

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL ETANOAT DARI ETANOL DAN
ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN
(Tugas Khusus Perancangan *Reactor* (RE-201))**

(Skripsi)

Oleh :

DEWI FATMAWATI



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

ABSTRAK

PRARANCANGAN PABRIK ETIL ETANOAT DARI ETANOL DAN ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN (Perancangan *Reactor* (RE-201))

Oleh
Dewi Fatmawati

Etil etanoat merupakan produk yang digunakan sebagai peralut cat, perekat, tinta, kosmetik dan basis film yang permintaannya terus meningkat. Pembangunan pabrik Etil etanoat dari etanol dan asam asetat akan dibangun di daerah Gresik, Jawa Timur. Pabrik ini direncanakan akan memproduksi etil etanoat sebanyak 35.000 ton/tahun yang akan beroperasi secara kontinyu dengan waktu operasi 24 jam/hari, dan 330 hari/tahun. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff* dengan jumlah karyawan 122 orang.

Penyediaan kebutuhan utilitas pabrik berupa pengadaan air, unit *hot oil*, udara instrumentasi dan listrik. Dari analisis ekonomi pabrik etil etanoat diperoleh:

<i>Fixed Capital Investment</i>	(FCI) = Rp. 621.106.846.700
<i>Working Capital Investment</i>	(WCI) = Rp. 109.607.090.594
<i>Total Capital Investment</i>	(TCI) = Rp. 730.713.937.294
<i>Break Even Point</i>	(BEP) = 32 %
<i>Shut Down Point</i>	(SDP) = 27 %
<i>Pay Out Time before taxes</i>	(POT) _b = 2,430 tahun
<i>Pay Out Time after taxes</i>	(POT) _a = 2,864 tahun
<i>Return on Investment before taxes</i>	(ROI) _b = 26 %
<i>Return on Investment after taxes</i>	(ROI) _a = 21 %
<i>Discounted Cash Flow</i>	(DCF) = 21,67 %

Berdasarkan paparan diatas, sudah selayaknya pendirian pabrik etil etanoat dari etanol dan asam asetat dapat dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

Kata Kunci : etanol, asam asetat, etil etanoat

ABSTRACT

PREDESIGN OF ETHYL ETHANOATE PLANT FROM ETHANOL AND ACETIC ACID CAPACITY 35.000 TONS/YEAR (Design of Reactor (RE-201))

By
Dewi Fatmawati

Ethyl ethanoate are products used as solvent for paints, adhesives, ink, cosmetics, and film base whose increasing demand. The construction of ethyl ethanoate plant from ethanol and acetic acid will be built in The Gresik, East Java. The Plant is planned to produce ethyl ethanoate 35.000 tons/year, with time operation 24 hours/day, and 330 days on year. The business entity from of this plant is Limited Liability Company (Ltd) using line and staff organizational structure with 122 labors.

Provision of utility plant needs are water supply, hot oil, air instrumentation and power generation. From the economic analysis of ethyl ethanoate plant is obtained :

Fixed Capital Investment	(FCI) = Rp. 621.106.846.700
Working Capital Investment	(WCI) = Rp. 109.607.090.594
Total Capital Investment	(TCI) = Rp. 730.713.937.294
Break Even Point	(BEP) = 32 %
Shut Down Point	(SDP) = 27 %
Pay Out Time before taxes	(POT) _b = 2,430 years
Pay Out Time after taxes	(POT) _a = 2,864 years
Return on Investment before taxes	(ROI) _b = 26 %
Return on Investment after taxes	(ROI) _a = 21 %
Discounted Cash Flow	(DCF) = 21,67 %

Consider the summary above, it is proven establishment of ethyl ethanoate plant from ethanol and acetic acid can be studied further from the process and economics.

Keyword : ethanol, acetic acid, ethyl ethanoate

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL ETANOAT DARI ETANOL DAN
ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN
(Tugas Khusus Perancangan *Reactor* (RE-201))**

Oleh :

DEWI FATMAWATI

(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**

2021

**Judul Skripsi : PRARANCANGAN PABRIK ETIL ETANOAT
DARI ETANOL DAN ASAM ASETAT DENGAN
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN
(Perancangan Reactor (RE-201))**

Nama Mahasiswa : Dewi Fatmawati

No. Pokok Mahasiswa : 1415041013

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



Dr. Hertl Utami, S.T., M.T.
NIP. 197112192000032001

Yuli Darni, S.T., M.T.
NIP.197407122000032001

2. Plt. Ketua Jurusan Teknik Kimia

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

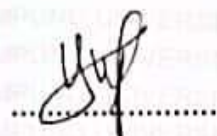
Ketua

: Dr. Hertl Utami, S.T., M.T.



Sekretaris

: Yuli Darni, S.T., M.T.




Penguji

Bukan Pembimbing


: Edwin Azwar, S.T., M.TA., Ph.D.



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



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN. Eng. *ze*

NIP. 196207171987031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 25 Juni 2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan 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, 12 Juli 2021



Dewi Fatmawati

NPM. 1415041013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung tanggal 23 Mei 1996, anak terakhir dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Sukardji dan Ibu Resmiyati.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) An-Nur pada tahun 2002, Sekolah Dasar Negeri 2 Merapi Bandar Lampung pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Negeri 29 Bandar Lampung tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 15 Bandar Lampung tahun 2014.

Pada bulan Agustus 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama masa perkuliahan, penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Kimia (HIMATEMIA) sebagai staf departemen kesekretarian periode 2014/2015 hingga 2015/2016 dan menjadi kepala departemen kesekretariatan pada periode 2016/2017. Selain itu penulis juga merupakan anggota Kops Muda BEM U KBM Unila periode 2014/2015 serta menjadi staf divisi dalam negeri (BEM U KBM Unila) periode 2015/2016.

Pada pertengahan bulan Juli sampai Agustus 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Klaten, Lampung Selatan. Pada bulan Februari 2018, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. Indo-Rama Synthetics Tbk, Purwakarta dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kinerja Reaktor Esterifikasi di *Continuous Plant*

2 (CP-2)”. Pada tahun 2018, penulis juga melakukan penelitian dengan judul “Pemisahan *Cobalt* dari Slag Nikel Pig Iron Menggunakan Metode *Solvent Extraction*”.

Motto

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”*

(QS. Al Insyirah : 5-6)

*“Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka
bertawakkallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai
orang-orang yang bertawakkal kepada-Nya”*

(QS. Ali Imran: 159)

*“Berdoalah kepada Allah dalam keadaan yakin akan
dikabulkan, dan ketahuilah bahwa Allah tidak mengabulkan
doa dari hati yang lalai”*

(HR. Tirmidzi, No. 3479)

*”Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah banyak
kesabaran (yang kau jalani), yang akan membuatmu terpana
hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit”*

(Ali Bin Abi Thalib)

“This too Shall Pass”

Sebuah Karya Kecilku...

Dengan rasa syukur yang tiada terkira, kupersembahkan karya kecilku kepada :

Allah SWT karena dengan berkat Rahmat, Ridho dan Kehendak-Nya, aku dapat terus bertahan hingga sebuah karya ini dapat terselesaikan.

Papa dan Mama karya kecil ini sebagai wujud nyata tanda cinta kasih, bakti dan terimakasihku atas doa, kasih sayang, pengorbanan dan keikhlasan yang telah papa dan mama berikan kepadaku. Terimakasih sudah percaya dan sabar menunggu aku mengakhiri perjuangan ini. Karya kecil ini hanyalah setitik balasan yang tidak bisa dibandingkan dengan semua pengorbanan dan kasih sayang mama dan papa.

Mas Budi, Mas Dwi, Mas Tri, Mbak Janah, Mbak Yuni dan Mbak Tia terimakasih banyak atas do'a, dukungan dan harapan yang telah diberikan kepada aku, sehingga aku dapat menyelesaikan semua ini.

Sahabat-sahabatku terimakasih telah menjadi penyemangat dan saksi cerita aku dalam menjalani dan bertahan dalam hal yang sudah aku mulai.

Guru-guruku dan Dosen-dosenku terimakasih atas ilmu yang telah diberikan.

Almamater yang selalu kubanggakan "Universitas Lampung" semoga kelak, berguna di kemudian hariiku.

SANWACANA

Dengan mengucapkan puji serta syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat serta hidayah-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Prarancangan Pabrik Etil Etanoat dari Etanol dan Asam Asetat dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat 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, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk 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. Herti Utami, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I atas ilmu, bimbingan, nasihat, kritik dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
3. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T. selaku Pembimbing II atas ilmu, bimbingan, nasihat, kritik dan saran selama proses pengerjaan tugas akhir hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

4. Bapak Edwin Azwar, S.T., M.TA., Ph.D. selaku Penguji I yang telah memberikan banyak kritik dan saran yang sangat membangun bagi penulis.
5. Bapak Donny Lesmana, S.T., M.Sc. selaku Penguji II yang telah memberikan banyak kritik dan saran yang sangat membangun bagi penulis.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Lampung, atas semua ilmu dan bekal masa depan yang akan selalu bermanfaat.
7. *My Self*, terima kasih untuk tidak menyerah dan menyelesaikan apa yang telah dimulai, “*Good Job Dewi Fatmawati, You did it Very Well*”. Terimakasih juga telah bertahan sejauh ini walaupun banyak hal yang membuat dirimu seperti tak sanggup bertahan.
8. Papa, Mama, Mas Budi, Mas Dwi, Mas Tri, Mbak Janah, Mbak Yuni dan Mbak Tia atas dukungan, motivasi, do’a, kepercayaan, bantuan materiil dan moril serta kesabaran sehingga penulis untuk selalu bangkit menjadi yang terbaik dan dapat menyelesaikan semua ini sekarang.
9. *My moodbooster*, M. Nurul Hidayat. Terima kasih telah menjadi tempat penulis berdiskusi dan bertukar pikiran, pendengar yang baik saat penulis berkeluh kesah, menjadi sandaraan di saat penulis berada di titik terendah kehidupannya, terimakasih atas kesabaran dan kepercayaan sehingga penulis bisa menyelesaikan ini. *Thanks a lot...*
10. *Partner Penelitian dan Tugas Akhirku*, Siti Fatimah Isfrianti yang selalu berjuang bersama dari Penelitian hingga Tugas Akhir ini “*You’re the best partner*”. Terima kasih banyak atas kesabaranmu dalam menghadapi penulis yang berubah-ubah *mood* dan sering berbuat salah. Terima kasih

sudah melewati suka dan duka sehingga kita dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

11. *My Best Friends*, Usi Nur Pamiliani dan Titi Suryani. Terima kasih sudah menjadi teman dan keluarga terbaik yang menemaniku dari titik awal hingga saat ini. Kalian saksi nyata atas suka duka ku selama menjalani kuliah, kalian pula penyemangat dan tempatku berkeluh kesah, terima kasih berkat kalian aku sampai pada titik ini.
12. Temanku Aulia Chania dan Tri Wiranti, terima kasih sudah menjadi teman yang selalu menyemangati, selalu berbagi, dan selalu sabar mendukung penulis hingga akhir.
13. Teman berjuangku, Radina Ajeng dan Nuke Agustin, terima kasih untuk dukungan dan semangat yang selalu kalian berikan untuk penulis
14. Kak Koni, Kak Ardi, Devi Permata Sari, Ratna Puspita, Nurul Izzati Hanifah, Agung Firmansyah, Aris Setiawan, terima kasih sudah mau direpotkan dengan menjawab semua pertanyaan penulis, terima kasih buat kalian yang sudah memberikan ilmu dan referensi kepada penulis.
15. Rekan-rekan angkatan 2014 Jurusan Teknik Kimia Universitas Lampung, terimakasih telah menjadikan penulis bagian dari kalian, terimakasih atas bantuan dan dukungan kalian.
16. Semua orang yang selalu menanyakan kapan penulis lulus namun tidak mengetahui bagaimana penulis berjuang, Hey... lamanya penulis lulus bukanlah sebuah kejahatan ataupun hal yang merugikan kalian!!!
17. Semua pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis selama penyusunan tugas akhir ini.

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, Juli 2021

Dewi Fatmawati

DAFTAR ISI

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

BAB I PENDAHULUAN

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

1.3. Ketersediaan Bahan Baku	2
1.4. Analisa Pasar	2
1.5. Kapasitas Produksi	3
1.6. Lokasi Pabrik.....	8

BAB II DESKRIPSI PROSES

2.1 Jenis-Jenis Proses.....	9
2.1.1 Proses Tischenko	9
2.1.2 Proses Sintesis dari Etilen dan Asam Asetat	9
2.1.3 Proses Esterifikasi	10
2.2 Perbandingan Proses.....	10
2.2.1 Tinjauan Ekonomi	10
2.2.2 Tinjauan Termodinamika	17
2.2.2.1 Energi Bebas Gibbs (ΔG^0_f).....	17
2.3 Pemilihan Proses	20
2.4. Uraian Proses.....	21

BAB III SPESIFIKASI BAHAN BAKU DAN PRODUK

3.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	25
3.1.1 Etanol	25
3.1.2 Asam Asetat	26
3.1.3 Asam Sulfat	27
3.2. Spesifikasi Produk.....	27
3.2.1 Etil Etanoat.....	27

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

4.1 Neraca Massa	29
4.2 Neraca Energi	36

BAB V SPESIFIKASI ALAT

5.1 Spesifikasi Alat Proses.....	42
5.2 Spesifikasi Alat Utilitas	78

BAB VI UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH

6.1 Unit Penyedia Air	104
6.2 Unit Penyedia Fluida Pemanas	110
6.3 Unit Penyedia Udara Instrumen.....	110
6.4 Unit Pembangkit Tenaga Listrik (<i>Power Plant Systems</i>)	111
6.5 Unit Penyedia Bahan Bakar	111
6.6 Pengolahan Limbah	112
6.7 Laboratorium.....	113
6.8 Instrumentasi dan Pengendalian Proses	116

BAB VII TATA LETAK DAN LOKASI PABRIK

7.1 Lokasi pabrik	119
7.2 Tata Letak Pabrik.....	122
7.3 Estimasi Area Pabrik.....	124

BAB VIII SISTEM MANAJEMEN DAN OPERASI PERUSAHAAN

8.1 <i>Project Master Schedule</i>	128
8.2 Bentuk Perusahaan.....	131
8.3 Struktur Organisasi Perusahaan	134

8.4 Tugas dan Wewenang	138
8.5 Status Karyawan dan Sistem Penggajian	148
8.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan	150
8.7 Jumlah Tenaga Kerja	152
8.8 Kesejahteraan Karyawan	155
8.9 Manajemen Produksi	160

BAB IX INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI

9.1 Investasi	164
9.2 Evaluasi Ekonomi	170
9.3 Angsuran Pinjaman	171
9.4 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	171

BAB X KESIMPULAN DAN SARAN

10.1 Kesimpulan	174
10.2 Saran	174

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (PERHITUNGAN NERACA MASSA)

LAMPIRAN B (PERHITUNGAN NERACA ENERGI)

LAMPIRAN C (SPESIFIKASI ALAT PROSES)

LAMPIRAN D (SPESIFIKASI PERALATAN UTILITAS)

LAMPIRAN E (INVESTASI DAN EVALUASI EKONOMI)

LAMPIRAN F (TUGAS KHUSUS REAKTOR (RE-201))

FLWSHEET

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 Harga Bahan Baku untuk Pembuatan Etil Etanoat	2
Tabel 1.2 Harga Produk	2
Tabel 1.3 Data Impor Etil Etanoat di Indonesia.....	3
Tabel 1.4 Data Ekspor Etil Etanoat di Indonesia	4
Tabel 1.5 Data Konsumsi Etil Etanoat di Indonesia	6
Tabel 2.1 Harga Bahan Baku dan Produk.....	10
Tabel 2.2 Nilai ΔG°_f	17
Tabel 2.3 Perbandingan Proses Pembuatan Etil Etanoat	20
Tabel 4.1 Neraca Massa di <i>Mixing Point</i> (MX-101).....	30
Tabel 4.2 Neraca Massa di <i>Mixing Point</i> (MX-102).....	30
Tabel 4.3 Neraca Massa di Reaktor (RE-201)	30
Tabel 4.4 Neraca Massa Menara Distilasi (DC-301).....	31
Tabel 4.5 Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-301)	31
Tabel 4.6 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-301)	31
Tabel 4.7 Neraca Massa di <i>Mixing Tank</i> (MT-301).....	32
Tabel 4.8 Neraca Massa Total di <i>Decanter</i> (DE-301)	32

Tabel 4.9 Neraca Massa Menara Distilasi (DC-302).....	32
Tabel 4.10 Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-302)	33
Tabel 4.11 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-302).....	33
Tabel 4.12 Neraca Massa Menara Distilasi (DC-303).....	33
Tabel 4.13 Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-303)	33
Tabel 4.14 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-303).....	34
Tabel 4.15 Neraca Massa Menara Distilasi (DC-304).....	34
Tabel 4.16 Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-304)	34
Tabel 4.17 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-304).....	35
Tabel 4.18 Neraca Massa Menara Distilasi (DC-305).....	35
Tabel 4.19 Neraca Massa <i>Condenser</i> (CD-305)	35
Tabel 4.20 Neraca Massa <i>Reboiler</i> (RB-305).....	36
Tabel 4.21 Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-101)	36
Tabel 4.22 Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-102)	36
Tabel 4.23 Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-103)	37
Tabel 4.24 Neraca Energi Reaktor (RE-201).....	37
Tabel 4.25 Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-201)	37
Tabel 4.26 Neraca Energi Menara Distilasi (DC-301).....	38
Tabel 4.27 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-301).....	38
Tabel 4.28 Neraca Energi <i>Decanter</i> (DE-301)	38
Tabel 4.29 Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-301)	39
Tabel 4.30 Neraca Energi Menara Distilasi (DC-302).....	39
Tabel 4.31 Neraca Energi <i>Heat Exchanger</i> (HE-302)	39
Tabel 4.32 Neraca Energi Menara Distilasi (DC-303).....	39

Tabel 4.33 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-302).....	40
Tabel 4.34 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-304).....	40
Tabel 4.35 Neraca Energi Menara Distilasi (DC-304).....	40
Tabel 4.36 Neraca Energi Menara Distilasi (DC-305).....	41
Tabel 4.37 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-305).....	41
Tabel 4.38 Neraca Energi <i>Cooler</i> (CO-306).....	41
Tabel 5.1 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-101).....	42
Tabel 5.2 Spesifikasi Pompa Proses (PP-101).....	43
Tabel 5.3 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-101).....	43
Tabel 5.4 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-102).....	44
Tabel 5.5 Spesifikasi Pompa Proses (PP-102).....	45
Tabel 5.6 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-102).....	45
Tabel 5.7 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-103).....	46
Tabel 5.8 Spesifikasi Pompa Proses (PP-103).....	47
Tabel 5.9 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-103).....	47
Tabel 5.10 Spesifikasi Reaktor (RE-201).....	48
Tabel 5.11 Spesifikasi Pompa Proses (PP-104).....	49
Tabel 5.12 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-201).....	49
Tabel 5.13 Spesifikasi Menara Distilasi 1 (DC-301).....	50
Tabel 5.14 Spesifikasi <i>Condenser</i> 1 (CD-301).....	51
Tabel 5.15 Spesifikasi <i>Accumulator</i> 1 (AC-301).....	51
Tabel 5.16 Spesifikasi <i>Reboiler</i> 1 (RB-301).....	52
Tabel 5.17 Spesifikasi Pompa Proses (PP-105).....	52
Tabel 5.18 Spesifikasi Pompa Proses (PP-106).....	53

Tabel 5.19 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-301)	54
Tabel 5.20 Spesifikasi <i>Mixing Tank</i> (MT-301).....	54
Tabel 5.21 Spesifikasi Pompa Proses (PP-107)	55
Tabel 5.22 Spesifikasi Dekanter (DE-301)	56
Tabel 5.23 Spesifikasi Pompa Proses (PP-108)	56
Tabel 5.24 Spesifikasi Pompa Proses (PP-109).....	57
Tabel 5.25 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-301).....	57
Tabel 5.26 Spesifikasi Menara Distilasi 2 (DC-302).....	58
Tabel 5.27 Spesifikasi <i>Condenser</i> 2 (CD-302)	59
Tabel 5.28 Spesifikasi <i>Accumulator</i> 2 (AC-302).....	60
Tabel 5.29 Spesifikasi <i>Reboiler</i> 2 (RB-302).....	60
Tabel 5.30 Spesifikasi <i>Pressure Reducing Valve</i> (PRV-101).....	61
Tabel 5.31 Spesifikasi <i>Pressure Reducing Valve</i> (PRV-102).....	62
Tabel 5.32 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-302)	62
Tabel 5.33 Spesifikasi <i>Storage Tank</i> (ST-301).....	63
Tabel 5.34 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (HE-302).....	64
Tabel 5.35 Spesifikasi Menara Distilasi 3 (DC-303).....	65
Tabel 5.36 Spesifikasi <i>Condenser</i> 3 (CD-303)	65
Tabel 5.37 Spesifikasi <i>Accumulator</i> 3 (AC-303).....	66
Tabel 5.38 Spesifikasi <i>Reboiler</i> 3 (RB-303).....	67
Tabel 5.39 Spesifikasi <i>Pressure Reducing Valve</i> (PRV-103).....	67
Tabel 5.40 Spesifikasi <i>Pressure Reducing Valve</i> (PRV-104).....	68
Tabel 5.41 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-303)	69
Tabel 5.42 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-304)	69

Tabel 5.43 Spesifikasi Menara Distilasi 4 (DC-304).....	70
Tabel 5.44 Spesifikasi <i>Condenser</i> 4 (CD-304)	71
Tabel 5.45 Spesifikasi <i>Accumulator</i> 4 (AC-304).....	71
Tabel 5.46 Spesifikasi <i>Reboiler</i> 4 (RB-304).....	72
Tabel 5.47 Spesifikasi Pompa Proses (PP-110).....	72
Tabel 5.48 Spesifikasi Pompa Proses (PP-111).....	73
Tabel 5.49 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-305)	74
Tabel 5.50 Spesifikasi Menara Distilasi 5 (DC-305).....	74
Tabel 5.51 Spesifikasi <i>Condenser</i> 5 (CD-305)	75
Tabel 5.52 Spesifikasi <i>Accumulator</i> 5 (AC-305).....	76
Tabel 5.53 Spesifikasi <i>Reboiler</i> 5 (RB-305).....	76
Tabel 5.54 Spesifikasi Pompa Proses (PP -112)	77
Tabel 5.55 Spesifikasi <i>Cooler</i> (CO-306)	78
Tabel 5.56 Spesifikasi Bak Sedimentasi (BS-401)	78
Tabel 5.57 Spesifikasi Tangki Alumina Silikat (ST-401).....	79
Tabel 5.58 Spesifikasi Tangki NaOH (ST-402).....	80
Tabel 5.59 Spesifikasi Tangki Kaporit (ST-403).....	80
Tabel 5.60 Spesifikasi <i>Clarifier</i> (CL-401).....	81
Tabel 5.61 Spesifikasi <i>Sand Filter</i> (SF-401)	82
Tabel 5.62 Spesifikasi <i>Filtered Water Tank</i> (FWT-401).....	82
Tabel 5.63 Spesifikasi <i>Domestic Water Tank</i> (DWT-401)	83
Tabel 5.64 Spesifikasi <i>Hydrant Water Tank</i> (HWT-401).....	84
Tabel 5.65 Spesifikasi <i>Hot Basin</i> (HB-401)	85
Tabel 5.66 Spesifikasi <i>Cooling Tower</i> (CT-401).....	85

Tabel 5.67 Spesifikasi <i>Cold Basin</i> (CB-401).....	86
Tabel 5.68 Spesifikasi Tangki Dispersant (ST-404).....	86
Tabel 5.69 Spesifikasi Inhibitor (ST-405)	87
Tabel 5.70 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-401).....	88
Tabel 5.71 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-402).....	88
Tabel 5.72 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-403).....	89
Tabel 5.73 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-404).....	90
Tabel 5.74 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-405).....	90
Tabel 5.75 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-406).....	91
Tabel 5.76 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-407).....	92
Tabel 5.77 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-408).....	92
Tabel 5.78 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-409).....	93
Tabel 5.79 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-410).....	94
Tabel 5.80 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-411).....	94
Tabel 5.81 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-412).....	95
Tabel 5.82 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-413).....	96
Tabel 5.83 Spesifikasi <i>Hot Oil Storage</i> (ST-501).....	96
Tabel 5.84 Spesifikasi <i>Storage Tank Return Hot Oil</i> (SR-501).....	97
Tabel 5.85 Spesifikasi <i>Furnace</i> (FU-501)	98
Tabel 5.86 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-501).....	98
Tabel 5.87 Spesifikasi Pompa Utilitas (PU-502).....	99
Tabel 5.88 Spesifikasi <i>Cyclone</i> (CN-601)	100
Tabel 5.89 Spesifikasi <i>Air Drayer</i> (AD-601).....	100
Tabel 5.90 Spesifikasi <i>Air Compressor</i> (CP-601).....	101

Tabel 5.91 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-601)	101
Tabel 5.92 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-602)	101
Tabel 5.93 Spesifikasi <i>Blower</i> (BL-603)	102
Tabel 5.94 Spesifikasi Generator (GE-701).....	102
Tabel 5.95 Spesifikasi Tangki Solar (ST-701).....	103
Tabel 6.1 Kebutuhan Air Minum	105
Tabel 6.2 Kebutuhan Air Proses	106
Tabel 6.3 Kebutuhan Air untuk <i>Cooling Water</i>	106
Tabel 6.4 Tingkatan Kebutuhan Informasi dan Sistem Pengendalian	117
Tabel 6.5 Pengendalian Variabel Utama Proses	118
Tabel 7.1 Perincian Luas Area Pabrik Etil Etanoat.....	125
Tabel 8.1 <i>Project Master Schedule</i> Pabrik Etil Etanoat.....	130
Tabel 8.2 Jadwal kerja regu <i>shift</i>	151
Tabel 8.3 Jumlah Operator untuk Alat Proses	153
Tabel 8.4 Jumlah Operator untuk Alat Utilitas	153
Tabel 8.5 Jumlah Karyawan Berdasarkan Jabatan.....	154
Tabel 9.1 <i>Fixed Capital Investment</i>	165
Tabel 9.2 <i>Manufacturing Cost</i>	166
Tabel 9.3 <i>General Expenses</i>	167
Tabel 9.4 Biaya Administratif.....	167
Tabel 9.5 Hasil Uji Kelayakan Ekonomi	172

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 Data Impor Etil Etanoat 2014 – 2018.....	3
Gambar 1.2 Data Ekspor Etil Etanoat 2015 – 2020.....	5
Gambar 1.3 Data Konsumsi Etil Etanoat 2015 – 2018.....	6
Gambar 2.1 Diagram Alir Proses.....	24
Gambar 7.1 Peta Provinsi Jawa Timur.....	125
Gambar 7.2 Lokasi Pabrik.....	126
Gambar 7.3 Tata Letak Pabrik dan Fasilitas Pendukung.....	126
Gambar 7.4 Tata Letak Peralatan Proses.....	127
Gambar 8.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	136
Gambar 9.1 Kurva <i>Cummulative Cash Flow</i> Metode DCF.....	172

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang melakukan pembangunan di berbagai sektor industri. Salah satunya adalah industri yang bergerak dibidang kimia. Pembangunan kawasan industri ini bertujuan untuk meningkatkan perekonomian Indonesia menjadi lebih baik.

Etil etanoat merupakan salah satu produk industri kimia yang saat ini semakin dibutuhkan. Etil etanoat digunakan sebagai pelarut cat, perekat, tinta, kosmetik dan basis film. Selain itu, di industri kimia dan farmasi etil etanoat biasa digunakan sebagai pelarut untuk sintesis. (Ullmann, 2005)

Kebutuhan etil etanoat dalam skala industri semakin meningkat dengan meningkatnya laju pertumbuhan produksi cat dan tinta. Tahun 2018, Indonesia masih mengimpor etil etanoat sebesar 93.821 ton untuk memenuhi kebutuhan industri tersebut. Berdasarkan pertimbangan diatas, maka pendirian pabrik etil etanoat sangat diperlukan dalam menutupi kebutuhan etil etanoat sehingga dapat mengurangi impor produk tersebut.

1.2 Kegunaan Produk

Etil etanoat digunakan sebagai pelarut untuk cat, perekat, tinta, kosmetik dan basis film. Untuk industri kimia dan farmasi etil etanoat biasa digunakan sebagai pelarut untuk sintesis. (Ullmann, 2005)

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada produksi etil etanoat didapat dari :

- a. Etanol dari PT. Molindo Raya Industrial, Malang dengan kapasitas produksi 65.023 KI per tahun.
- b. Asam Asetat dari PT. Indo Acidatama Tbk, Solo dengan kapasitas produksi 36.600 ton per tahun.

1.4 Analisa Pasar

Berikut ini merupakan harga bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan etil etanoat.

Tabel 1.1 Harga bahan baku untuk Pembuatan Etil Etanoat

Bahan baku	Harga (/kg)
Etanol	Rp13.631,00
Asam Asetat	Rp9.541,00

Sumber : Independent Commodity Intelligence Services, 2019

Tabel 1.2 Harga Produk

Produk	Harga (/kg)
Etil Etanoat	Rp36.153,00

Sumber : alibaba, 2019

1.5 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi suatu pabrik ditentukan berdasarkan data statistik kebutuhan konsumsi produk dalam negeri, data impor, data ekspor, serta produksi yang telah ada.

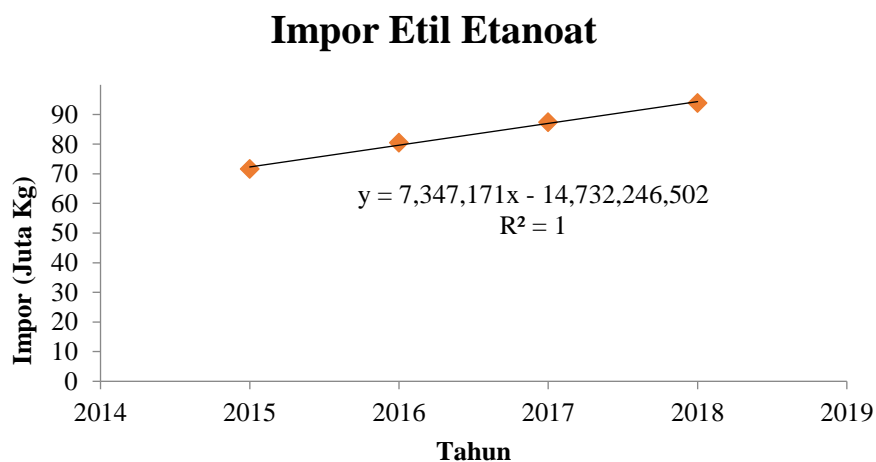
1. Data impor

Berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), etil etanoat masih mengimpor dari berbagai negara. Berikut ini data impor etil etanoat Indonesia dari tahun 2015-2018 dapat dilihat pada Tabel 1.3 :

Tabel 1.3 Data Impor Etil Etanoat di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (kg)
2015	71.649.697
2016	80.433.627
2017	87.390.717
2018	93.821.237

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019



Gambar 1.1 Data Impor Etil Etanoat 2014-2018

Dari regresi *linear* diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = 7.347.171x - 14.732.246.502 \quad (1.1)$$

Berdasarkan persamaan 1.1 diatas dapat diperkirakan data impor etil etanoat di Indonesia pada tahun 2023 mencapai:

$$y = (7.347.171 \times 2023) - (14.732.246.502)$$

$$y = 131.080.431 \text{ kg}$$

$$y = 131.080,431 \text{ ton}$$

2. Data Ekspor

Berdasarkan data statistik Badan Pusat Statistik (BPS), berikut ini data ekspor etil etanoat Indonesia dari tahun 2015-2020 dapat dilihat pada Tabel 1.4 :

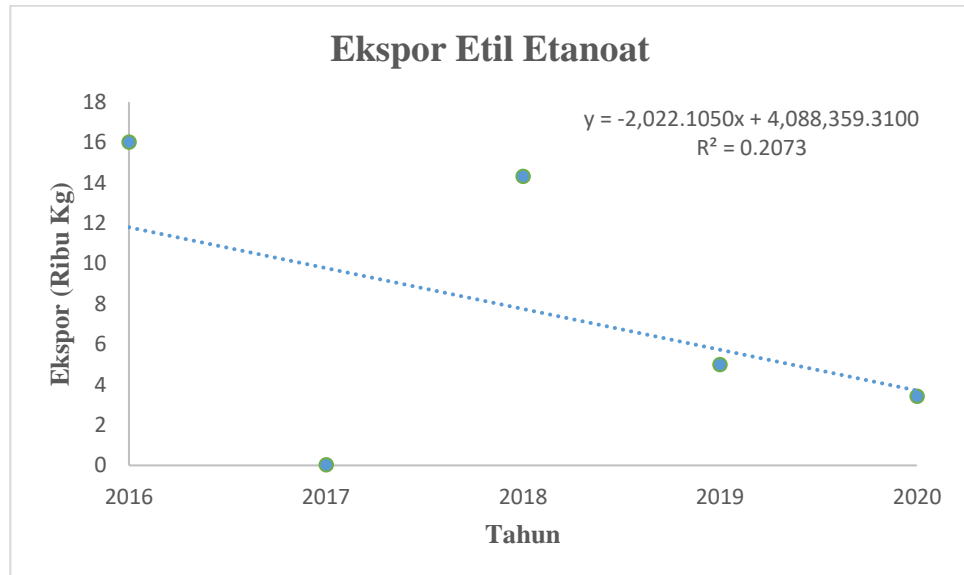
Tabel 1.4 Data Ekspor Etil Etanoat di Indonesia

Tahun	Jumlah Ekspor (kg)
2015	0
2016	16.011
2017	30
2018	14.310
2019	4.981
2020	3.425

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019

Dari Tabel 1.4 diatas dapat diketahui bahwa jumlah ekspor mengalami penurunan dan kenaikan hal ini dikarenakan pelemahan permintaan global karena situasi perdangan Internasional yang tidak menentu dan pada tahun 2015 salah satu pabrik pengeksport etil etanoat yaitu PT. Showa Esterindo

Indonesia sudah tidak memproduksi lagi, sehingga mengakibatkan jumlah ekspor mengalami penurunan.



Gambar 1.2 Data Ekspor Etil Etanoat 2015-2020

Dari regresi *linear* diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = -2.022,1050x + 4.088.359,3100 \quad (1.2)$$

Berdasarkan persamaan 1.2 diatas dapat diperkirakan data impor etil etanoat di Indonesia pada tahun 2023 mencapai:

$$y = (-2.022,1050 \times 2023) + (4.088.359,3100)$$

$$y = -2359,105 \text{ kg}$$

Dengan pertimbangan alasan diatas dan hasil dari data regresi *linear* yang menunjukkan nilai ekspor minus, maka dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2023 tidak ada etil etanoat yang akan di ekspor.

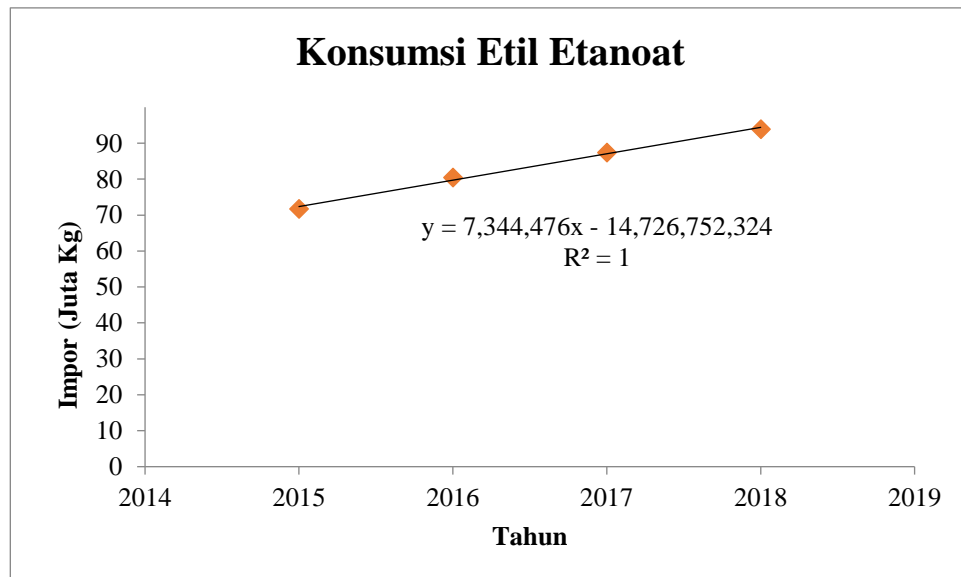
3. Data Konsumsi

Berikut adalah data konsumsi etil etanoat dari tahun 2015-2018 dapat dilihat pada Tabel 1.5 :

Tabel 1.5 Data Konsumsi Etil Etanoat di Indonesia

Tahun	Jumlah Konsumsi (kg)
2015	71.717.197
2016	80.485.116
2017	87.458.187
2018	93.874.427

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019



Gambar 1.3 Data Konsumsi Etil Etanoat 2015-2018

Dari regresi linear diperoleh persamaan :

$$y = 7.344.476x - 14.726.752.324 \quad (1.3)$$

Berdasarkan persamaan 1.2 diatas dapat diperkirakan data konsumsi etil etanoat di Indonesia pada tahun 2023 mencapai:

$$y = 7.344.476x - 14.726.752.324$$

$$y = (7.344.476 \times 2023) - (14.726.752.324)$$

$$y = 131.122.624 \text{ kg}$$

$$y = 131.122,624 \text{ ton}$$

4. Data Produksi

Di Indonesia, pabrik etil etanoat hanya diproduksi oleh PT. Indo Acidatama Tbk yang berlokasi di Solo-Jawa Tengah dengan kapasitas produksi yaitu 7.500 ton/tahun. (Indo Acidatama, 2019)

Dari data yang telah disebutkan diatas, kapasitas etil etanoat di Indonesia pada tahun 2023, dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi tahun } x &= \text{Konsumsi tahun } x + \text{Impor tahun } x - \\ &\quad \text{Ekspor tahun } x - \text{Produksi yang sudah ada} \\ &\quad \text{tahun } x \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas etil etanoat} &= 131.122.624 \text{ kg} + 131.080.431 \text{ kg} - 0 \text{ kg} \\ &\quad - 7.500.000 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas etil etanoat} &= 254.703.055 \text{ kg} \\ &= 254.730,055 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan data-data diatas, maka kapasitas pabrik etil etanoat yang direncanakan 35.000 ton/tahun.

1.6 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pendirian pabrik merupakan suatu hal yang sangat penting untuk keberhasilan suatu pabrik. Pabrik etil etanoat akan didirikan di Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Dari segi bahan baku, Gresik, Jawa Timur berdekatan dengan sumber bahan baku yaitu ethanol yang diperoleh dari PT. Molindo Raya Industrial, Malang dengan kapasitas produksi sebesar 65.023 Kl per tahun.
2. Dari segi alam dan lingkungan, daerah Gresik merupakan tempat yang dekat dengan sumber air yaitu sungai Bengawan Solo, dekat dengan sumber tenaga listrik PLTGU Gresik.
3. Dari segi geografi, daerah Gresik dekat dengan daerah tujuan pemasaran etil etanoat yaitu pabrik cat dan tinta yang terletak di Pulau Jawa. Pemasaran etil etanoat tidak sulit karena sarana transportasi yang tersedia cukup lengkap meliputi darat dan laut.
4. Untuk tenaga kerja, didapatkan dari masyarakat sekitar pabrik di daerah Gresik dan dapat didatangkan dari daerah-daerah lainnya sehingga kebutuhan tenaga kerja akan terpenuhi. Sedangkan untuk tenaga ahli dapat diperoleh melalui kerjasama dengan perguruan tinggi yang ada di Indonesia dan lembaga pemerintahan.

BAB X

KESIMPULAN DAN SARAN

10.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis ekonomi yang telah dilakukan terhadap Prarancangan Pabrik Etil Etanoat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. *Percent Return on Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 26% dan sesudah pajak sebesar 21%
2. *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak 2,864 tahun
3. *Break Event Point (BEP)* sebesar 32% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 27%, yakni batasan kapasitas produksi sehingga pabrik harus berhenti berproduksi karena dapat merugi.
4. *Interest Rate of Return (IRR)* sebesar 21,67%, dimana lebih besar dari suku bunga bank saat ini, sehingga investor akan lebih memilih untuk menanamkan modalnya ke pabrik ini dari pada ke bank.

10.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan pertimbangan hasil analisis ekonomi di atas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Prarancangan Pabrik Etil Etanoat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dari segi proses maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- A.H. Selker and C.A. Schleicher. 1965. *Factors Affecting which Phase will Disperse when Immiscible Liquids are Stirred Together*. The Canadian Journal of Chemical Engineering : Washington.
- Altshuller, A.P and Everson. 1953. *The Solubility of Ethyl Acetate in Water*.
- Aries, R.S, and Robert, D.N. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill : New York.
- Bachus, L and Angel C. 2003. *Know and Understand Centrifugal Pumps*. Elsevier: United States of America.
- Badger & Banchero. 1955. *Introduction to Chemical Engineering, International Student Edition*. Mc Graw-Hill : United States of America.
- Branan, Carl. 2002. *Rules of Thumb for Chemical Engineers 3rd Edition*. Gulf Professional Publishing an imprint of Elsevier Science : Amsterdam.
- Busono, Pranto and Santosa P. 2020. *Analisa Kebutuhan Make Up Cooling Tower RSG-Gas pada Daya 30 MW Setelah Revitalisasi*. Buletin Pengolahan Nuklir : Serpong
- Brown, G. 1950. *Unit Operations 6th Edition*. John Wiley & Sons : New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H. 1959. *Process Equipment Design 3rd Edition*. John Wiley & Sons : New York.
- Cheremisinoff, N.P. 2002. *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann : United States of America.

Considine, Douglas M. 1974. *Instruments and Controls Handbook 2nd Edition*.
Mc-Graw Hill : 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. 1989. *Chemical Engineering Vol 6*. Pergamon
Press Inc : New York.

Dereje, Samrawit and Kindeneh B. 2020. *Water Treatment*. Arba Minch Water
Technology Institute.

Evans, F.L. 1980. *Equipment Design Handbook for Refineries and Chemical Plant*.
Elsevier Science B.V : Amsterdam.

Faith, W.L, Keyes, D.B & Clark, R.L. 1932, *Industrial Chemical Vol. 24*. John
Wiley & Son : New York.

Fogler, Scott H. 1999. *Elements of Chemical Reaction Engineering 3rd Edition*.
Prentice Hall International Inc : United States of America.

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

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

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

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

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

<https://thermalfluidproducts.com/>, diakses pada Februari 2021.

<http://unitrove.com>, diakses pada Februari 2021.

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

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

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

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

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Modul Proyeksi Kebutuhan Air dan Identifikasi Pola Fluktuasi pemakaian Air*.

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.

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

Maps.google.co.id, diakses pada Januari 2021

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

McKetta, J.J., and Cunningham, W. 1984, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design Vol. 20*. Merrell Dekker, Inc : New York.

Megyesy, Eugene.F. 1983. *Pressure Vessel Handbook 6th Edition*. Pressure Vessel Publicing Inc : United States of America.

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

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2014. *Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Jakarta.

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

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

- Peter, M.S and Timmerhaus. K.D. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer 5th Edition*. McGraw Hill : New York.
- Peter, M.S and Timmerhaus. K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer 4th Edition*. McGraw Hill : New York.
- Powel, S.T. 1954. *Water Conditioning for Industry*. McGraw Hill : New York.
- Rahman, Aatur. 1984. *Esterification of Etanol and Acetic Acid in a Batch Reactor in Presence of Sulfuric Acid Catalyst*. Bangladesh University of Engineering & Technology.
- 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.
- Richard M. Felder, Ronald W. Rousseau. 1976. *Elementary Principles of Chemical Process 2nd Edition*. John Willey and Sons : New York.
- Rustan, Fatur Rahman. 2019. *Analisis Pemakaian Air Bersih Rumah Tangga Warga Perumahan Bumi Gas Graha Asri Kota Kendari*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil : Kendari.
- 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 4th Edition*. Elsevier Butterworth-Heinemann : Oxford.
- Supian. 2020. *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 5th Edition*. McGraw Hill : New York.

The Dow Chemical Company. 1997. *Dowtherm Q Heat Transfer Fluid*. United States of America.

Treybal, Robert E. 1981. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. McGraw Hill : New York.

UU. No. 3. Tahun 1992. JAMSOSTEK

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

Ullmann's. 2005. *Encyclopedia of Industrial Chemistry 7th Edition*. A Wiley Company : France.

Ulrich, G. D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design*. John Wiley & Sons : New York.

US Patent No.5770761. 1998. *Process for Ethyl Acetate Production*.

Walas, S.M. 1988. *Chemical Process Equipment 3rd Edition*. Butterworths Series in 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 Vol 6th*. The Humana Press Inc : New Jersey.

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

www.acidatama.co.id, diakses pada Maret 2020

www.alibaba.com, diakses pada Desember 2019.

www.article.eonchemical.com, diakses pada Januari 2021

www.bi.go.id, diakses pada Januari 2021.

www.bps.go.id, diakses pada Desember 2019.

www.chemengonline.com/pci, diakses pada Januari 2021.

www.icis.com, diakses pada Desember 2019.

www.imf.org, diakses pada Januari 2021

www.indiamart.com, diakses pada Februari 2021.

www.indotrading.com, diakses pada Februari 2021.

www.lamundi.co.id, diakses pada Desember 2020.

www.matche.com, diakses pada Februari 2021.

www.migas.esdm.go.id, diakses Februari 2021.

www.molindo.co.id, diakses pada Maret 2020.

www.petrokimia-gresik.com, diakses pada Maret 2020.

www.purewaterproduct.com, diakses pada Januari 2021.

www.sejarahnegara.com, diakses pada Januari 2021.

www.suezwaterhandbook.com, diakses pada Januari 2021.

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

Zeki, Nada S.A. 2010. *Kinetickc Study of Esterification Reaction*. A.K Engineering Journal : Baghdad.