

**PRARANCANGAN PABRIK ETIL ETANOAT DARI ETANOL DAN
ASAM ASETAT DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN
(Tugas Khusus Perancangan *Distillation Column* (DC-301))**

(Skripsi)

Oleh :

SITI FATIMAH ISFRIANTI



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 *Distillation Column* (DC-301))

Oleh
Siti Fatimah Isfrianti

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 Distillation Column (DC-301))

By
Siti Fatimah Isfrianti

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 proved 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 *Distillation Column* (DC-301))**

Oleh :

SITI FATIMAH ISFRIANTI

(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 *Distillation Column* (DC-301))**

Nama Mahasiswa : Siti Fatimah Isfrianti

No. Pokok Mahasiswa : 1415041058

Program Studi : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik



MENYETUJUI,

1. Komisi-Pembimbing

Dr. Herti 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. Herti Utami, S.T., M.T.



Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing

: Simparmin Br. Ginting, S.T., M.T.



Lia Lismeri, S.T., M.T.

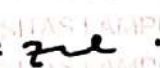


2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



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

NIP. 196207171987031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Juni 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

Bandarlampung, 12 Juli 2021



Siti Fatimah Isfrianti

NPM.1415041058

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandarlampung tanggal 27 Desember 1996, anak terakhir dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Yulwandri dan Ibu Oktaria A. Marbun.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Xaverius 3 Way Halim, Bandarlampung pada tahun 2002, Sekolah Dasar Xaverius 3, Bandarlampung pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama Xaverius 4, Bandarlampung pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas Fransiskus Bandarlampung pada tahun 2014.

Pada bulan Agustus 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa 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) Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai Staff Departemen Dana dan Usaha periode 2014/2015 hingga 2015/2016 dan pada periode 2016/2017 menjabat kembali Sebagai Staff Departemen Dana dan Usaha.

Selain aktif dalam organisasi kemahasiswaan penulis juga mengikuti beberapa kegiatan musik salah satunya pada Konser Musik Tanah Airku Indonesia di Taman Budaya Lampung pada tahun 2019 dengan memainkan alat musik *Violin*.

Pada pertengahan bulan Juli sampai Agustus 2017, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Megang, Kabupaten Tanggamus. Pada bulan Februari 2018, penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT Polychem Indonesia, Serang, Banten dengan Tugas Khusus “Evaluasi Kebutuhan Energi pada Sistem Distilasi yang Ditinjau dari Alat DEG *Column Reboiler* (E-710)”. Pada tahun 2018, penulis juga melakukan penelitian dengan judul “Produksi Logam Kobalt Elektrometal Elektrowinning dari Slag Pembuatan Nikel Pig Iron”.

Motto

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(Al-Insyirah: 5-6)*

*“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan sesuatu
kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri
mereka sendiri”
(Ar-Ra’d: 11)*

*“Usaha akan membuahkan hasil setelah seseorang tidak
menyerah”
(Napoleon Hill)*

*“Belajarliah dari kemarin, hiduplah untuk hari ini, berharaplah
untuk besok. Yang paling penting adalah tidak berhenti untuk
bertanya”
(Albert Einstein)*

Sebuah Karya Kecilku...

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

Allah S.W.T

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

Papa dan Mama, terima kasih atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dan keikhlasannya. Terima kasih sudah percaya dan sabar menunggu aku mengakhiri perjuangan ini. Ini hanyalah sebuah karya kecil yang tidak bisa dibandingkan dengan berjuta-juta pengorbanan dan kasih sayang yang tidak pernah berakhir.

Abang Ari, Abang Tia, Kak Rahma, Kak Yen dan kak Mayang, terima kasih atas segalanya, kasih sayang, semangat dan doa yang diberikan selama ini.

Sahabat-Sahabatku, terima kasih telah percaya, menjadi penyemangat dan saksi cerita aku dalam menyelesaikan karyaku ini.

Guru-guruku dan Dosen-dosenku, sebagai tanda hormatku, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.

Almamater yang selalu kubanggakan, Universitas Lampung, semoga kelak berguna dikemudian hari.

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 Etil Etanoat dari Etanol dan Asam Asetat Kapasitas 35.000 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. Herti Utami, S.T.M.T., sebagai Dosen Pembimbing I atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kesabaran, kritik dan saran, selama pengerjaan tugas akhir ini.
3. Ibu Yuli Darni, S.T., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II atas segala ilmu, nasehat, motivasi, kritik dan saran selama pengerjaan tugas akhir ini.

4. Ibu Simparmin Br. Ginting, 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 Ibu Lia Lismeri, 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. *My Self*, terimakasih sudah mau bertahan sampai sejauh ini, terimakasih selalu semangat dan sabar dalam menyelesaikan semua yang kadang membuatmu ingin menyerah, terimakasih untuk kamu yang sudah melakukan semua ini dengan baik. Sukses selalu ya.
8. Mama, Almarhum papa, Abang Ari, Abang Tia, Kak Rahma, Kak Yen, Kak Mayang. Terima kasih atas cinta yang tulus, doa, dukungan, bantuan moril dan materiil, serta kesabaran menunggu penulis menyelesaikan perkuliahan ini. Ini hadiah kecil dari penulis untuk semuanya.
9. Nanju, Maktuo, Kakak Tirta, Ovi, Ibu Tata, Bapak iwan dan semua keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. G. Kevin Adinugroho, sahabat terbaik yang sama-sama berjuang dari SMA sampai penulis menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih sudah selalu ada, terus memberi semangat dan selalu membuat penulis yakin bahwa penulis bisa menyelesaikan ini semua.

11. Dewi Fatmawati *partner* penelitian dan tugas akhirku, terima kasih sudah mau berjuang bersama dari penelitian hingga tugas akhir ini, terimakasih sudah selalu sabar menghadapi sikap penulis yang kadang suka berubah-ubah *mood* dan selalu membuat salah. Terima kasih atas kesabaranmu juga untuk mengajarku saat menyelesaikan tugas akhir ini. *You are the best* tanpa bantuanmu, mungkin penulis tidak bisa menyelesaikan semua ini.
12. Sahabatku di Tekkim Radina Ajeng Prameswari dan Nuke Agustin. Terima kasih sudah selalu memberikan waktunya untuk mendengarkan keluhan-keluhanku, memberikan semangat untuk aku selama melewati semuanya dari awal hingga akhir.
13. Sahabatku yang sudah seperti keluarga Lena, Yuning, Ira, Madoy, Tari, Kak Jane, terima kasih sudah jadi tempat aku mengeluh dan tidak pernah bosan dengan cerita-ceritaku, terima kasih sudah selalu memberikan semangat dan meyakinkan aku untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
14. Teman berjuangku Usi Nur Pamiliani, Aulia chania, Titi suryani, Tri wiranti. Terima kasih telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
15. Kak Fakih, Kak Dayat, Devi Permata Sari, Ratna Puspita Sari, Nurul Izzati Hanifah, Aris Setiawan, Agung Firmansyah, terima kasih sudah bersedia ditanya dan menjawab pertanyaan penulis selama penyusunan tugas akhir ini dari awal hingga akhir.
16. Zulaikha Setya, selaku *partner* Kerja Praktik. Terimakasih jadi teman yang baik selama KP diperantauan, semangat selalu untuk kedepannya.

17. Teman-teman Teknik Kimia angkatan 2014, terima kasih telah menjadikan penulis bagian dari perjalanan kalian, termikasih telah memberikan kebaikan, dukungan, dan semangat buat penulis.
18. Kakak-kakak senior dan adik-adik Teknik Kimia yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuannya selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
19. 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, Juli 2021

Penulis,

Siti Fatimah Isfrianti

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 MENARA DISTILASI (DC-301))

FLAWSHEET

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 Kl 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.

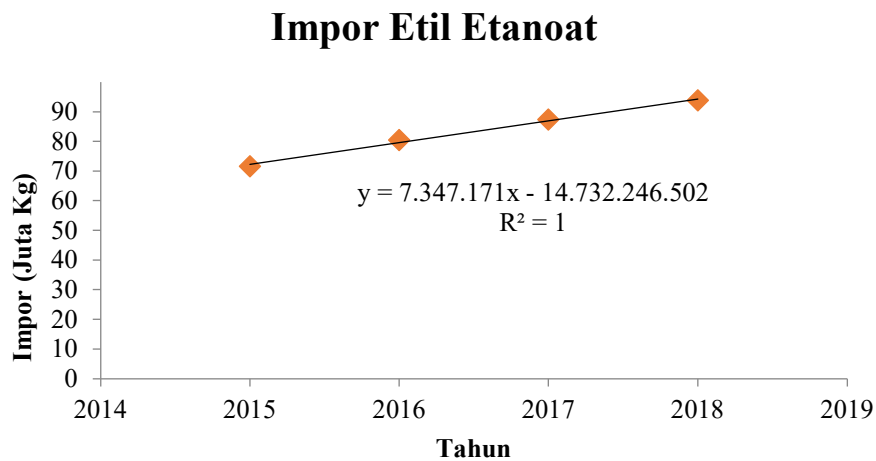
1. Data impor

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 :

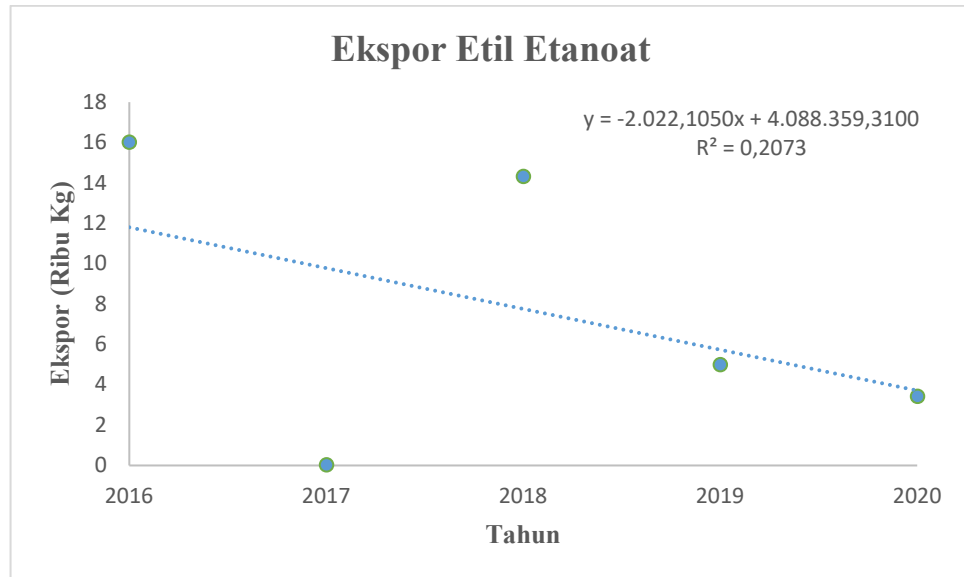
Tabel 1.4 Data Ekspor Etil Etanoat di Indonesia

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.

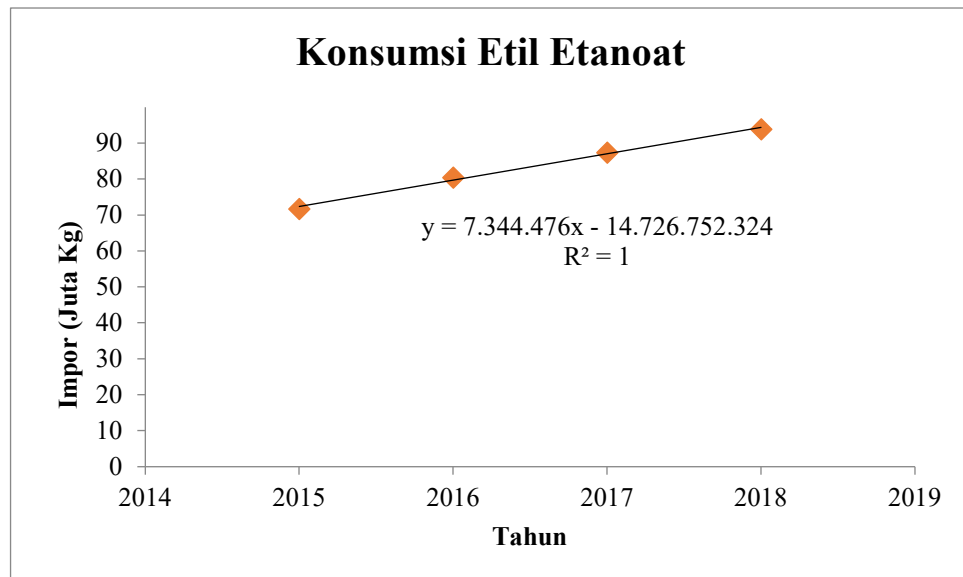
3. Data Konsumsi

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 K1 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. 1965. Schleicher. *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 & Banchoff. 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.

Mc.Ketta, J.J., and Cunningham, W. 1984, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design Vol. 20*. Merzell 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. *Kinetic Study of Esterification Reaction*. A.K Engineering Journal : Baghdad.