

TUGAS AKHIR

PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI ETANOL DAN ASAM ASETAT PADA KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN



Disusun oleh :

Hilman Rasyid Setyadi	(3335170101)
Rangga Editya Pratama	(3335170107)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hilman Rasyid Setyadi

NIM : 333517010

Jurusan: Teknik Kimia

Judul : PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI ETANOL
DAN ASAM ASETAT PADA KAPASITAS 60.000 TON/TAHUN

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir pra rancangan pabrik dengan judul tersebut diatas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 11 Januari 2023



Hilman Rasyid Setyadi

HALAMAN PENGESAHAN

Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Etanol dan Asam Asetat dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun

disusun oleh:

1. Hilman Rasyid Setyadi 3335170101
2. Ranga Editia Pratama 3335170107

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing dan telah dipertahankan di hadapan
Tim Penguji pada tanggal 27 Oktober 2022

Pembimbing I

Wardalia, S.T., M.T.
NIP. 198406202008122002

Pembimbing II

Agus Rochmat, S.Si., M.Farm.
NIP. 197406182005011002

Penguji I

Endang Suhendi, S.T., M.Eng.
NIP. 197707052003121001

Penguji II

Dr. Iqbal Syaichurrozi, S.T., M.T.
NIP. 199003202014041001

Penguji II

Denni Kartika Sari, S.T., M.T.
NIP. 198211142008122002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Dr. Javanudin, S.T., M.Eng.
NIP. 197808112005011003

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pra-Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol dengan Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”. Shalawat serta salam tidak lupa pula penulis limpah curahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat dengan tujuan sebagai salah satu pemenuhan syarat menempuh sebagai Sarjana Starata-1 Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berjasa dan membantu dalam pelaksanaan hingga proses pembuatan laporan tugas akhir ini, dan memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung, yaitu :

1. Kepada kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis, baik dari segi moral dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini dengan maksimal.
2. Ibu Wardalia, S.T., M.T dan Bapak Agus Rochmat, S.Si., M.Farm. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dalam memberikan bimbingan, motivasi serta arahan selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
3. Bapak Endang Suhendi, S.T., M.Eng., Bapak Dr. Iqbal Syaichurrozi, S.T., M.T. dan Ibu Denni Kartika Sari, S.T., M.T. selaku Dosen Wali yang senantiasa membimbing serta memberikan nasehat.
4. Bapak Dr. Jayanudin S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
5. Ibu Dr. Alia Badra Pitaloka, S.T., M.T., selaku koordinator Rancangan Pabrik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Rekan-rekan Teknik Kimia angkatan 2017 yang telah memberikan semangat dan bantuan selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
7. Serta rekan-rekan penulis lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas dukungan, doa dan semangat yang selalu menjadi pengingat dan motivasi bagi penulis.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan mohon maaf atas segala kekurangan. Kritik dan saran kami terima dari pembaca, semoga laporan prarancangan pabrik ini dapat bermanfaat untuk penulis dan pembaca kedepannya.

Cilegon, Maret 2022

Penulis

ABSTRAK

Etil asetat, juga dikenal sebagai etil etanoat, merupakan bahan kimia yang penting dan banyak digunakan dalam industri. Ini memiliki peran penting sebagai pelarut dalam perekat, cat, atau pelapis, dan dapat digunakan untuk menggantikan pelarut aromatik seperti toluene. Dari hasil proyeksi di atas, didapat bahwa kebutuhan Etil Asetat pada tahun 2026 adalah 286238,28 ton/tahun. Direncanakan kapasitas pabrik Etil Asetat untuk memenuhi kebutuhan pasar sebesar 20% dengan pertimbangan akan bahan baku, listrik dan bahan bakar adalah 60.000 ton/tahun. Pabrik Etil Asetat ini didirikan dengan harapan dapat memenuhi sebagian besar dari kebutuhan Etil Asetat di Indonesia, oleh karena itu ditetapkan kapasitas pabrik yang akan berdiri yaitu 60.000 Ton/Tahun. Peralatan proses yang digunakan antara lain mixer, reaktor, menara distilasi. Unit pendukung proses pabrik meliputi unit pengadaan air pendingin sebanyak 516138.29 kg/jam. Pabrik juga didukung laboratorium yang mengontrol mutu bahan baku dan produk. Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan shift dan non shift. Dari analisis ekonomi diketahui bahwa pabrik memerlukan Fixed Capital Investment sebesar \$ 98,151,457 dengan Working Capital sebesar \$ 65,135,175. Nilai POS sebelum pajak 16.42 % dan setelah pajak 12.32 %, % ROI sebelum pajak 38.06 % dan setelah pajak 28.55 %, POT sebelum pajak yaitu 2,6 tahun dan setelah pajak 3,2 tahun, dengan nilai BEP senilai 40.16 %, SDP 29.87 %, DCF 25%. Berdasarkan analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik etil asetat dengan kapasitas 60.000 ton/tahun layak dipertimbangkan dan direalisasikan pembangunannya.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I STRATEGI PERANCANGAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas	2
1.3 Bahan Baku dan Produk	5
1.5 Pemilihan Proses	10
1.6 Menghitung Gross Profit Margin (GPM).....	12
BAB II NERACA MASSA DAN ENERGI	14
2.1 Flowsheeting	14
2.2. Aplikasi Neraca Massa dan Energi.....	14
2.2.1. Neraca Massa.....	14
2.3 Deskripsi Proses	16
2.4 Neraca Massa.....	16
2.4.1 Neraca Massa Mixer (M-1)	16
2.4.2 Neraca Massa Reaktor (R-1).....	17
2.4.3 Neraca Massa Distilasi 1	18
2.4.4 Neraca Massa Distilasi 2.....	19
2.5 Neraca Energi	20
2.4.1 Neraca Energi Mixer (M-1)	20
2.5.2 Neraca Energi Reaktor (R-1)	21
2.5.3 Neraca Energi Distilasi 1	22
2.5.4 Neraca Energi Distilasi 2	22
2.5.5 Neraca Energi Heater 1	23
2.4.6 Neraca Energi Cooler 1.....	24

2.5.7 Neraca Energi Kondensor 1	24
2.5.8 Neraca Energi Cooler 2.....	25
2.5.9 Neraca Energi Kondensor 2.....	25
2.5.10 Neraca Energi Kondensor 2.....	26
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN UTILITAS	27
3.1 Spesifikasi Alat.....	27
3.1.1 Spesifikasi Alat Utama	27
3.1.3 Spesifikasi Alat Bantu	37
3.2 Instrumentasi	48
3.2.1 Instrumentasi Pengukuran.....	50
3.2.2 Prinsip Kerja Instrumentasi dan Alarm Proses	51
3.2.2 Pemilihan Konfigurasi Pengendalian.....	53
3.2.3 Perancangan Sistem Pengendalian.....	55
3.2.4. Pengendalian Komputer digital Pada Pengendalian Proses.....	58
3.3 Utilitas	64
3.3.1 Unit Penyedia dan Pengolahan Air.....	64
3.3.2 Unit Penyedia Listrik.....	68
3.3.3 Unit Penyedia Bahan Bakar.....	73
3.3.4 Unit Pengolahan Limbah	74
BAB IV MANAJEMEN DAN LAYOUT PABRIK	76
4.1 Manajemen Pabrik.....	76
4.1.1 Nama, Tujuan, serta Visi dan Misi Perusahaan	77
4.1.2 Struktur Organisasi	78
4.1.3 Tugas dan Wewenang.....	80
4.1.4 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	86
4.1.5 Kualifikasi Karyawan	87
4.1.6 Perincian Jumlah Pegawai dan Penggolongan Tingkat Pendidikan	89
4.1.7 Status dan Penggolongan Gaji.....	91
4.1.8 Jaminan Sosial	94
4.2 Layout Pabrik dan Layout Peralatan Proses.....	96
BAB V ANALISA EKONOMI	102

5.1 Perhitungan Biaya Kebutuhan Pembangunan Pabrik.....	105
5.1.1 Harga Alat.....	105
5.1.2 Harga Bahan Baku	110
5.1.3 Harga Kebutuhan Unit Utilitas	112
5.1.4 Harga Kebutuhan Kemasan.....	112
5.1.5 Harga Tanah.....	113
5.1.6 Biaya Gaji Karyawan.....	113
5.1 Modal Investasi	116
5.1.1 Modal Tetap (Fixed Capital Investment).....	116
5.1.2 Modal Kerja (Working Capital).....	117
5.1.3 Manufacturing Cost	118
5.1.4 General Expanse	120
5.3 Analisa Kelayakan Ekonomi	120
5.3.1 Percent Profil on Sales (POS).....	121
5.3.2 Percent Return of Sales (ROI)	121
5.3.3 Pay Out Time (POT).....	122
5.3.4. Break Even Point (BEP)	122
5.3.5 Shut Down Point (SDP).....	123
5.3.6 Discounted Cash Flow (DCF).....	124
BAB VI KESIMPULAN.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Etil Asetat di Indonesia Menurut BPS	2
Tabel 1.2 Data Ekspor Etil Asetat di Indonesia Menurut BPS	2
Tabel 1.3 Data Pabrik dan Kapasitas Etil Asetat Indonesia	4
Tabel 1.4 Perbandingan Teknologi	12
Tabel 1.5 Perhitungan GPM.....	12
Tabel 2.1 Neraca Massa Mixer (M-1).....	17
Tabel 2.2 Neraca Massa Reaktor	17
Tabel 2.3 Neraca Massa Distilasi 1	18
Tabel 2.4 Neraca Massa Distilasi 2.....	20
Tabel 2.5 Neraca Energi Mixer	21
Tabel 2.6 Neraca Energi Reaktor	22
Tabel 2.7 Neraca Energi Distilasi 1	22
Tabel 2.8 Neraca Energi Distilasi 2	23
Tabel 2.9 Neraca Energi Heater 1	23
Tabel 2.10 Neraca Energi Cooler 1	24
Tabel 2.11 Neraca Energi Condensor 1	24
Tabel 2.12 Neraca Energi Cooler 2.....	25
Tabel 2.13 Neraca Energi Condenser 2.....	26
Tabel 3.1 Spesifikasi Tangki Etanol (T-101).....	27
Tabel 3.2 Spesifikasi Tangki Asam Asetat (T-102).....	28
Tabel 3.3 Spesifikasi Tangki Asam Sulfat (T-103)	29
Tabel 3.4 Spesifikasi Tangki Etil Asetat (T-104)	30
Tabel 3.5 Spesifikasi Mixer (M-101).....	31
Tabel 3.6 Spesifikasi Reaktor (R-101).....	32
Tabel 3.7 Spesifikasi Distilasi 1 (D-201).....	33
Tabel 3.8 Spesifikasi Akumulator MD I (V-101)	34
Tabel 3.9 Spesifikasi Distilasi 2 (D-202).....	35
Tabel 3.10 Spesifikasi Akumulator MD II (V-102).....	36
Tabel 3.11 Spesifikasi Heater 101	37

Tabel 3.12 Spesifikasi Condenser 1 (CD-101)	38
Tabel 3.13 Spesifikasi Reboiler (RB-101)	39
Tabel 3.14 Spesifikasi Condenser 2 (CD-102)	40
Tabel 3.15 Spesifikasi Reboiler (RB-102)	41
Tabel 3.16 Spesifikasi Pompa (P-01 A/B)	42
Tabel 3.17 Spesifikasi Pompa (P-02 A/B)	43
Tabel 3.18 Spesifikasi Pompa (P-03 A/B)	44
Tabel 3.19 Spesifikasi Pompa (P-04 A/B)	45
Tabel 3.20 Spesifikasi Pompa (P-05 A/B)	45
Tabel 3.21 Spesifikasi Pompa (P-06 A/B)	46
Tabel 3.22 Spesifikasi Pompa (P-07 A/B)	47
Tabel 3.23 Spesifikasi Pompa (P-08 A/B)	48
Tabel 3.24 Spesifikasi Pompa (P-09 A/B)	49
Tabel 3.25 Spesifikasi Pompa (P-10 A/B)	50
Tabel 3.26 Tabel Kebutuhan Air	67
Tabel 3.27 Kebutuhan Steam	68
Tabel 3.28 Kebutuhan Air Total	69
Tabel 3.29 Kebutuhan Listrik	71
Tabel 3.30 Kebutuhan Penerangan Pabrik	72
Tabel 3.31 Listrik untuk AC	74
Tabel 3.32 Kebutuhan Listrik Total	74
Tabel 4.1 Jadwal Pembagian Kelompok Shift	88
Tabel 4.2 Perincian Jumlah Karyawan	91
Tabel 4.3 Gaji Karyawan	92
Tabel 5.1 Indeks Harga Alat	105
Tabel 5.2 Proyeksi Plant Cost Indeks CEPCI	107
Tabel 5.3 Daftar Harga Alat Proses Utama	108
Tabel 5.4 Daftar Harga Alat Proses Utilitas	112
Tabel 5.5 Index Harga Bahan Baku	112
Tabel 5.6 Harga Bahan Baku	114
Tabel 5.7 Harga Produk	114

Tabel 5.8 Harga Kebutuhan Unit Utilitas	115
Tabel 5.9 Harga Kebutuhan Kemasan	115
Tabel 5.10 Inflasi Total Harga Biaya Tanah.....	116
Tabel 5.11 Biaya Gaji Karyawan	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor dan Ekspor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012 – 2017	3
Gambar 1.2 Peta lokasi pabrik	9
Gambar 1.3 Teknologi Esterifikasi	10
Gambar 2.1 <i>flowsheet Diagram</i> proses pembuatan etil asetat	16
Gambar 2.2 Klasifikasi Neraca Massa	17
Gambar 2.3 Mixer (M-1).....	18
Gambar 2.4 Reaktor (R-1).....	19
Gambar 2.5 Menara Distilasi 1	20
Gambar 2.6 Menara Distilasi 2	21
Gambar 2.7 Neraca Energi Mixer	22
Gambar 2.8 Neraca Energi Reaktor	23
Gambar 2.9 Neraca Energi Distilasi 1.....	24
Gambar 2.10 Neraca Energi Distilasi 2.....	25
Gambar 2.11 Neraca Energi HE-01	26
Gambar 2.12 Neraca Energi Cooler 1	26
Gambar 2.13 Neraca Energi Condensor 1.....	27
Gambar 2.14 Neraca Energi Cooler 2	27
Gambar 2.15 Neraca Energi Condensor 2.....	28
Gambar 3.1 Konfigurasi Pengendalian	56
Gambar 3.2 <i>Feed Back Control Configuration</i>	56
Gambar 3.3 Inferential Control Configuration.....	57
Gambar 3.4 Skema Sistem Pengendalian DDC	61
Gambar 3.5 Skema Sistem Pengendalian DCS.....	62
Gambar 3.6 Block Flow Diagram Utilitas	66
Gambar 4.1 Struktur Organisasi.....	82
Gambar 4.2 Layout Pabrik	103
Gambar 4.3 Layout Alat Proses	103
Gambar 5.1 Grafik Cost Index CEPCI.....	109

Gambar 5.2 Grafik Cost Index Bahan baku CEPCI.....	113
Gambar 5.3 Grafik BEP dan SDP	124

BAB I

STRATEGI PERANCANGAN

1.1 Latar Belakang

Perindustri merupakan salah satu parameter yang menjadi indikator perkembangan ekonomi di suatu Negara, untuk memenuhi kebutuhan kita akan penggunaan bahan kimia maka dibangunlah industri kimia. Industri kimia merupakan suatu industri yang terlibat dalam produksi zat kimia. Industri ini mencakup petrokimia, agrokimia, farmasi, polimer, dan oleokimia. Petrokimia adalah semua bahan kimia yang diperoleh dari bahan bakar fosil. Etil asetat telah diproduksi dari sumber daya berbasis fosil tetapi dalam hal keberlanjutan, upaya penelitian baru-baru ini difokuskan pada penyelidikan kemungkinan strategi sintesis satu pot yang sederhana dan ekonomis, dengan memanfaatkan bioetanol. Proses utama berbasis fosil terdiri dari reaksi esterifikasi antara etanol dan asam asetat (Nguyen et al., 2010).

Etil asetat merupakan salah satu ester karboksil dengan bentuk larutan bening pada suhu di bawah 77°C , zat ini berupa larutan polar yang volatile (mudah menguap), toksisitas rendah dan tidak higroskopis yang digunakan. etil asetat adalah senyawa organik dengan rumus molekul $\text{CH}_3\text{-COO-CH}_2\text{-CH}_3$, disederhanakan menjadi $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$.

Etil asetat, juga dikenal sebagai etil etanoat, merupakan bahan kimia yang penting dan banyak digunakan dalam industri. Ini memiliki peran penting sebagai pelarut dalam perekat, cat, atau pelapis, dan dapat digunakan untuk menggantikan pelarut aromatik seperti toluene. Dengan menggunakan pelarut ini biji kopi dan daun the akan berkurang kandung kafeinnya. (Appel et al., 2011; Nguyen et al., 2010). Selain itu, etil asetat menunjukkan potensi sebagai aditif diesel (Ashok, 2010).

Kebutuhan impor etil asetat dalam negeri pada tahun 2019 berdasarkan data BPS, kemenpri mencapai 84 ton, dan perkiraan tahun 2026 akan naik

mencapai 200 ton. sebagai salah satu bahan pelarut yang ramah terhadap lingkungan etil asetat memiliki potensi dalam pasar dalam negeri maupun internasional. Sehingga penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik etil asetat di Indonesia, untuk membantu memenuhi kebutuhan dalam negeri serta diharapkan juga dapat menjadi komoditi ekspor.

1.2 Kapasitas

Dalam menentukan kapasitas Pra rancangan pabrik Etil Asetat yang akan dibangun, didasarkan dengan mempertimbangan perkiraan kebutuhan Etil Asetat di Indonesia pada tahun yang akan datang, hingga saat ini kebutuhan Etil Asetat di Indonesia masih dipenuhi oleh impor dari negara lain, oleh karena itu, prediksi kebutuhan Etil Asetat di Indonesia dapat di tinjau dari jumlah impor dan ekspor Etil Asetat dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, berikut data kebutuhan impor dan ekspor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012-2018:

Tabel 1.1 Data Impor Etil Asetat di Indonesia Menurut BPS

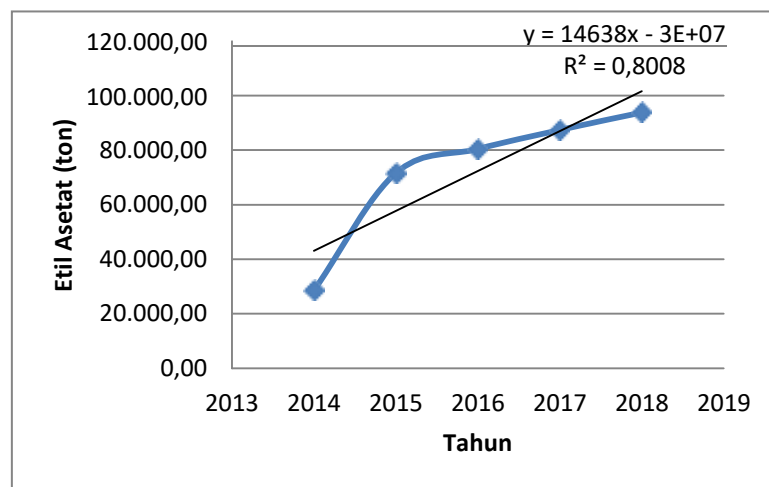
Tahun	Kapasitas (kg/thn)
2014	28.500,77
2015	71.649,69
2016	80.433,62
2017	87.390,71
2018	93.821,23

Tabel 1.2 Data Ekspor Etil Asetat di Indonesia Menurut BPS

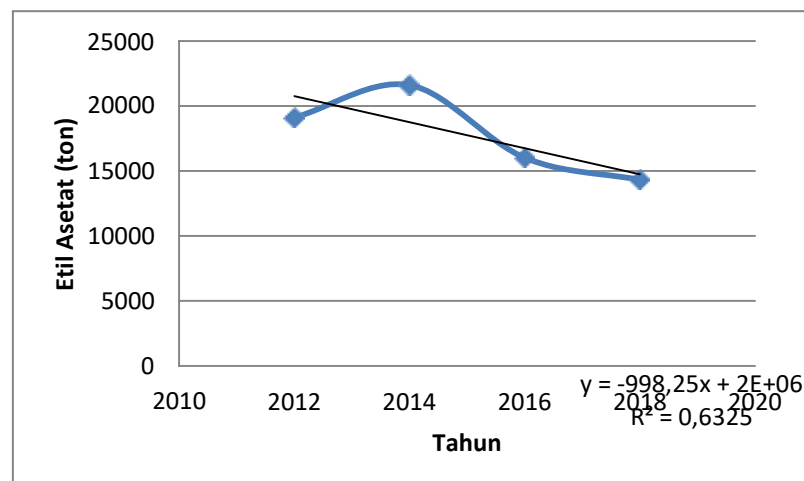
Tahun	Kapasitas (kg/thn)
2012	19102
2014	21600
2016	16011

2018	14310
------	-------

Untuk mencari proyeksi kebutuhan Etil Asetat di Indonesia, digunakan metode grafik yang diperoleh dari data – data pada tabel 1.1 dan tabel 1.2, selanjutnya dilakukan linearisasi pada grafik pada gambar 1.1 untuk memperoleh persamaan $y = ax + b$ yang digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan Etil Asetat pada tahun yang akan datang.



(a)



(b)

Gambar 1.1 Grafik Impor dan Ekspor Etil Asetat di Indonesia tahun 2012 – 2017

Berdasarkan data kebutuhan Etil Asetat pada tahun 2012 - 2017, persamaan dari slope dan intercept yang didapatkan, untuk impor yaitu $Y=14638194,48X-29438240857,26$ dan untuk ekspor yaitu $Y=-1996.50X+4041701,50$. Pabrik Etil Asetat ini akan dibangun pada tahun 2025 dan mulai beroperasi pada tahun 2026, maka proyeksi kebutuhan Etil Asetat di Indonesia pada tahun 2025, yang diperoleh melalui persamaan regresi linear, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Import tahun 2026} &= 218741159,20 && \text{kg/tahun} \\ &= 218741,15 && \text{ton/tahun} \\ \\ \text{Eksport tahun 2026} &= 8086610,50 && \text{kg/tahun} \\ &= 8.086,61 && \text{ton/tahun} \end{aligned}$$

Di Indonesia, sudah berdiri pabrik yang memproduksi Etil Asetat yang disajikan pada tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Pabrik dan Kapasitas Etil Asetat Indonesia

Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Indo Acidatama <i>Chemical Industry</i>	Solo	7500
PT. Showa Esterindo Indonesia	Merak	60000
Total Produksi Etil Asetat Indonesia		67500

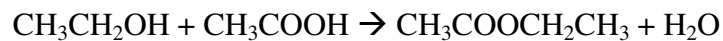
$$\begin{aligned} \text{Supply} &= \text{Demand} \\ \text{Kapasitas Baru} + \text{Eksport} &= \text{Kebutuhan Pasar} + \text{Import} \\ \text{Kebutuhan Pasar} &= (\text{Import} + \text{Produksi}) - \text{Eksport} \\ &= (218741,16 + 67500) - 8086,61 \\ &= 278154,55 && \text{ton/tahun} \end{aligned}$$

Dari hasil proyeksi di atas, didapat bahwa kebutuhan Etil Asetat pada tahun 2026 adalah 286238,28 ton/tahun. Direncanakan kapasitas pabrik Etil Asetat untuk memenuhi kebutuhan pasar sebesar 20% dengan

pertimbangan akan bahan baku, listrik dan bahan bakar adalah 55630,91 \approx 60000 ton/tahun. Pabrik Etil Asetat ini didirikan dengan harapan dapat memenuhi sebagian besar dari kebutuhan Etil Asetat di Indonesia, oleh karena itu ditetapkan kapasitas pabrik yang akan berdiri yaitu 60000 Ton/Tahun.

1.3 Bahan Baku dan Produk

Bahan baku yang digunakan meliputi Etil Alkohol (Etanol) dan Asam Asetat dengan menggunakan katalis Asam Sulfat melalui proses reaksi esterifikasi dengan menghasilkan produk berupa Etil Asetat atau Etil Ester Asam Asetat dan produk samping berupa Air. Persamaan reaksi esterifikasi yang terjadi adalah sebagai berikut :



1.3.1 Bahan Baku

a. Etil Alkohol (EtOH)

Rumus Molekul	:	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Jenis	:	Cairan tak berwarna
Spesifikasi	:	Massa Molar : 46,06 gr/mol
	:	Densitas : 0,78 gr/cm ³
	:	Titik Lebur : -114,14 °C
	:	Titik Didih : 78,29 °C
	:	Kelarutan : Tercampur penuh dalam Air
	:	Tekanan Uap : 58 kPa (20 °C)
	:	Keasaman : 15,9 (pK _a)
	:	Indeks Bias : -
	:	Viskositas : 1,200 cP (20 °C)
	:	Titik Nyala : 13 °C
Kebutuhan	:	31.681,9 Ton/Tahun
Asal	:	Dalam Negeri (PT. Indonesia Etanol Industry – Lampung Tengah)

	Tekanan Uap	: <10 Pa (20 °C)
	Keasaman	: 1,98 (pK _a)
	Indeks Bias	: -
	Viskositas	: 26,70 Cp (20 °C)
	Titik Nyala	: Tidak Ternyalakan
Kebutuhan	:	44159,21 Ton/Tahun
Asal	:	Dalam Negeri (PT. Timuraya Tunggal - Karawang)
Harga per Satuan	:	USD 230,00/Kg

1.3.3 Produk

Nama Produk	:	Etil Asetat (EtOAc)
Rumus Molekul	:	CH ₃ COOCH ₂ CH ₃
Jenis	:	Cairan Tak Berwarna
Spesifikasi	:	Massa Molar : 88,11 gr/mol Densitas : 0,09 gr/cm ³ Titik Lebur : -83,60 °C Titik Didih : 77,10 °C Kelarutan : 8,30 g/100 mL (20 dalam Air °C) Tekanan Uap : 73 mmHg (20 °C) Keasaman : 25 (pK _a) Indeks Bias : 1,37 (n _D) Viskositas : 0,42 Cp (20 °C) Titik Nyala : -4 °C
Kebutuhan	:	218741 Ton / Tahun
Harga per Satuan	:	USD 3500,00 / Ton

1.4 Lokasi

Pemilihan lokasi pabrik dipertimbangkan atas beberapa faktor yang sangat berpengaruh pada biaya produksi yang meliputi akses distribusi, utilitas, K3 dan lingkungan. Karena itu dipilih lokasi di *Krakatau Industrial Estate Cilegon* (KIEC). Faktor-faktor tersebut diantaranya :

1. Letak Geografis

Pabrik berada di daerah pesisir yang berarti sangat memungkinkan untuk membuat *Port Shipping* yang sangat memudahkan akses dalam pendistribusian bahan maupun produk melalui jalur laut. Faktor ini pun memangkas biaya *Shipping* karena tidak perlu menggunakan pelabuhan milik pemerintah/swasta karena pada dasarnya pabrik sangat memerlukan *shipping* karena salah satu bahan baku yang digunakan berasal dari luar pulau Jawa (Lampung Tengah - Sumatera). Dalam keadaan tertentu bisa juga menggunakan pelabuhan PT. Pelindo II – Cigading dan ASDP Indonesia Ferry.

Untuk akses distribusi jalur darat, pabrik pun diuntungkan oleh letaknya yang dekat dengan Gerbang Tol Cilegon Barat dengan jarak sekitar 4,7 km yang memudahkan pendistribusian produk dan memangkas waktu pengiriman.

2. Faktor Utilitas dan Limbah

Pabrik berada di kawasan KIEC yang mayoritas *supply* listriknya adalah dari PT. Krakatau Daya Listrik. Oleh karena itu kebutuhan listrik pabrik bisa di-*supply* dari PT. Krakatau Daya Listrik. Sedangkan untuk kebutuhan air akan dipasok dari PT. Krakatau Tirta Industri.

Selain memasok air dari PT. Krakatau Tirta Industri, limbah yang dihasilkan oleh pabrik pun akan diolah (*treatment*) di PT. Krakatau Tirta Industri karena perusahaan tersebut menyediakan pengolahan limbah untuk industri. Maka dari itu, pabrik bisa fokus pada kualitas produksi Etil Asetat.

3. Faktor Lingkungan dan K3

Letak pabrik yang berada di KIEC memberikan kemudahan, kenyamanan serta keamanan yang lebih. Pasalnya di KIEC ini terdapat banyak sekali pabrik yang memudahkan dalam perizinan pembangunan pabrik kepada pemda setempat, serta para pekerja pun akan merasa nyaman karena KIEC menyediakan banyak fasilitas untuk perusahaan/pabrik yang berada di lingkungannya seperti rumah sakit yaitu RS Krakatau Medika, pemadam kebakaran, layanan keamanan 24 jam, supermarket yaitu Krakatau Junction, Citimall, Transmart, dan Cilegon Center Mall, bank diantaranya BNI, BRI, CIMB, Mandiri, BJB, BSI, dan fasilitas pendukung lainnya. (sumber: <https://kiec.co.id/industrial-area/>)

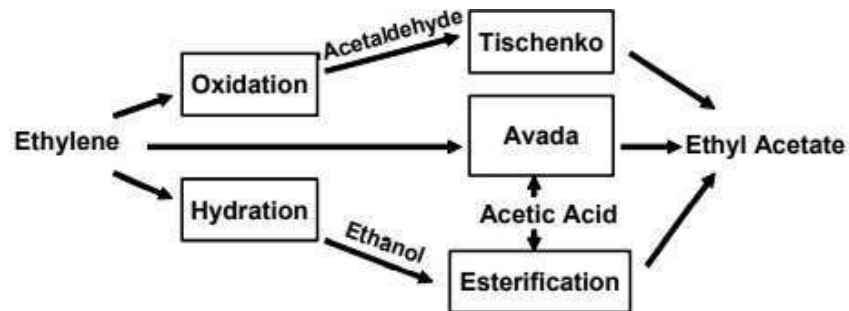
Lingkungan yang berada di kawasan industri juga memudahkan mendapatkan *supply* bahan material yang diperlukan untuk pembangunan pabrik dengan kapasitas 60.000 Ton/Tahun seperti pipa yang bisa di-*supply* dari PT.KHI Pipe Industries serta untuk konstruksi bisa di PT. Krakatau Engineering and Constructions.



Gambar 1.2 Peta lokasi pabrik

1.5 Pemilihan Proses

Pada proses produksi etil asetat terdapat beberapa proses, yaitu :

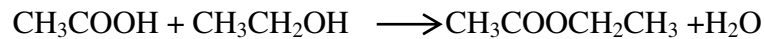


Gambar 1.3 Alur proses produksi Etil Asetat

1.5.1 Proses Esterifikasi

Proses esterifikasi dalam industri dapat dilakukan secara kontinu maupun batch. Pemilihan kedua macam proses tersebut tergantung pada kapasitas produksinya. Esterifikasi adalah penggabungan asam organik dengan alkohol yang membentuk ester.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



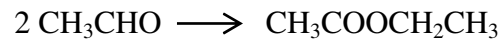
Pada produksi etil asetat bahan bakunya berupa etanol dan asam asetat, mekanisme reaksi yang terjadi adalah penggantian gugus $-\text{OH}$ pada alkohol dengan gugus alkoksi dari asam organik kondisi operasi proses terjadi pada tekanan 1-100 atm, dengan suhu 70-150 °C.



1.5.2 Proses Reaksi Tishchenko

Reaksi tishchenko merupakan reaksi disproporsiasi atau reaksi dimana suatu zat direduksi dan dioksidasi sekaligus, reaksi ini terjadi dengan bantuan katalis besi oksida contohnya aluminium triethanolat. Pada produksi etil asetat proses ini hanya berbahan baku asetaldehid.

Reaksi yang terjadi seperti berikut:



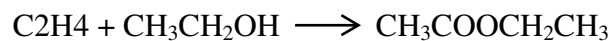
Kondisi operasi proses terjadi pada dibawah tekanan 1 atm dan bersuhu 0-5 °C. Reaksi ini memiliki produk samping berupa 2 butanone dan 2 propanol.



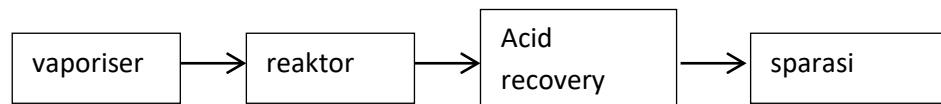
1.5.3 Avada (*AdVanced Acetates by Direct Addition*)

Avada atau asetat lanjutan oleh tambahan langsung, merupakan reaksi antara etilen dengan asam asetat menggunakan katalis heteropoly acids (HPA). Didasarkan pada reaksi fase uap etilen dan asam asetat didalam katalis HPA.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



sangat aktif untuk reaksi fase uap asam asetat dengan etilen pada suhu sekitar 180°C, dan tekanan 145 psig atau 10 atm dengan rasio molar etilen terhadap asam asetat yang tinggi. Rasio etilena terhadap asam asetat yang tinggi diperlukan karena asam asetat mudah terserap ke dalam sebagian besar HPA.



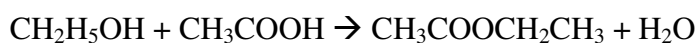
Tabel 1.4 Perbandingan Teknologi

Parameter	esterifikasi	Avada	Tischenko
Umpan	Etanol, asam asetat	Etilen, Asam asetat	Asetaldehida
Temperatur	70°C-150°C	180°C	0-5 °C
Tekanan	1 atm	10 atm	< 1 atm
Jenis Reaksi	Eksotermis		
Katalis	H ₂ SO ₄ Asam sulfat	C ₇ HF ₁₃ O ₅ S Nafion	Al(OC ₂ H ₅) ₃ Aluminium triethanolat
Konversi	99%	97%	98%
Kemurnian Produk	99,5%	99,98%	97%
By product	Air	Etanol, dietil ether	isobutyl acetate, and isobutyl isobutyrate

1.6 Menghitung Gross Profit Margin (GPM)

Pemasaran produk Etil Asetat untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke luar Indonesia.

Reaksi:



Daftar harga bahan baku dan produk:

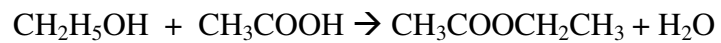
1. Etil Alkohol : \$ 820/ton (Diambil dari www.Alibaba.com)
2. Asam Asetat : \$ 540/ton (Diambil dari www.Alibaba.com)
3. Etil Asetat : \$ 35000/ton (Diambil dari www.Alibaba.com)

Tabel 1.5 Perhitungan GPM

Senyawa	Harga (US\$/ton)	BM (ton/tonmol)	US\$/tonmol
Etil Alkoho	820	46,07	- 37777,40

1			
Asam Asetat	540	60	- 32400
Etil Asetat	3500	88,11	308385
Total			69869,01

Berdasarkan harga pembelian bahan baku dan penjualan produk, maka *Gross Profit Margin* dapat dihitung sebagai berikut.



$$\begin{aligned} \text{GPM} &= \frac{(69.869,015)}{88,11} / \text{tonmol Etil Asetat} \\ &= 792,97 / \text{tonmol Etil Asetat} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh keuntungan sebesar 792,97 \$/ton dengan demikian pabrik pembuatan *Etil Asetat* akan menghasilkan keuntungan jika pabrik ini dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSI/ISA-S5.1, 1984. *Instrumentation Symbols and Identification*. California
- Aries, R.S., and Newton, R.D., "Chemical Engineering Cost Estimation". McGraw Hill Book Co.Inc., New York, 1955.
- Badan Pusat Statistik Indonesia "Data Impor dan Ekspor Etil Asetat 2013 - 2017"
(bps.go.id)
- Badan Pusat Statistik Indonesia "Direktori Importir Indonesia 2019" (bps.go.id)
- Brown, Thane. 2006. *Engineering Economics and Economic Design for Process Engineers*. University of Cincinnati, Ohio : CRC Press.
- Brownell, Lloyd E. 1959. *Process Equipment Design*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Cengel, Yunus. A. And Ghajar A.J. 2011. *Heat and Mass Transfer Fundamentals & Applications*, Fifth Edition. New York : McGraw Hill.
- Coulson and Richardson's. 2005. *Chemical Engineering Design Fourth Edition*. Oxford : R. K Sinnott.
- Dutia, P. 2004. *Ethyl Acetate: A Techno-Commercial Profile*. Chemical Weekly. 179-186.
- Faith, Keyes & Clark., "Industrial Chemical", 4th ed, John Willey and Sons, Inc., New York, 1955.
- Fogler, Scott H., "Elements of Chemical Reaction Engineering" 3rd ed, Prentice Hall International Inc., USA. 1999.
- Felder, R.M. & Rosseau, R.W, 2005. *Elementary Principles of Chemical Processes*. Third Edition. New York : John Wiley Sons & Inc.
- Geankoplis, C.J. 2003. *Transport Process and Unit Operation*. New York : Ally and Bacon.
- <https://Acidatama.co.id> (Diakses pada Maret 2020)
- <https://www.Alibaba.com> (Diakses pada Maret 2020)
- <https://pln.co.id/> (Diakses pada Desember 2020)
- <https://pnpmgresik.weebly.com/profil.html> (Diakses pada Agustus 2020)
- <https://Petrokimia-Gresik.com> (Diakses pada Maret 2020)

<https://Molindo.co.id> (Diakses pada Maret 2020)

I-Kuan Lai, Yan Chun Liu, Cheng-Ching Yu a, Ming-Jer Lee, Hsiao-Ping Huang. 2007. *Production of high-purity ethyl acetate using reactive distillation: Experimental and start-up procedure*. Department of Chemical Engineering, National Taiwan University, Taipei 106-17, Taiwan

I-Lung Chien Yao-Pin Teng, Hsiao-Ping Huang, Yeong Tarn Tang. 2005. *Design and control of an ethyl acetate process: coupled reactor/column configuration*. Department of Chemical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology.

Kern Donald Q. 1950. *Process Heat Transfer*. New York : McGraw Hill Book Co.Inc., New York. 1983.

Ketta, Mc. J.John, "Chemical Processing Handbook", Marcel Dekker Inc, New York, 1993.

Kementrian Perindustrian, Statistik Industri

Konakom, K., Saengchan, A., Kittisupakorn, P., dan Mujtaba, I. M. 2010. *High Purity Ethyl Acetate Production with a Batch Reactive Distillation Column using Dynamic Optimization Strategy*. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science Vol II. San Francisco: USA.

Matches. 2015. *Matche's Process Equipment Cost Estimates*. (online). www.matche.com.

Peter, M.S. and Timmerhaus, K.D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers Fourth Edition*. New York : McGraw-Hill.

Rase, H. F. and Barrow, M. H. 1968. *Project Engineering of Process Plants*. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.

Reynolds, T.D and Richard, P. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering Second Edition*. New York : PWS Publishing Company.

Robert H. Perry, 1997. *Chemical Engineers' Handbook Seventh Edition*. New York : McGraw Hill.

Smith, Robin, 1995, *Chemical Process Design*. Singapore : McGraw Hill International Book Company.

- Suhendi, Endang. *Ekonomi Teknik Kimia Edisi Kedua*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Towler, Gavin and Ray Sinnott, 2013, *Chemical Engineering Design Second Edition*. Oxford : Elsevier Ltd.
- Treyball, Robert E. 1981. *Mass Transfer Operations International Edition*. Singapore : McGraw Hill.
- Turton, Richard, 2012. *Analysis, Synthesis and Design of Chemical Process Fourth Edition*. United States : Prentice Hall.
- United States Patents 3714236
- United States Patent 8080684B1
- Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Washington : ButterworthHeinemann.
- Yaws. C.L., "Thermodynamic and Physical Property Data". Gulf Publishing Co.,Houston, 1980.