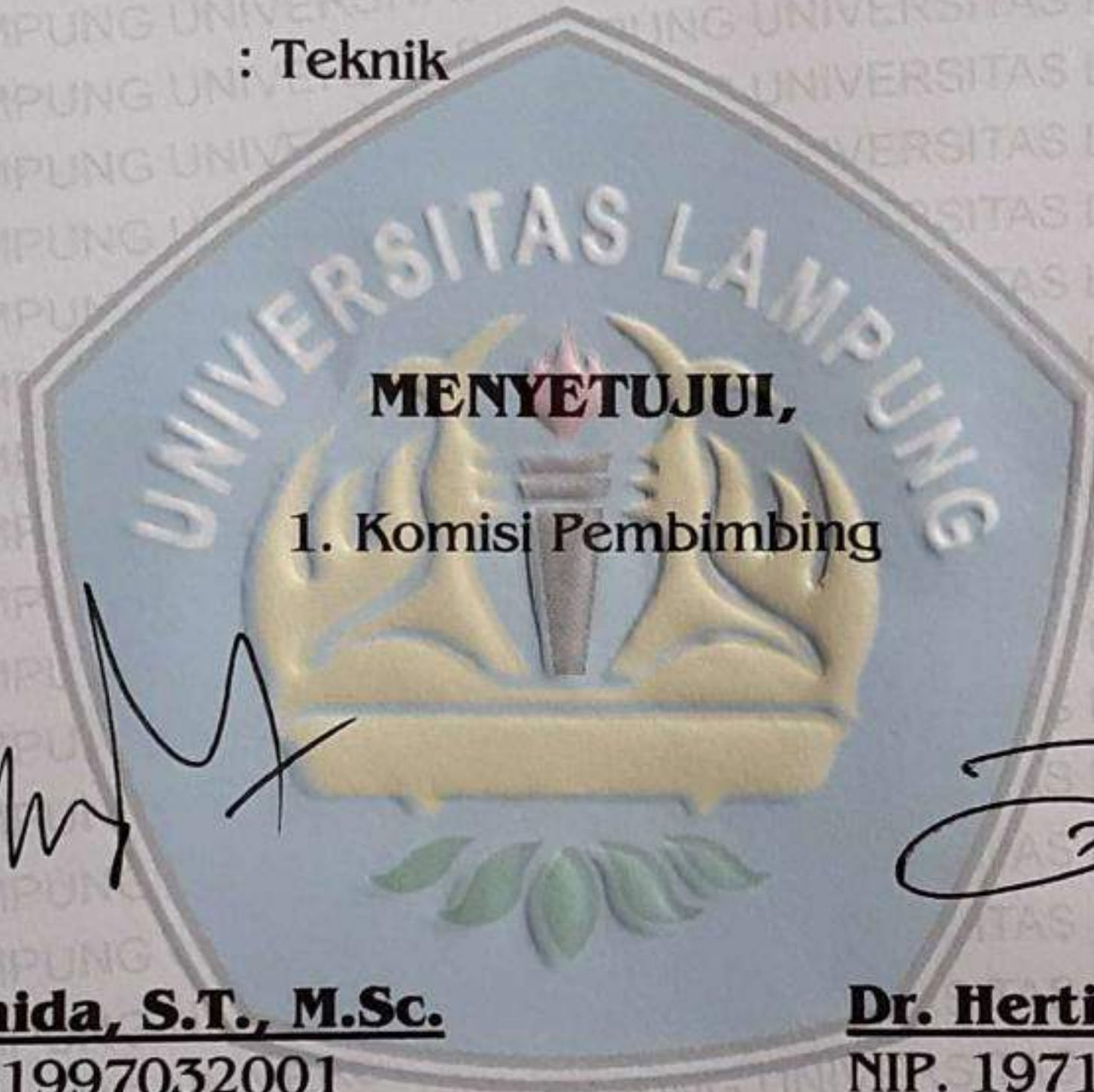
Judul Skripsi : **PRARANCANGAN PABRIK n-BUTIL ETANOAT  
DARI ASAM ASETAT DAN BUTIL ALKOHOL  
DENGAN KAPASITAS 46.000 TON/TAHUN  
(Perancangan Menara Distilasi (MD-301))**

Nama Mahasiswa : **Talita Freya Lidian**

No. Pokok Mahasiswa : 1415041060

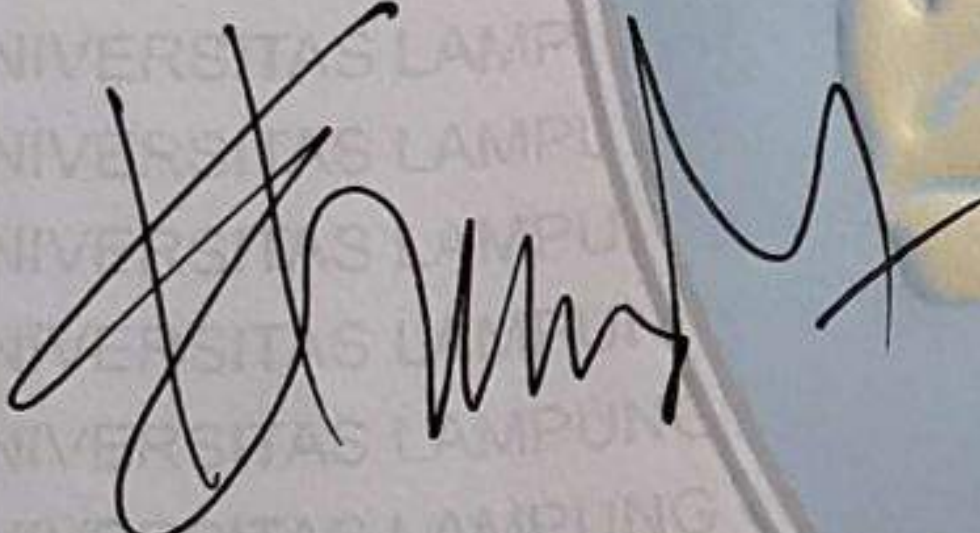
Program Studi : Teknik Kimia

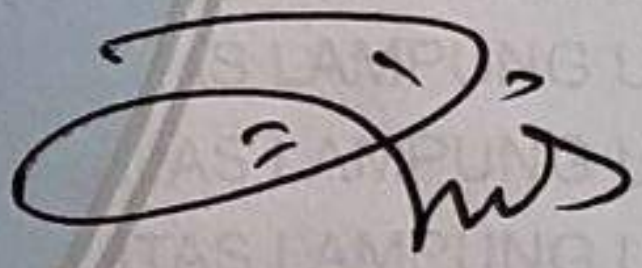
Fakultas : Teknik



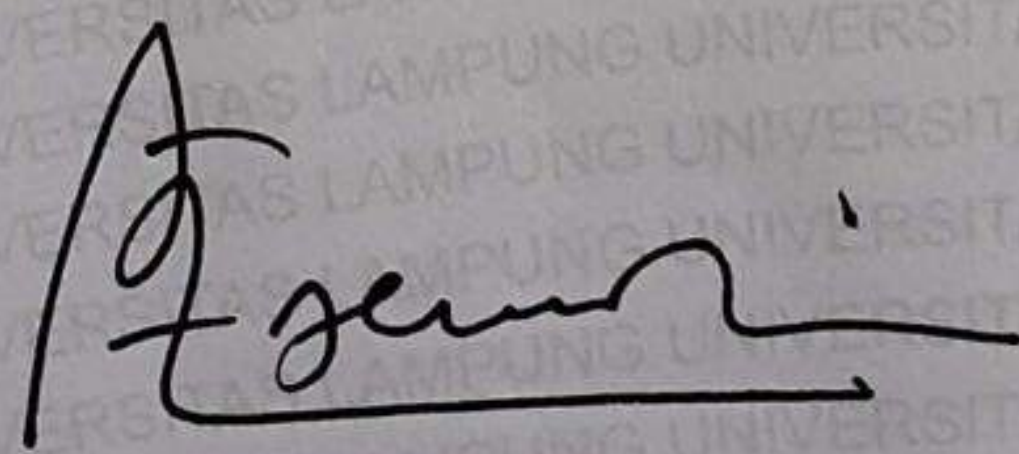
**MENYETUJUI,**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.**  
NIP. 196902081997032001

  
**Dr. Herti Utami, S.T., M.T.**  
NIP. 197112192000032001

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

  
**Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T.**  
NIP. 197209281999031001

## 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

Bandarlampung, 22 November 2021



Talita Freya Lidian

NPM.1415041060



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro pada tanggal 24 Agustus 1996, anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Sofyan dan Ibu Lida Limawati.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Pertiwi Teladan Metro Pusat pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Metro pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Metro pada tahun 2014.

Pada bulan Agustus 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Ujian Mandiri. Selama masa perkuliahan, penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai Staff Departemen Minat Bakat periode 2015/2016 dan pada periode 2016/2017 menjabat Sebagai Staff Departemen Kesekretariatan.

Pada periode 1 bulan Januari sampai Februari 2018, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pardasuka, Kabupaten Pringsewu. Pada bulan Januari 2019, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Semen Baturaja (Persero) Tbk dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja *Grate Cooler*”. Pada tahun 2018, penulis

juga melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Sorbitol dan Penguat Nanoserat Selulosa dalam Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum”.

## *Motto*

*“ Ora et Labora “*

*~St. Benedict~*

*“Belajarliah dari kemarin, hiduplah untuk hari ini,  
berharaplah untuk besok”*

*~Albert Einstein~*

# *Sebuah Karya Kecilku...*

*Dengan rasa syukur dan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya kecilku ini kepada:*

*Papa Mama*

*Terima kasih atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dan keikhlasannya.  
Terima kasih sudah percaya dan sabar menunggu.  
Ini hanyalah sebuah karya kecil yang tidak bisa dibandingkan dengan  
berjuta-juta pengorbanan dan kasih sayang  
yang tidak pernah berakhir.*

## SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik n-Butil Etanoat dari Asam Asetat dan Butil Alkohol Kapasitas 46.000 Ton/Tahun” dengan baik. Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat ke sarjanaan (Strata-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam penyusunan dan penulisan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bimbingan, dukungan, dan dorongan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ahmad Zaenudin, S.Si., M.T. selaku Plt Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung.
2. Ibu Dr. Lilis Hermida, S.T. M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing I atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kesabaran, kritik dan saran, selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Herti Utami, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kritik dan saran selama pengerjaan tugas akhir ini.

4. Ibu Dr. Eng. Dewi Agustina I, S.T., M.T. sebagai Dosen Penguji I, yang telah memberikan ilmu, kritikan, saran, nasehat dan koreksi terhadap tugas akhir saya, sehingga menjadi suatu karya yang lebih baik lagi.
5. dan Bapak Muhammad Hanif, S.T., M.T. sebagai Dosen Penguji II, yang telah memberikan ilmu, kritikan, saran, nasehat dan koreksi terhadap tugas akhir saya, sehingga menjadi suatu karya yang lebih baik lagi.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. Papa, Mama, Clarissa dan Lenka terima kasih atas cinta yang tulus, doa, dukungan, bantuan moril dan materiil serta kesabaran menunggu penulis menyelesaikan perkuliahan ini.
8. *“I want to thank me for believing in me, I want to thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for being me at all times”* - Freya
9. Tri Wiranti *partner* tugas akhirku, terima kasih sudah selalu sabar menghadapi sikap penulis. Terima kasih tanpa bantuanmu, mungkin penulis tidak bisa menyelesaikan semua ini.
10. Naftalia Ariska, Fransisca Rica, Ratna serta Devi. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014, terima kasih telah memberikan kebaikan, dukungan, serta semangat buat penulis.
12. Semua pihak-pihak yang telah membantu baik dalam pelaksanaan maupun proses penyelesaian tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Terima kasih banyak.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan karena ilmu dan pengetahuan yang masih terbatas. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dapat berguna bagi mereka yang memerlukannya.

Bandarlampung, 22 November 2021

Penulis,

Talita Freya Lidian

## DAFTAR ISI

### Halaman

<i>COVER</i> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
<i>COVER DALAM</i> .....	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	v
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>PERNYATAAN</b> .....	vii
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	viii
<b>MOTTO</b> .....	x
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	xi
<b>SANWACANA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xx
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxvii

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kegunaan Produk .....	2



1.3. Ketersediaan Bahan Baku .....	3
1.4. Kapasitas Pabrik .....	3
1.5. Lokasi Pabrik.....	8

## **BAB II DESKRIPSI PROSES**

2.1 Jenis-Jenis Proses.....	11
2.2 Perbandingan Proses.....	13
2.2.1 Tinjauan Ekonomi .....	13
2.2.2 Tinjauan Termodinamika .....	21
2.2.3 Perbandingan Proses .....	27
2.3 Deskripsi Proses .....	28
2.3.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku.....	28
2.3.2 Tahap Pembentukan Produk dan Pemisahan Produk .....	30
2.3.3 Tahap Pemurnian Produk .....	32

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

3.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	35
3.1.1 Asam Asetat .....	35
3.1.2 Butil Alkohol.....	36
3.2. Spesifikasi Bahan Penunjang .....	37
3.2.1 Asam Sulfat .....	37
3.2.2 Natrium Hidroksida.....	38
3.3. Spesifikasi Produk.....	39
3.3.1 N-Butil Etanoat .....	39

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

4.1 Neraca Massa .....	40
4.2 Neraca Energi .....	46

## **BAB V SPESIFIKASI ALAT**

5.1 Spesifikasi Alat Proses.....	54
----------------------------------	----

## **BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH**

6.1 Unit Penyedia Air .....	87
6.2 Unit Penyedia Tenaga Listrik .....	96
6.3 Unit Penyedia Udara Instrumen.....	101
6.4 Unit Penyedia Bahan Bakar .....	102
6.5 Laboratorium.....	103
6.6 Instrumentasi dan Pengendalian Proses .....	117

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

7.1 Lokasi pabrik .....	109
7.2 Tata Letak Pabrik.....	112
7.3 Estimasi Area Pabrik.....	116
7.4 Tata Letak Peralatan Proses .....	117

## **BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI PERUSAHAAN**

8.1 Bentuk Perusahaan.....	120
8.2 Struktur Organisasi Perusahaan .....	123
8.3 Tugas dan Wewenang .....	126

8.3.1 Pemegang Saham .....	126
8.3.2 Dewan Komisaris.....	127
8.3.3 Dewan Direksi .....	127
8.3.4 Kepala Bagian.....	129
8.4 Status Karyawan dan Sistem Penggajian .....	134
8.4.1 Karyawan Tetap .....	135
8.4.2 Karyawan Harian .....	135
8.4.3 Karyawan Borongan .....	135
8.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	135
8.5.1 Karyawan Reguler .....	135
8.5.2 Karyawan Shift .....	136
8.6 Penggolongan Jabatan dan Jumlah Karyawan .....	138
8.6.1 Penggolongan Jabatan.....	138
8.6.2 Perincian Jumlah Karyawan .....	139
8.6.3 Penggolongan dan Gaji .....	142
8.7 Kesejahteraan Karyawan .....	143
8.8 Cuti.....	143
8.9 Pakaian Kerja .....	144
8.10 Pengobatan.....	144
8.11 Kesehatan dan Keselamatan Kerja.....	144

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

9.1 Investasi .....	148
9.2 Evaluasi Ekonomi .....	152
9.3 Angsuran Pinjaman .....	154

9.4 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF) .....	154
9.5 Penentuan Tingkat Resiko Pabrik .....	156

## **BAB X KESIMPULAN DAN SARAN**

10.1 Kesimpulan .....	157
10.2 Saran .....	158

## **DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN A (PERHITUNGAN NERACA MASSA)**

**LAMPIRAN B (PERHITUNGAN NERACA ENERGI)**

**LAMPIRAN C (SPESIFIKASI PERALATAN)**

**LAMPIRAN D (PERHITUNGAN UTILITAS)**

**LAMPIRAN E (INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI)**

**LAMPIRAN F (TUGAS KHUSUS)**

***FLAWSHEET***

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1.1 Data Impor N-Butil Etanoat di Indonesia .....	4
1.2 Data Ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia.....	5
1.3 Data Produksi N-Butil Etanoat di Indonesia.....	7
2.1 Harga Bahan Baku dan Produk.....	14
2.2 Nilai $\Delta H^{\circ}_f$ dan $\Delta G^{\circ}_f$ Komponen pada Kondisi Standar (283K) .....	22
2.3 Nilai Konstanta A, B, C dan D Masing-Masing Komponen .....	25
2.4 $\Delta H_R$ dan $\Delta G_R$ .....	26
2.5 Perbandingan Proses Pembuatan N-Butil Etanoat .....	27
4.1 Neraca Massa di Raktor (RE-201) .....	42
4.2 Neraca Massa di Reaktor (RE-202) .....	43
4.3 Neraca Massa di <i>Mixing Tank</i> (MT-101).....	43
4.4 Neraca Massa di <i>Netralizer</i> (NE-201).....	43
4.5 Neraca Massa Total di <i>Decanter</i> (DC-301) .....	44
4.6 Neraca Massa Menara Distilasi (MD-301) .....	44
4.7 Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-301) .....	45
4.8 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-301) .....	45
4.9 Neraca Massa <i>Adsorber</i> (AD-301).....	46
4.10 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-101) .....	46

4.11 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-102) .....	47
4.12 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-103) .....	47
4.13 Neraca Panas (RE-201).....	48
4.14 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-201) .....	48
4.15 Neraca Panas <i>Mixing Tank</i> (MT-101) .....	49
4.16 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-202).....	49
4.17 Neraca Panas <i>Neutralizer</i> (NE-203) .....	49
4.18 Neraca Panas <i>Decanter</i> (DC-301) .....	50
4.19 Neraca Panas Pompa (PP-204) .....	50
4.20 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-104) .....	51
4.21 Neraca Panas Destilasi (DC-301) .....	51
4.22 Neraca Panas <i>Pressure Reducing Valve</i> (V-101) .....	51
4.23 Neraca Panas <i>Pressure Reducing Valve</i> (V-102) .....	52
4.24 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-203) .....	52
4.25 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-204) .....	53
4.26 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CO-205) .....	53
5.1 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-101) .....	54
5.2 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-102) .....	55
5.3 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-103) .....	55
5.4 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-104) .....	56
5.5 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-101).....	57
5.6 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-102).....	58
5.7 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-103).....	59
5.8 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-104).....	59

5.9 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-201).....	60
5.10 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-202) .....	61
5.11 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-204) .....	62
5.12 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-205) .....	63
5.13 Spesifikasi Reaktor (RE-201).....	64
5.14 Spesifikasi <i>Hopper</i> (HO-101).....	65
5.15 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i> (SC-101) .....	65
5.16 Spesifikasi <i>Bucked Elevator</i> (BE-101).....	66
5.17 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-101) .....	67
5.18 Spesifikasi <i>Neutralizer</i> (NE-203) .....	68
5.19 Spesifikasi <i>Decanter</i> (DC-301) .....	68
5.20 Spesifikasi Menara Destilasi (MD-301) .....	69
5.21 Spesifikasi <i>Reboiler</i> (RB-301).....	70
5.22 Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-301).....	71
5.23 Spesifikasi <i>Accumulator</i> (AC-301).....	72
5.24 Spesifikasi <i>Reducing Valve</i> (PRV-101).....	73
5.25 Spesifikasi <i>Reducing Valve</i> (PRV-102).....	74
5.26 Spesifikasi Adsorber (AD-301) .....	74
5.27 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-203) .....	75
5.28 <i>Lagoon</i> (L-301).....	76
5.29 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101).....	77
5.30 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102).....	78
5.31 Spesifikasi Pompa Proses (PP-103).....	79
5.32 Spesifikasi Pompa Proses (PP-104).....	80

5.33 Spesifikasi Pompa Proses (PP-201).....	81
5.34 Spesifikasi Pompa Proses (PP-202).....	82
5.35 Spesifikasi Pompa Proses (PP-203).....	83
5.36 Spesifikasi Pompa Proses (PP-204).....	84
5.37 Spesifikasi Pompa Proses (PP-205).....	85
5.38 Spesifikasi Pompa Proses (PP-206).....	86
6.1 Kebutuhan Air Umum.....	88
6.2 Kebutuhan Air untuk <i>Cooling Water</i> .....	89
6.3 Kebutuhan Air Umpan <i>Boiler</i> .....	92
6.4 Kebutuhan Air Proses .....	94
6.5 Kebutuhan Air Pemadam Kebakaran.....	95
6.6 Kebutuhan Penerangan Bangunan .....	96
6.7 Kebutuhan Penerangan Area Luar Bangunan .....	98
6.8 Kebutuhan Listrik untuk Alat Proses .....	99
6.9 Kebutuhan Listrik untuk Alat Utilitas.....	100
6.10 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian.....	108
6.11 Pengendalian Variabel Utama Proses.....	108
7.1 Perincian Luas Area Pabrik N-Butil Etanoat .....	116
8.1 Jadwal Kerja Masing-Masing Regu.....	137
8.2 Perincian Tingkat Pendidikan .....	138
8.3 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Proses.....	140
8.4 Jumlah Operator Berdasarkan Jenis Alat Utilitas .....	141
8.5 Perincian Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan.....	141
9.1 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	148



9.2 <i>Manufacturing Cost</i> .....	149
9.3 <i>General Expenses</i> .....	150
9.4 Biaya Administratif.....	151
9.5 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi .....	155

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1.1 Grafik Kebutuhan N-Butil Etanoat (Impor) di Indonesia .....	4
1.2 Grafik Ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia.....	6
2.1 Diagram Alir Proses Pembuatan N-Butil Etanoat.....	34
7.1 Tata Letak Pabrik .....	115
7.2 Tata Letak Alat Proses .....	118
7.3 Peta Kabupaten Gresik.....	118
7.4 Area Pabrik di Kabupaten Gresik (Google Map, 2021).....	119
8.1 Struktur Organisasi Perusahaan .....	125
9.1 Grafik Analisa Ekonomi .....	154
9.2 Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> .....	155

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang, dimana peningkatan pada berbagai bidang terus dilakukan, salah satunya industri yang bersifat padat modal dan teknologi, dengan harapan Indonesia mampu bersaing dengan negara-negara maju lainnya. Pemenuhan kebutuhan bahan baku penunjang industri Indonesia masih bergantung kepada negara lain, salah satunya adalah N-Butil Etanoat.

Kebutuhan akan N-Butil Etanoat selalu meningkat disetiap tahunnya. Ditandai dengan semakin meningkatnya nilai impor dan terus menurunnya nilai ekspor. N-Butil Etanoat ( $C_6H_{12}O_2$ ) merupakan senyawa ester asetat yang berfungsi sebagai pelarut, *coating agents* (bahan pelapis), bahan agen ekstraksi dan bahan aditif. N-Butil Etanoat memiliki bentuk cair, tidak berwarna, memiliki aroma manis seperti buah, serta mudah larut dalam alkohol, keton, glikol, dan ester, sangat sedikit larut dalam air. Memiliki titik didih  $126^{\circ}C$ , titik lebur  $-78^{\circ}C$ , kepadatan  $882 \text{ kg/m}^3$ , massa molar  $116,16 \text{ g/mol}$ .

Berdasarkan hal tersebut, dilihat dari fungsinya yang beragam dan kebutuhan N-Butil Etanoat yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, sehingga pendirian pabrik N-Butil Etanoat merupakan alternatif yang baik. Maka dari itu pendirian pabrik ini diharapkan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan N-Butil Etanoat di Indonesia sehingga mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri.
2. Memberi kesempatan pada industri-industri yang menggunakan N-Butil Etanoat untuk mengembangkan produksinya dan memperoleh N-Butil Etanoat dengan mudah dan murah tanpa harus mengimpor.
3. Dapat merangsang berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan N-Butil Etanoat sebagai bahan baku.
4. Membuka lapangan pekerjaan kepada penduduk sekitar wilayah industri yang akan didirikan.

## **1.2 Kegunaan Produk**

1. Pelarut (*solvent*) : Pelarut dalam proses pelapisan resin, *urethane*, *cellulosic*, *acrylic*, dan *vinyl*. Sebagai bahan alternatif pelarut pengganti dari pelarut yang sifatnya berbahaya dan beracun seperti toluen, *xylene*, *methyl isobutyl keton* (MIBK), *methyl ethyl keton* (MEK).
2. *Coating Agents* (bahan pelapis) : Sebagai pelapis untuk melapisi permukaan seperti furniture kayu, kaleng dan penutupnya, melapisi bagian atas otomotif, dan pelapis dalam bidang perkapalan.

3. Bahan pembersih : Sebagai bahan penghapus cat kuku.

### **1.3 Ketersediaan Bahan Baku**

Ketersediaan bahan baku yang digunakan pada pabrik ini yaitu:

1. Butil alkohol dalam bentuk cair diperoleh dari PT Petro Oxo Nusantara Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun dan PT. Eastman Chemical, Longview Texas dengan kapasitas 137.000 ton/tahun.
2. Asam asetat dalam bentuk cair diperoleh dari PT Indo Acidatama Solo, Jawa Tengah dengan kapasitas produksi 33.000 ton/tahun dan PT Aneka Kimia Surabaya, Jawa Timur dengan kapasitas 16.000 ton/tahun.
3. Asam sulfat sebagai katalis dalam bentuk cair diperoleh dari PT Petro Kimia Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas produksi 510.000 ton/tahun.
4. Natrium hidroksida dalam bentuk padat diperoleh dari PT Asahimas Chemical Cilegon, Banten dengan kapasitas produksi 500.000 ton/tahun.

### **1.4 Kapasitas Pabrik**

Kapasitas produksi pabrik ditentukan oleh data impor, data ekspor, kebutuhan konsumsi dalam negeri dan data produksi dari pabrik yang telah ada sebagaimana dapat dilihat pada data berikut:

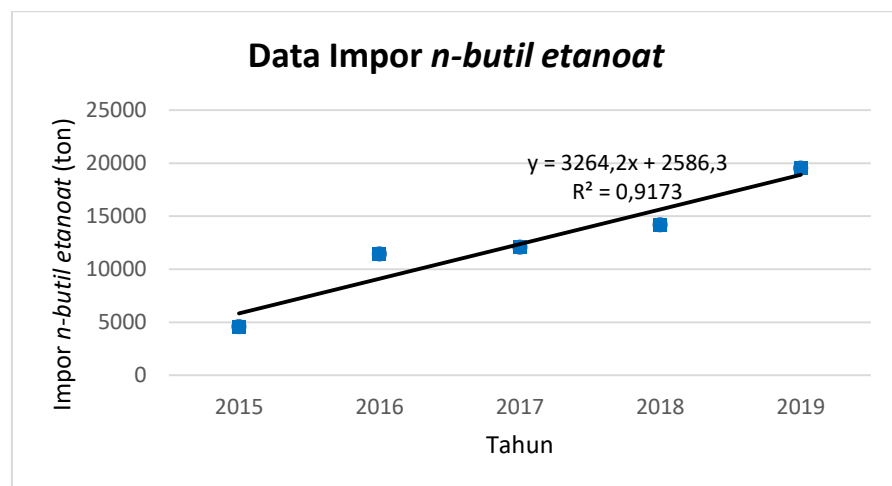
## 1. Data Impor

**Tabel 1.1 Data Impor N-Butil Etanoat di Indonesia**

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2015	4.595,03
2016	11.455,16
2017	12.098,30
2018	14.203,56
2019	19.541,59

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Data Badan Pusat Statistik di Indonesia menunjukkan bahwa kebutuhan N-Butil Etanoat di Indonesia setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan. Data pada tabel 1.1 dapat disajikan dalam grafik pada Gambar 1.1 berikut:



**Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan N-Butil Etanoat (Impor) di Indonesia**

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan data kebutuhan (impor) N-Butil Etanoat di Indonesia akan didapatkan kapasitas pabrik dengan cara persamaan garis lurus.

Pada Gambar 1.1 sumbu x merupakan tahun impor N-Butil Etanoat.

Berdasarkan data-data yang sudah diplotkan pada Gambar 1.1 dilakukan pendekatan polinomial,  $y = ax + b$

Dimana :  $y =$  kebutuhan impor N-Butil Etanoat (ton/tahun)

$x =$  tahun impor N-Butil Etanoat

Melalui perhitungan persamaan di atas diperoleh persamaan  $y = 3264,2x + 2586,3$  yang dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan N-Butil Etanoat di Indonesia pada tahun 2025. Pada persamaan garis tersebut didapatkan prediksi jumlah kebutuhan N-Butil Etanoat di Indonesia sebesar 41.756,7 ton/tahun.

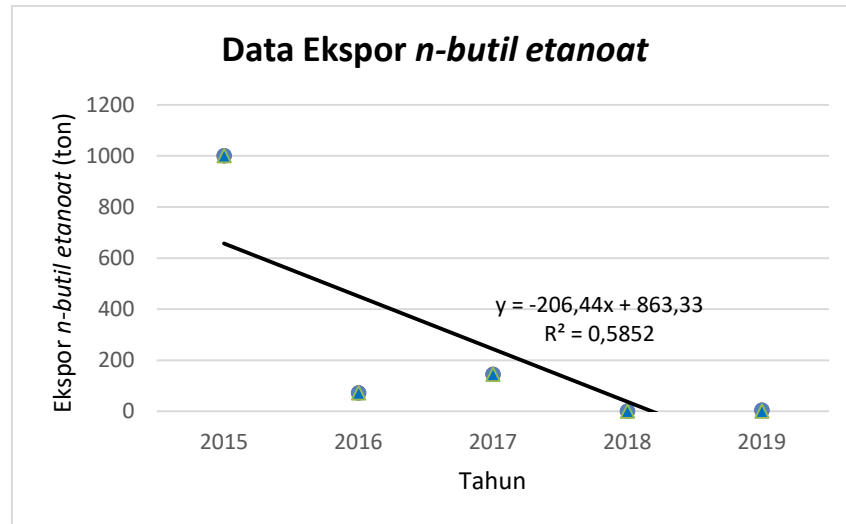
## 2. Data Ekspor

Data ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia pada beberapa tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 1.2 berikut:

**Tabel 1.2 Data Ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia**

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah (ton/tahun)</b>
2015	1000,01
2016	72
2017	144,18
2018	0
2019	3,79

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)



**Gambar 1.2 Grafik Ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia**

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Berdasarkan data ekspor dan produksi N-Butil Etanoat di Indonesia kapasitas pabrik dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan garis lurus.

Pada Gambar 1.2 sumbu x merupakan tahun ekspor N-Butil Etanoat. Berdasarkan data-data yang sudah diplotkan pada Gambar 1.2 dilakukan pendekatan polinomial,  $y = ax + b$

Dimana :  $y =$  kebutuhan impor N-Butil Etanoat (ton/tahun)

$x =$  tahun ekspor N-Butil Etanoat

Melalui perhitungan persamaan di atas diperoleh persamaan  $y = -206,44x + 863,33$  yang dapat digunakan untuk memprediksi ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia pada tahun 2025. Pada persamaan garis tersebut didapatkan prediksi ekspor N-Butil Etanoat di Indonesia sebesar -1.613,95 ton/tahun,



karena hasilnya minus dapat disimpulkan bahwa tidak ada N-Butil Etanoat yang di ekspor pada tahun 2025 maka nilainya dianggap 0.

### 3. Data Konsumsi

Karena tidak ditemukan data detail kebutuhan jumlah konsumsi N-Butil Etanoat di Indonesia, maka untuk data konsumsi N-Butil Etanoat di Indonesia pada tahun 2025 dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi (C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2\text{) tahun 2025} &= (\text{Data Impor tahun 2025} + \text{Data} \\ &\quad \text{Produksi tahun 2025}) - \text{Data Ekspor} \\ &\quad \text{tahun 2025} \\ &= (41.756,7 + 18.000 - 0) \text{ ton/tahun} \\ &= 59.756,7 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

### 4. Data Produksi

Pabrik N-Butil Etanoat yang sudah beroperasi di Indonesia adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.3 Data Produksi N-Butil Etanoat di Indonesia**

No	Nama Pabrik	Produksi C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
		(ton/tahun)
1	PT Continental Solvindo	18.000

(Sumber : [www.kemenperin.go.id/direktori-perusahaan](http://www.kemenperin.go.id/direktori-perusahaan), 2020)

Berdasarkan data impor, ekspor, produksi dan konsumsi, kemudian ditentukan besarnya kapasitas produksi. Adapun persamaan kapasitas produksi adalah sebagai berikut :

$$KP = K + I - P - E$$

Dimana :

KP = Kapasitas Produksi pada tahun 2025

K = Data Konsumsi pada tahun 2025

I = Data Impor pada tahun 2025

P = Data Produksi telah ada pada tahun 2025

E = Data Ekspor pada tahun 2025

Sehingga :

$$KP = K + I - P - E$$

$$KP = (59.756,7 + 41.756,7 - 18.000 - 0) \text{ ton/tahun}$$

$$KP = 83.513,4 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan pertimbangan di atas dan berbagai persaingan yang akan tumbuh pada tahun 2025 maka kapasitas pabrik N-Butil Etanoat ini pada tahun 2025 beroperasi 55% dari 83.513,4 ton/tahun yaitu 45.932,37 ton/tahun  $\approx$  46.000 ton/tahun. Didirikannya pabrik ini, diharapkan produksi N-Butil Etanoat di dalam negeri dapat lebih ditingkatkan dayagunanya.

## 1.5 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat penting pada suatu perancangan karena akan berpengaruh secara langsung terhadap kelangsungan hidup pabrik. Secara singkat dapat dikatakan bahwa orientasi perusahaan dalam menentukan lokasi pabrik yaitu untuk mendapatkan keuntungan teknis dan ekonomis yang seoptimal mungkin. Berdasarkan faktor-faktor di bawah ini maka pabrik yang akan didirikan berlokasi di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

### 1. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku, untuk menghemat biaya transportasi. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan N-Butil Etanoat adalah asam asetat dalam bentuk cair dari PT Indo Acidatama Solo, Jawa Tengah dan butil alkohol dalam bentuk cair diperoleh dari PT Petro Oxo Nusantara Gresik, Jawa Timur.

### 2. Pemasaran Produk

Lokasi pabrik yang dipilih harus dapat mempermudah transportasi dan pendistribusian barang sampai dengan tujuannya yang dapat memberikan efek terhadap waktu dan uang. Pemasaran hasil produksi untuk kebutuhan lokal tidak akan mengalami hambatan karena tersedianya sarana transportasi darat (jalan raya dan jalan kereta api), transportasi udara melalui bandara sedangkan untuk transportasi laut biasanya melalui pelabuhan.

### 3. Penyediaan Utilitas

Untuk menjalankan proses produksi pabrik diperlukan sarana pendukung seperti pembangkit tenaga listrik dan penyediaan air. Air untuk keperluan pabrik, baik untuk proses maupun untuk keperluan sanitasi dan lainnya perlu diperhatikan. Untuk penggunaannya, air ini harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi persyaratan terutama untuk keperluan proses dan *steam*. Sumber air diperoleh dari air sungai bengawan solo karena Gresik dekat sungai besar ini.

### 4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja termasuk hal yang sangat menunjang dalam operasional pabrik, tenaga kerja untuk pabrik ini dapat direkrut dari :

- a. Masyarakat sekitar pabrik.
- b. Tenaga ahli yang berasal dari daerah sekitar pabrik dan luar daerah.

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun yang belum terdidik.

### 5. Sosial Masyarakat

Pembangunan pabrik ini tidak akan mengganggu kehidupan masyarakat lingkungan sekitar, karena daerah yang dipilih merupakan daerah kawasan industri.

## **BAB X**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **10.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis pra-rancangan pabrik *N-Butil Etanoat* dari Asam Asetat dan Butil Alkohol dengan kapasitas produksi 46.000 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 Manyar, Propinsi Jawa Timur.
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 28% dan setelah pajak yaitu 22%.
  - b. *Pay out time* (POT) sebelum pajak dengan menggunakan metode linier adalah 2,331 tahun dan 2,753 tahun setelah pajak
  - c. *Break even point* (BEP) sebesar 46%, dimana syarat umum pabrik di Indonesia adalah 30 – 60 % kapasitas produksi untuk pabrik beresiko tinggi. Nilai *shut down point* (SDP) sebesar 27%, 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 22,78%, nilai DCF tersebut lebih besar dari pada suku bunga bank sekarang sehingga investor akan lebih memilih untuk berinvestasi ke pabrik ini *N-Butil Etanoat* dibandingkan ke *bank*.

## 10.2 Saran

Pabrik *N-Butil Etanoat* dari asam asetat dan butil alkohol dengan kapasitas produksi 46.000 ton/tahun per tahun sebaiknya dikaji lebih lanjut baik dari segi proses maupun ekonominya sebelum didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S, and Robert, D.N. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill : New York.
- Badger & Banchero. 1955. *Introduction to Chemical Engineering, Internasional Studen Edition*. Mc Graw-Hill : United States of America.
- Badger ,W.L. and Banchero, J.T. 1995. *Introduction to Chemical Engineering, International Student Edition*. McGraw Hill : Kogakusha Company. Tokyo.
- Branan, Carl. 2002. *Rules of Thumb for Chemical Engineers 3<sup>rd</sup> Edition*. Gulf Professional Publishing an impint of Elsevier Science : Amsterdam.
- Brown, G. 1950. *Unit Operations 6<sup>th</sup> Edition*. John Wiley & Sons : New York.
- Brown, G.G. 1956. *Unit Operation*. John Willey & Sons. Inc : New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Desaign 3<sup>rd</sup> Edition*. John Wiley & Sons : New York.

- Cheremisinoff, N.P. 2003. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann : Boston.
- Cheremisinoff, N.P. 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann : United States of America.
- Coulson, J.M, and Richardson, J.F. 1983. *Chemical Engineering Vol 6*. Pergamon Press Inc : New York.
- Coulson, J.M. and Richardson J.F., 1985. *An Introduction to Chemical Engineering Design, Volume 6*. Pergamon Press : Oxford.
- Coulson, J.M, and Richardson, J.F. 1989. *Chemical Engineering Vol 6*. Pergamon Press Inc : New York.
- Coulson, J.M, and Richardson, J.F. 2005. *Chemical Engineering Design Vol 6 4<sup>th</sup> Edition*. Butterworth-Heinemann : Washington.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton*.
- Erbar, R.C., and Maddox, R.N. 1962. *Minimum Reflux Rate for Multicomponent Distillation Systems by Rigorous Plate Calculation*. The Canadian Journal of Chemical Engineering, 40(1). 25-30.



Geankoplis, C.J. 1993. *Transport Process and Separation Process Principle 4<sup>th</sup> Edition*. Pearson Education International : New Jersey.

Geankoplis, C.J. 1983. *Transport Processes and unit Operation 3<sup>rd</sup> Edition*. Prentice Hall International Inc : United States of America.

Guyomarch, Julien and Kerfourn, O. 1999. *Dispersant and Demulsifiers*. Internasional Oil Spill Conference : France.

Hesse, H. C and J. Henry Rushton. 1945. *Process Equipment Design*. D. Van Nostrand Company, Inc : New York.

Hewitt, G.F and Spalding D.B. 1983. *Heat Exchanger Design Handbook*. Hemisphere Publishing Co : New York.

Himmelblau, D. 1996. *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*. Prentice Hall International Inc : New jersey.

Howard F. Rase. 1963. *Piping Design For Process Plant*. John Wiley & Sons Inc : Canada, USA.

<https://money.kompas.com>, diakses Juli 2021.

<https://nasional.kontan.co.id>, diakses Maret 2021.

<https://pertamina.com/>, diakses pada Juli 2021.

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sulfuric-acid>. *Material Safety Data Sheet Sulfuric acid*. 2020, diakses pada Januari 2020.

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Butyl-acetate>. *Material Safety Data Sheet Butyl Acetate*. 2020, diakses pada Januari 2020.

<http://water.me.vccs.edu/>, diakses pada Mei 2021.

<http://water.mecc.edu/>, diakses pada Mei 2021.

<http://water.memvccs.edu/>, diakses pada Mei 2021.

Joshi, M.V. 1976. *Process Equipment Design*. The Macmillan Company of India Limited : India.

Kakac, S, *et.all*. 2002. *Heat Exchanger: Selection, Rating and Thermal Design*. Boca Raton: CRC press.

Karassik, dkk. 2001. *Pump Handbook 3<sup>rd</sup> Edition*. Mc Grow Hill Company : New York.

Keputusan Kepala Bapedal No. 133. 2000. *Pedoman Umum dan Pedoman Teknis Laboratorium Lingkungan*. Jakarta.

Kern, D.Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Co : New York.

Kern, Donald Q. 1950. *Process Heat Transfer*. Mcgraw-Hill International Bok Co : Singapura.

Kister, H. 1992. *Distillation Design*. McGraw Hill : California.

Kirk and Othmer. 1998. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol. 4. 4<sup>ed</sup>.  
New York: John Wiley and Sons, Inc.

Kirk, K. E. and Othmer, D. F. 1981. *Encyclopedia of Chemical Technolog.*  
*3 edition. Volume 9, The Interscience Encyclopedia*. New York:  
John Wiley and Sons, Inc.

Leyes and Othmer, 1945. *Estrification Butanol and Acetic Acid*. Journal of  
Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 37, No. 10: Polytecnic  
Institue of Brooklyln.

Ludwig, E.E. 1964. *Applied Process Design for Chemical and  
Petrochemical Plants*. Vol I, II, III, : Houston. Gulf Publishing  
Company Inc.

Maps.google.co.id, diakses pada Juni 202.

McCabe, W.I. and Smith, J.C. 1985. *Unit Operation of Chemical  
Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill Book Company :  
Singapore.

McCabe, W.L and Smith, J.C. 1993. *Unit Operations of Chemical  
Engineering 5<sup>th</sup> Edition*. McGraw-Hill Inc : New York.

McCabe, L. Waren, E. Jasifi. 1999. *Operasi Teknik Kimia Jilid 2*. Erlangga.

Megyesy, Eugene.F. 1983. *Pressure Vessel Handbook 6<sup>th</sup> Edition*. Pressure Vessel Publishing Inc : United States of America.

Metcalf and Eddy. 1991. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse*. McGraw Hill : New York.

Moss, D. 2004. *Pressure Vessel Design Manual 3<sup>rd</sup> Edition*. Elsevier : USA.

Perry, R.H., and Don W.G. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.

Perry, R.H., and Don W.G. 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 7<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.

Perry, R.H., and Green, D.W. 1984. *Perry's Chemical Engineers Handbook 6<sup>th</sup> ed.* Mc. Graw Hill Co., International Student edition : Kogakusha, Tokyo.

Perry, R.H. and Green, D.W. 1950. *Perry's Chemical Engineer's Handbook 3<sup>th</sup> edition*. McGraw Hill Book Company : Tokyo.

Peter, M.S and Timmerhaus. K.D. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer 5<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.

Peter, M.S and Timmerhaus. K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer 4<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill : New York.

Portland Water Bureau. 2021. *Triannual Water Quality Analysis*. Portland Oregon.

Powell, S.T. 1954. *Water Conditioning for Industry*. McGraw Hill : New York.

Raju, B.S.N. 1995. *Water Supply and Wastewater Engineering*. McGraw-Hill : New Delhi.

Rase. 1977. *Chemical Reactor Design for Process Plant Vol. 1, Principles and Techniques*. John Wiley & Sons : New York.

Ratnasari. 2014. *Analisis Angkutan Sedimen Anak Sungai bengawan solo*. Universitas Sebelas Maret ; Surakarta.

Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau. 1976. *Elementary Principles of Chemical Process 2<sup>nd</sup> Edition*. John Willey and Sons : New York.

Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau. 2005. *Elementary Principles of Chemical Process 3<sup>rd</sup> Edition*. John Willey and Sons : New York.

Selker, A.H an Schleicher. C. H., 1965. *Factors Affecting which Phase will Disperse when Immiscible Liquids are Stired Together*. Can J ChemEng.

Severns, W.H, and Howard, E.D. 1939. *Steam, Air, and Gas Power*. John Willey and Sons : London.

Sinnott, R. K. 2005. *Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design vol. 6 4<sup>th</sup> Edition*. Elsevier Butterworth-Heinemann : Oxford.

- Sufnarski, MD. 1999. *The Regeneration of Granular Activated Carbon using Hydrothermal Technology*. Thesis. Universitas of Texas : Austin (US).
- Supian. 2021. *Saringan Pasir Cepat (Rapid Sand Filter)*.
- Smith, J.M & Van Ness, H.C. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. McGraw Hill : New York.
- Smith, Robin. 2005. *Chemical Process Design and Integration 5<sup>th</sup> Edition*. McGrawHill : New York.
- Stephenson, Richard and James Stuart. 1986. *Mutual Binary Solubilities : Water Alcohols and Water Ester*. Journal Chemical Engeneering : University of Connecticut, Storrs.
- Treybal, Robert E. 1981. *Mass Transfer Operations 3<sup>rd</sup> Edition*. McGraw Hill : NewYork.
- Treybal, R.E. 1980. *Mass Transfer Operation*. Mc. Graw-Hill Kogakusha Ltd : Tokyo.
- Tricia D. Butland. 2008. *Adsorption Removal of Tertiary Butyl Alcohol From Wastewater By Zeolite*. The Degree of Master of Science in Chemical Engineering at Worcester : Polytechnic Institute.
- Ulrich, G. D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design*. John Wiley& Sons : New York.

Ulrich, G. D. 1983. *A Guide to Chemical Engineering Process Design*. John Wiley & Sons : New York.

US Army Corps of Engineering, 1999. *HEC-HMS Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.

US Patent No.5302748. 1993. *Estrification Process*.

UU. No. 3. Tahun 1992. JAMSOSTEK

UU. No. 40. Tahun 2007. Peseroan Terbatas (UUPT)

Walas, S.M. 1988. *Chemical Process Equipment 3<sup>rd</sup> Edition*. Butterworths Seriesin Chemical Engineering : United States of America.

Walas, S.M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Butterworths-Heinemann :Washington.

Wang, L.K. 2008. *Gravity Thickener, Handbook of Enviromental Engineering Vol6<sup>th</sup>*. The Humana Press Inc : New Jersey.

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

[www.alibaba.com](http://www.alibaba.com), diakses pada Januari 2020.

[www.article.eonchemical.com](http://www.article.eonchemical.com), diakses pada Mei 2021.

[www.bi.go.id](http://www.bi.go.id), diakses pada Januari 2021.

[www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), diakses pada Januari 2020.

[www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci), diakses pada Juli 2021.

[www.icis.com](http://www.icis.com), diakses pada Januari 2020.

[www.imf.org](http://www.imf.org), diakses pada Juni 2021.

[www.indiamart.com](http://www.indiamart.com), diakses pada Juli 2021.

[www.indotrading.com](http://www.indotrading.com), diakses pada Juli 2021.

[www.kemenperin.go.id/direktori-perusahaan](http://www.kemenperin.go.id/direktori-perusahaan), diakses pada Januari 2020.

[www.kurs.web.id](http://www.kurs.web.id), diakses pada Juli 2021.

[www.lamundi.co.id](http://www.lamundi.co.id), diakses pada Juli 2021.

[www.matche.com](http://www.matche.com), diakses pada Juli 2021.

[www.pertamina.com](http://www.pertamina.com), diakses pada Mei 2021.

[www.sejarahnegara.com](http://www.sejarahnegara.com), diakses pada Januari 2021.

[www.smartlab.co.id](http://www.smartlab.co.id), *Material Safety Data Sheet Asam Asetat*.

2017, diakses pada Januari 2020.

[www.suezwaterhandbook.com](http://www.suezwaterhandbook.com), diakses pada Mei 2021.

Yaws, C.L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. McGraw-Hill Book Co

: NewYork.