

PRA RANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT ($C_4H_8O_2$) DARI
ASAM ASETAT DAN ETANOL KAPASITAS 15.000
TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung pandang

AINI DWI ANANDA
RAHMA YUNITA RUSLI

431 21 053
431 21 064

PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat ($C_4H_8O_2$) dari Asam Asetat dan Etanol Kapasitas 15.000 Ton/Tahun** oleh Aini Dwi Ananda NIM 431 21 053 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 06 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



Ir. Yuliani HR, S.T., M.Eng.
NIP. 19730409 200312 2 002

Pembimbing II



M. Badai, S.T., M.T.
NIP. 19600722 198811 1 001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan


Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng.
NIP. 197304092003122002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	4
1.2.3 Kapasitas Produksi	5
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	10
1.4 Tinjauan Proses	13
BAB II DESKRIPSI PROSES	Error! Bookmark not defined.
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Bahan Pendukung	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Produk	Error! Bookmark not defined.
2.2 Konsep Proses	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Dasar Reaksi	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Kondisi Operasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Tinjauan Termodinamika	Error! Bookmark not defined.
2.3 Langkah Proses	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Penyimpanan Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Persiapan Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.

2.3.3	Reaksi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.4	Pemurnian Produk.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.5	Penyimpanan Produk	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA		Error! Bookmark not defined.
3.1	Neraca Massa Total.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Neraca Massa Tiap Alat	Error! Bookmark not defined.
3.2.1	Mixer 1 (M-01)	Error! Bookmark not defined.
3.2.2	Reactive Distillation (RD-01)	Error! Bookmark not defined.
3.2.3	Mixer 2 (M-02)	Error! Bookmark not defined.
3.2.4	Decanter (DC-01).....	Error! Bookmark not defined.
3.2.5	Stripper (SP-01)	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS.....		Error! Bookmark not defined.
4.1	Mixer (M-01)	Error! Bookmark not defined.
4.2	Reactive Distillation (RD-01)	Error! Bookmark not defined.
4.3	Condensor (CD-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.4	Cooler (CL-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.5	Mixer 2 (M-02).....	Error! Bookmark not defined.
4.6	Decanter (DC-01)	Error! Bookmark not defined.
4.7	Stripper (SP-01).....	Error! Bookmark not defined.
4.8	Cooler 2 (CL-02)	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....		Error! Bookmark not defined.
5.1	Tangki Penyimpanan (T-01)	Error! Bookmark not defined.
5.2	Tangki Penyimpanan (T-02)	Error! Bookmark not defined.
5.3	Tangki Penyimpanan (T-03)	Error! Bookmark not defined.
5.4	Tangki Penyimpanan (T-04)	Error! Bookmark not defined.
5.5	Mixer (M-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.6	Mixer (M-02).....	Error! Bookmark not defined.
5.7	Reactive Distillation (RD-01)	Error! Bookmark not defined.
5.8	Condensor (CD-01)	Error! Bookmark not defined.
5.9	Reboiler (RB-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.10	Decanter (DC-01)	Error! Bookmark not defined.

5.11 Stripper (SP-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.12 Cooler (CL-01)	Error! Bookmark not defined.
5.13 Cooler (CL-02)	Error! Bookmark not defined.
5.14 Pompa (P-01).....	Error! Bookmark not defined.
5.15 Pompa (P-02).....	Error! Bookmark not defined.
5.16 Pompa (P-03).....	Error! Bookmark not defined.
5.17 Pompa (P-04).....	Error! Bookmark not defined.
5.18 Pompa (P-05).....	Error! Bookmark not defined.
5.19 Pompa (P-06).....	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS	Error! Bookmark not defined.
6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air.....	Error! Bookmark not defined.
6.1.1 Kebutuhan Air.....	Error! Bookmark not defined.
6.1.2 Sumber Air.....	Error! Bookmark not defined.
6.2 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	Error! Bookmark not defined.
6.3 Unit Penyediaan Tenaga Listrik	Error! Bookmark not defined.
6.3.1 Listrik Untuk Penggerak Alat Proses.....	Error! Bookmark not defined.
6.3.2 Listrik Untuk Penggerak Alat Utilitas ...	Error! Bookmark not defined.
6.3.3 Listrik Untuk Kebutuhan Lain-Lain	Error! Bookmark not defined.
6.4 Laboratorium.....	Error! Bookmark not defined.
6.4.1 Fungsi Laboratorium.....	Error! Bookmark not defined.
6.4.2 Program Kerja Laboratorium.....	Error! Bookmark not defined.
6.4.3 Analisa Laboratorium	Error! Bookmark not defined.
6.5 Unit Pengolahan Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
6.6 Spesifikasi Alat Utilitas.....	Error! Bookmark not defined.
VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA..	Error! Bookmark not defined.
7.1 Instrumentasi	Error! Bookmark not defined.
7.2 Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....	Error! Bookmark not defined.
7.2.1 Identifikais Bahaya dan <i>Job Safety Analysis</i> (JSA)....	Error! Bookmark not defined.

7.2.2 Upaya Pencegahan terjadinya Bahaya ...	Error! Bookmark not defined.
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI	Error! Bookmark not defined.
8.1 Bentuk Perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.2 Struktur Organisasi.....	Error! Bookmark not defined.
8.3 Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.4 Jam Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
8.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji...	Error! Bookmark not defined.
8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan	Error! Bookmark not defined.
BAB IX TATA LETAK PABRIK.....	Error! Bookmark not defined.
9.1 Tata Letak Pabrik	Error! Bookmark not defined.
9.2 <i>Layout</i> Peralatan Proses.....	Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI	Error! Bookmark not defined.
10.1 Estimasi Penanaman Modal Total (<i>Total Capital Investment</i>).....	Error! Bookmark not defined.
10.2 Dasar Perhitungan	Error! Bookmark not defined.
10.2.1 Kapasitas Produksi.....	Error! Bookmark not defined.
10.2.2 Kebutuhan Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
10.2.2 Harga Bahan Baku.....	Error! Bookmark not defined.
10.3 Perhitungan Biaya	Error! Bookmark not defined.
10.3.1 Penaksiran modal industri (<i>Total Capital Invesment</i>)	Error! Bookmark not defined.
10.3.2 <i>Manufacturing Cost</i>	Error! Bookmark not defined.
10.3.3 <i>General Expense</i>	Error! Bookmark not defined.
10.4 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
10.4.1 Laba	Error! Bookmark not defined.
10.4.2 <i>Internal Rate Of Return</i> (IRR)	Error! Bookmark not defined.
10.4.3 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	Error! Bookmark not defined.
10.4.4 <i>Return Of Invesment</i> (ROI).....	Error! Bookmark not defined.
10.4.5 <i>Break Event Point</i> (BEP)	Error! Bookmark not defined.
10.5 Hasil Perhitungan	Error! Bookmark not defined.

10.5.2 <i>Production Cost</i>	Error! Bookmark not defined.
10.5.3 Keuntungan.....	Error! Bookmark not defined.
10.5.4 Analisa Kelayakan	Error! Bookmark not defined.
BAB XI KESIMPULAN	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Kapasitas Pabrik Etil Asetat yang Berdiri di Dunia.....	3
Tabel 1. 2 Ketersediaan Pabrik Bahan Baku di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Data Impor Etil Asetat di Indonesia.....	6
Tabel 1. 4 Data Ekspor Etil Asetat di Indonesia	6
Tabel 1. 5 Data Kebutuhan Etil Asetat di Indonesia.....	7
Tabel 1. 6 Perbandingan Proses pembuatan Etil Asetat.....	17
Tabel 2. 1 Data Entalpi Pembentukan (ΔH°_f) Masing-Masing Komponen..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. 2 Data Energi Gibbs (ΔG°_f) Masing-masing Komponen.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 1 Neraca Massa Total Pabrik Etil Asetat ($C_4H_8O_2$)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 2 Neraca Massa Mixer (M-01)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 3 Neraca Massa RD (RD-01).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 4 Neraca Massa Mixer (M-02).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 5 Neraca Massa Decanter (DC-01)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3. 6 Neraca Massa <i>Stripper</i> (SP-01).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Neraca Panas RD (RD-01).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-01).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-01).....	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 5 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-02).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Neraca Panas <i>Decanter</i> (DC-01).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Neraca Panas <i>Stripper</i> (SP-01)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Neraca Panas <i>Cooler</i> (CL-02).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 1 Kebutuhan Air Untuk Kebutuhan Umum	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 2 Jumlah Kebutuhan Air Pendingin	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 3 Kebutuhan <i>Steam</i> Pabrik Etil Asetat.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 4 Kebutuhan Bahan Bakar Pabrik Etil Asetat.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 5 Kebutuhan Listrik Penggerak Alat Proses	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 6 Kebutuhan Listrik Penggerak Alat Utilitas	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 7 Kebutuhan Listrik Total	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6. 8 Spesifikasi Pompa Utilitas	Error! Bookmark not defined.
Tabel 7. 1 Alat Insrtrumen pada Pabrik Etil Asetat	Error! Bookmark not defined.
Tabel 7. 2 Klasifikasi Bahaya Berdasrkan Sumber Bahaya.	Error! Bookmark not defined.
Tabel 7. 3 Jenis-jenis Alat Pemadam Kebakaran...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 8. 1 Pembagian <i>Shift</i> Karyawan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 8. 2 Jadwal Pembagian <i>Shift</i> Karyawan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 8. 3 Kualifikasi Karyawan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 8. 4 Perincian Gaji Karyawan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik	Error! Bookmark not defined.
Tabel 9. 2 Keterangan <i>Layout</i> Peralatan Pabrik.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10. 1 Indeks CEPCI Tahun 2000-2019	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10. 2 <i>Capital Invesment</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 10. 3 <i>Production Cost</i>	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Konsumsi Etil Asetat di Indonesia Tahun 2017-2021	8
Gambar 3. 1 Neraca Massa Arus Masuk dan Keluar Proses	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kualitatif	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 3 Skema Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01) .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 4 Skema Neraca Massa RDWC (RD-01).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 5 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-02)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 6 Skema Neraca Massa <i>Decanter</i> (DC-01).....	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3. 7 Skema Neraca Massa *Stripper* (SP-01)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 8 Diagram Alir Kuantitatif**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Skema Panas Massa *Mixer* (M-01) ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Skema Neraca Panas RD (RD-01)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 3 Skema Neraca Panas *Condensor* (CD-01) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 4 Skema Neraca Panas *Cooler* (CL-01) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 5 Skema Neraca Massa *Mixer* (M-02) .**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 6 Skema Neraca Panas *Decanter* (DC-01)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 7 Skema Panas *Stripper* (SP-01)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Skema Neraca Panas *Cooler* (CL-02) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 8. 1 Struktur Organisasi Pabrik Etil Asetat **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 9. 1 *Layout* Pabrik (Non Skala)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 9. 2 *Layout* Alat Proses**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 10. 1 Nilai CEPCI Index Tahun 2000-2019 **Error! Bookmark not defined.**

KAPASITAS 15.000 TON/TAHUN

RINGKASAN

Etil asetat ($C_4H_8O_2$) merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penunjang pada industri pelapisan yang penggunaannya etil asetat sebesar 60%, industri farmasi dan tinta sebesar 30% dan pada industri kosmetik sebesar 10%. Pendirian pabrik etil asetat ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan mengurangi impor dan membuka lapangan kerja.

Pabrik $C_4H_8O_2$ didirikan di kawasan *Ngoro Industrial Park* (NIP) Desa Lolawang, Kec. Ngoro, Kab. Mojokerto dengan kapasitas 15.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun. Proses pengolahan etil asetat menggunakan metode esterifikasi dengan *Reactive Distillation* pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan temperatur $90^\circ C$. Kapasitas produksi membutuhkan bahan baku utama berupa etil asetat sebanyak 23.459,63 ton/tahun dan etanol sebanyak 8.998,71 ton/tahun.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dimana struktur organisasi yang dipakai adalah *line and staff*. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan 124 orang.

Hasil perhitungan analisis ekonomi menunjukkan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 67.029.015.075,70 ton/tahun, *Break Even Point* (BEP) pada 53%, ROI sebesar 18%% dan POT selama 3,10 tahun. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik etil asetat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun layak (*feasible*) didirikan.

PRE DESIGN ETHYL ACETATE PLANT

CAPASITY 15.000 TONS/YEARS

SUMMARY

Ethyl acetate ($C_4H_8O_2$) is a chemical used as a raw material and as a supporting material in the coating industry, where ethyl acetate is used 60% of the time, the pharmaceutical and ink industry at 30%, and the cosmetics industry at 10%. The establishment of this ethyl acetate factory aims to meet domestic needs by reducing imports and creating employment opportunities.

The $C_4H_8O_2$ factory is planned to be established in the Ngoro Industrial Park (NIP) area in Lolawang Village, Ngoro District, Mojokerto Regency, with a capacity of 15,000 tons/year and operating for 330 days/year. The method used in this industry is esterification with Reactive Distillation. The reaction is carried out in a reactive distillation system operating at a pressure of 1 atm and a temperature of 90°C. The production capacity requires 23,459.63 tons of ethyl acetate and 8,998.71 tons of ethanol as the primary raw materials.

This company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure. It is led by a director and employs 124 people.

The economic analysis results indicate an after-tax profit of IDR 67.029.015.075,70 tons per year, a Break-Even Point (BEP) of 53%, a Return on Investment (ROI) of 18%, and a POT of 3.10 years. The economic analysis indicates that an ethyl acetate plant with a capacity of 15,000 tons per year is feasible.

BAB IPENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor-sektor lain yang kokoh. Dengan adanya globalisasi perdagangan, memacu untuk lebih cermat menemukan terobosan-terobosan baru sehingga produk yang dihasilkan mempunyai pangsa pasar, daya saing tinggi, efektif, efisien dan ramah terhadap lingkungan.

Menurut Kementerian Perindustrian (2020), sekitar 90 persen kebutuhan bahan kimia di Indonesia masih harus diimpor, sehingga pengelolaan impor dengan bijaksana perlu dilakukan untuk menjaga keseimbangan dan pertumbuhan ekonomi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketergantungan impor bahan kimia adalah meningkatkan kapasitas produksi dalam negeri. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (Kemenperin RI) terus mendorong pengembangan industri kimia karena memiliki peran penting dalam menjamin kesejahteraan masyarakat dan stabilitas negara. Industri kimia memegang peranan penting karena menjadi penunjang bagi keberlangsungan produksi sektor industri lainnya seperti cat, tinta, farmasi dan kosmetik.

Salah satu produk industri yang dibutuhkan saat ini adalah etil asetat dengan rumus molekul $C_4H_8O_2$ merupakan salah satu ester karboksil yang disebut etil etanoat, yang mudah menguap dengan titik didih $77^{\circ}C$ pada 1 atm. Etil etanoat

memiliki toksisitas rendah dan non-higroskopis. Etil asetat ini banyak digunakan baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan penunjang seperti industri pelapisan menggunakan etil asetat sebesar 60%, industri farmasi dan tinta sebesar 30% dan 10% untuk industri kosmetik. Pemanfaatan etil asetat diberbagai sektor industri menunjukkan pentingnya bahan ini yang mengakibatkan kebutuhan etil asetat terus meningkat tiap tahunnya sekitar 5-6%. Di Indonesia, etil asetat hanya di produksi oleh PT. Indo Acidatama Chemical Industri kapasitas 7.500 ton/tahun, sehingga perlu ada perencanaan pendirian pabrik etil asetat untuk membantu ketersediaan bahan kimia, diharapkan dapat menjadi komoditi ekspor dan meningkatkan devisa negara.

Pendirian pabrik etil asetat menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga kebutuhan akan impor diharapkan dapat berkurang, khususnya di Jawa Timur.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Pabrik etil asetat di beberapa negara dengan kapasitas produksi menjadi salah satu acuan dalam menentukan *range* kapasitas produksi pabrik yang akan dirancang pada pra rancangan pabrik. Kapasitas produksi etil asetat ditunjukkan pada Tabel 1. Kapasitas produksi pabrik etil asetat jika ditetapkan dalam skala global yang didasarkan pada Tabel 1.1 menunjukkan kapasitas minimum sebesar 1.000 ton/tahun dan kapasitas produksi maksimal sebesar 500.000 ton/tahun. Indonesia memiliki pabrik etil asetat yaitu PT. Indo Acidatama Chemical Industri berkapasitas

7.500 ton/tahun dan PT. Showa Esterindo Indonesia dengan kapasitas 60.000 ton/tahun.

Tabel 1. 1 Kapasitas Pabrik Etil Asetat yang Berdiri di Dunia

Negara	Nama Industri	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	2	3
Indonesia	PT. Indo Acidatama Chemical Industri	7.500
Indonesia	PT. Showa Esterindo Indonesia	60.000
China	Jiangu Sopo	500.000
China	Wuxi Baichuan	500.000
China	Shandong Xinyimeng	400.000
China	Shanghai Huayi	400.000
China	Jiangmen Handsome	340.000
China	Shandong Yankuang	200.000
China	Rizhao Yusheng	100.000
China	Jiangsu Liahai	300.000
China	Shadong Yusheng	100.000
China	Yangtze River Acetyls	100.000
India	Jubilant	150.000
India	Saomia	130.000
India	Laxmi	120.000
India	Dhampur	55.000
India	GNFC	50.000
Jepang	Japan Ethyl Acetate	100.000
Jepang	Daicel	75.000
Singapura	Celanese	100.000
Korea	Korea Alcohol	85.000
Taiwan	LYC	50.000
Republik Czech	Aliachem	12.000
Rusia	Carbohim-Wood and Chemical Co.	30.000
Hungaria	Egysult Vegymuvek	1.000
Spanyol	Ecros	65.000
Inggris	INEOS	245.000
Switzerland	Lonza	6.000

1	2	3
Ukraina	Peretchin Timber and Chemical Plant	26.000
Swedia	SEKAB	35.000
Belgia	Solutia Europe	14.000
Polandia	Synthos	7.000
Meksiko	Celanese	92.000
Amerika Serikat	Eastman	59.000
Amerika Serikat	Solutia	25.000

Sumber: dikutip dari Rasyid, Z.W.,2022

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Proses pembuatan etil asetat menggunakan bahan baku asam asetat (CH_3COOH) dan etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). Bahan baku tersebut dapat diperoleh dari pabrik yang ada di Indonesia seperti pada Tabel 1.2, sehingga pemenuhan bahan baku dapat terjangkau.

Tabel 1. 2 Ketersediaan Pabrik Bahan Baku di Indonesia

Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	2	3	4
PT. Aneka Kimia Nusantara	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Mojokerto, Jawa Timur	5.000
PT. Basis Indah	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Makassar, Sulawesi Selatan	1.600
PT. Bukit Manikam subur Persada	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Lampung	51.282
PT. Indo Acidatama Chemical	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Solo, Jawa Tengah	42.000
PT. Madu Baru	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Yogyakarta	6.720
PT. Molindo Raya Industrial	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Lawang, Jawa Timur	80.000
PT. Perkebunan Nusantara	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Semarang, Jawa Tengah	6.000
PT. Rhodia Manyar	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	Gresik, Jawa Timur	11.000

1	2	3	4
PT. Indo Lampung Distilley	C ₂ H ₅ OH	Lampung	60.000
PT. Sampurna	C ₂ H ₅ OH	Lampung	16.800
PT. RNI dan Choi Biofuel Co.	C ₂ H ₅ OH	Gresik, Jawa Timur	11.200
Kanematsu Co.	C ₂ H ₅ OH	Jakarta	30.000
PT. Indo Acidatama Chemical Industri	CH ₃ COOH	Solo, Jawa Tengah	36.600

Sumber: Kementerian Perindustrian, 2024

1.2.3 Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan merupakan salah satu hal yang penting untuk dipertimbangkan dengan baik. Nilai kapasitas pabrik yang ditetapkan akan berpengaruh dalam perhitungan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Hal ini dikarenakan jika kapasitas pabrik yang ditetapkan dengan tepat maka dapat menghasilkan banyak keuntungan. Pabrik etil asetat ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2030 dengan peluang kapasitas yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menutupi nilai impor dari luar negeri. Rumus menghitung kapasitas dapat ditentukan melalui metode *discounted* seperti sebagai berikut (Ulrich, 1984):

$$X = X_0 (1+i)^n$$

Keterangan :

X = Jumlah kapasitas pada tahun pabrik didirikan

X₀ = Data terakhir

i = Rata-rata pertumbuhan

n = Selisih tahun pendirian pabrik (2030-2021= 9 tahun)

Data impor etil asetat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.3. Data impor ini digunakan untuk menentukan peluang kapasitas pabrik 9 tahun kedepan.

Tabel 1. 3 Data Impor Etil Asetat di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Produksi (ton/tahun)	Pertumbuhan
2017	87.390	67.500	-
2018	93.819	67.500	0,068521395
2019	84.157	67.500	-0,114797551
2020	91.651	67.500	0,081759418
2021	91.858	67.500	0,002244965
Rata-Rata	89.775,3058	67.500	0,009432057

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Rata-rata persen kenaikan impor $C_4H_8O_2$ sebesar 0,9432057% yang ditunjukkan pada Tabel 1.3 sehingga besarnya impor pada tahun 2030 dapat diperkirakan:

$$X_1 = X_0 (1+i)^n$$

$$X_1 = 91.858,57 (1+0,009432057)^9$$

$$X_1 = 99.955,98 \text{ ton/tahun}$$

Data ekspor etil asetat di Indonesia pada Tabel 1.4, digunakan untuk menentukan peluang kapasitas pabrik 9 tahun yakni tahun 2030.

Tabel 1. 4 Data Ekspor Etil Asetat di Indonesia

Tahun	Ekspor (ton/tahun)	Pertumbuhan
2017	0,03	-
2018	14,31	0,997904
2019	4,98125	-1,872773
2020	3,42485	-0,454443
2021	181,21	0,981100
Rata-Rata	40,79122	-0,087053

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Rata-rata persen kenaikan ekspor $C_4H_8O_2$ sebesar -8,7053% yang ditunjukkan pada Tabel 1.4 sehingga besarnya ekspor pada tahun 2030 dapat diperkirakan:

$$X_2 = X_0 (1+i)^n$$

$$X_2 = 181,21 (1+(-0,087053))^9$$

$$X_2 = 79,83 \text{ ton/tahun}$$

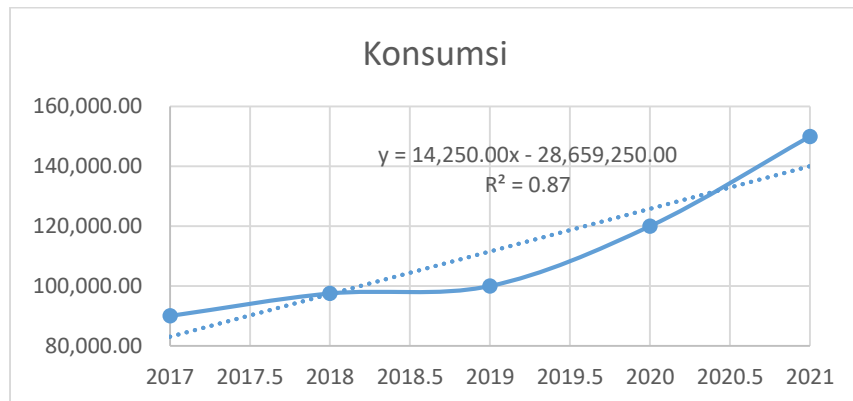
Tabel 1.1 menunjukkan kapasitas pabrik Etil di Indonesia yaitu PT. Indo Acidatama Chemical Industri dengan kapasitas 7.500 ton/tahun dan PT. Showa Esterindo Indonesia dengan kapasitas 60.000 ton/tahun, sehingga produksi pada tahun 2030 (X_3) dianggap tetap tiap tahun yaitu 67.500 ton/tahun.

Tabel 1. 5 Data Kebutuhan Etil Asetat di Indonesia

Tahun	Konsumsi (ton/tahun)	Pertumbuhan
1	2	3
2017	90.000	-
2018	97.500	0,079623
2019	100.000	0,025000
2020	120.000	0,166667
2021	150.000	0,200000
Rata-Rata	111.500	0,117147

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

Rata-rata persen kenaikan kebutuhan $C_4H_8O_2$ sebesar 11,7147% yang ditunjukkan pada Tabel 1.5 sehingga besarnya kebutuhan pada tahun 2030 dapat diperkirakan menggunakan metode regresi linear:



Gambar 1. 1 Konsumsi Etil Asetat di Indonesia Tahun 2017-2021

Dari gambar 1.1 dapat diperoleh hubungan antara tahun dan jumlah konsumsi etil asetat yang dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Y = 14.25000x - 28.659.250,00$$

Dimana : Y= Jumlah konsumsi etil asetat

X= Tahun konsumsi etil asetat

Sehingga besarnya konsumsi pada tahun 2030 dapat di perkirakan menggunakan persamaan diatas:

$$Y = 14.25000x - 28.659.250,00$$

$$Y = 14.25000 (2030) - 28.659.250,00$$

$$Y = 268.250,00 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data ekspor, konsumsi, impor dan produksi Etil Aseat ($C_4H_8O_2$) pada tahun 2030, maka dapat diperkirakan peluang kapasitas produksi pabrik $C_4H_8O_2$ sebagai berikut:

$$\text{Peluang Kapasitas} = (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) - (\text{Impor} + \text{Produksi})$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peluang Kapasitas} &= (X_2 + X_4) - (X_1 + X_3) \\
 &= (79,83 + 268.250,00) - (99.955,98 + 67.500) \\
 &= 100.873,86 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, peluang kapasitas pabrik $C_4H_8O_2$ yang akan didirikan pada tahun 2023o sebesar 100.873,86 ton/tahun. Namun, pada pra rancangan pabrik $C_4H_8O_2$ ini ditetapkan kapasitas produksi sebesar 15.000 ton/tahun (15% dari peluang kapasitas pabrik pada tahun 2030).

Penentuan kapasitas pabrik ini ditetapkan dengan beberapa pertimbangan, antara lain:

- a. Penetapan kapasitas tersebut mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan Etil Asetat di Indonesia dan bahan baku yang digunakan tersedia secara terus menerus karena penetapan kapasitas pabrik yang tidak terlalu besar sehingga tidak membutuhkan lebih banyak bahan baku.
- b. Kapasitas minimal produksi pabrik etil asetat yang telah berdiri di dunia sebesar 1.000 ton/tahun sedangkan kapasitas maksimal produksi etil asetat sebesar 500.000 ton/tahun. Dengan demikian pabrik tetap dapat beroperasi dengan baik dan menguntungkan dalam rentang kapasitas yang sangat lebar yaitu 1.000-500.000 ton/tahun.
- c. Kapasitas yang ditetapkan tidak mencapai 100% dari peluang yang ada pada tahun 2030. Namun, kapasitas yang di tetapkan ini tergolong mampu memberikan banyak keuntungan, khususnya dalam meningkatkan devisa negara karena mampu menutupi kebutuhan nilai impor.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi dalam perencanaan suatu pabrik merupakan salah satu faktor utama yang mampu menentukan nilai performa dan keberhasilan suatu pabrik. Rasyid (2022) menyatakan bahwa lokasi pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan produksinya. Pemilihan Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor primer dan sekunder. Faktor primer merupakan faktor yang berpengaruh langsung pada produksi dan distribusi dari industri, sedangkan faktor sekunder adalah faktor pendukung terhadap industri yang dijalankan. Faktor-faktor primer yang sering dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik sebagai berikut:

1. Kedekatan dengan Sumber Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dalam kelangsungan suatu pabrik, sehingga pengadaan bahan baku merupakan suatu hal yang sangat penting diperhatikan agar proses produksi tidak mengalami banyak hambatan. Bahan baku yang digunakan sebaiknya tidak diimpor dari luar negeri, tetapi berasal dari dalam negeri dan memiliki jarak yang dekat dengan lokasi pendirian pabrik. Hal ini, bertujuan untuk meminimalisir biaya produksi pabrik. Asam asetat sebagai bahan baku diperoleh dari PT. Indo Acidatama Chemical Industri, Solo. Etanol diperoleh dari PT. Molindo Raya Industrial, Lawang sedangkan katalis asam sulfat dari PT. Petrokimia, Gresik.

2. Ketersediaan Tenaga Kerja

Ketersediaan tenaga kerja pada setiap lokasi memiliki potensi yang hampir sama sehingga hal ini dapat mengurangi angka pengangguran. Berdasarkan data semester II tahun 2023 yang dihimpun, penduduk Kab. Mojokerto yang dengan tingkat pendidikan SMA sebanyak 258.443 orang (143.519 laki-laki dan 114.924 perempuan). Sementara itu, penduduk Mojokerto dengan tingkat pendidikan D3 atau sarjana muda sebanyak 9.017 orang (3.411 laki-laki dan 5.606 perempuan), D4 atau starta I sebanyak 40.920 orang (18.650 laki-laki dan 22.270 perempuan), starta II sebanyak 2.101 orang (1.239 laki-laki dan 862 perempuan) dan starta III sebanyak 111 orang (79 laki-laki dan 32 perempuan) (BPS Kabupaten Mojokerto, 2023). Dengan demikian, kebutuhan tenaga kerja tidak akan menjadi masalah karena tersedianya lulusan dengan tingkat pendidikan SMA dan sarjana dengan jumlah yang besar.

3. Distribusi dan Pemasaran

Distribusi produk yang dihasilkan akan dilakukan melalui kota Surabaya karena kedudukannya sebagai Ibukota Jawa Timur sehingga fasilitasnya telah tersedia. Pemasaran etil asetat akan didistribusikan kepada konsumen, seperti industri percetakan yaitu sebesar 51,4%, 31,7% untuk industri cat dan 4,4% untuk industri film dan sisanya untuk bahan perekat, farmasi dan pelarut (Absori dan Paramitha S.B.U., 2011).

4. Sumber Energi

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang paling penting. Pembangkit listrik utama untuk pabrik *display* dari

kawasan industri. Sementara itu pasokan bahan bakar untuk kebutuhan steam diperoleh dari PT. Pertamina yang memiliki jarak terdekat dari lokasi pendirian pabrik.

5. Sarana Transportasi

Transportasi merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan baik untuk bahan baku maupun produk yang dihasilkan. Mojokerto terletak 50 km dari kota Surabaya sehingga dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak yang dapat ditempuh dengan waktu 1,5 jam dan dekat dengan Bandara Juanda. Mojokerto dapat diakses lewat tol maupun jalan provinsi. Fasilitas transportasi yang ada pada daerah ini cukup memadai sehingga pengiriman bahan baku ataupun pemasaran produk dapat berjalan lancar.

Selain itu, beberapa faktor sekunder yang perlu diperhatikan dalam penentuan Lokasi pabrik yaitu:

1. Ketersediaan Air

Air merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu industri kimia karena air dapat digunakan sebagai air proses, media pendingin steam dan pencegahan kebakaran. Air yang digunakan *disupply* dari kawasan industri.

2. Keadaan Iklim dan Cuaca

Suhu udara di wilayah dataran rendah berkisar antara 20°-34°C, sedangkan di wilayah dataran tinggi suhu udara bernilai kurang dari 19°C. wilayah kabupaten Mojokerto beriklim tropis basah dan kering dan dua musim yaitu musim kemarau dan penghujan. Musim kemarau di wilayah Mojokerto berlangsung pada periode 26 April-31 Oktober dengan suhu tertinggi 31°C, bulan terpanas adalah Mei.

Sementara itu, musim penghujan di wilayah ini berlangsung pada periode 31 Oktober-26 April dengan bulan terbasah adalah Januari yang curah hujannya lebih dari 300 mm. curah hujan di wilayah Kabupaten Mojokerto berkisar 1.300-1.900 mm per tahun (Weather Spark, 2024).

3. Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan pada pabrik ini tidak membahayakan karena tidak mengandung bahan-bahan yang dapat mencemari lingkungan. Air buangan proses akan diolah pada *Waste Water Treatment Plant* (WWTP) yang telah disiapkan oleh kawasan industri sebelum dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi dalam penentuan lokasi pabrik, maka pabrik yang direncanakan ini akan didirikan di Kawasan Industri Ngoro Industrial Park Desa Lolawang, Kec. Ngoro, Kab. Mojokerto.



Gambar 1. 2 Peta Lokasi Pendirian Pabrik Etil asetat
(Sumber: Google Earth, 2024)

1.4 Tinjauan Proses

Pemilihan proses adalah bagian yang paling krusial dalam merancang pabrik kimia. Proses pembuatan etil asetat memiliki 5 metode yang berbeda dengan

kelebihan dan kekurangan masing masing proses. Dua diantaranya merupakan proses komersial.

1. Proses Tischchenko

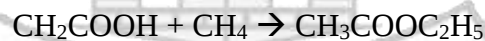
Proses tischchenko merupakan proses produksi etil asetat secara komersial dengan mengubah etanol menjadi asetaldehid menggunakan katalis aluminium alkoxide. Konversi pada proses ini sebesar 61%. Reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut:



Kondisi operasi proses terjadi dibawah tekanan 1 atm dan bersuhu 0-5°C. reaksi ini memiliki produk samping berupa 2 butanone dan 2 propanol (Setyadi dan Rangga Editya Pratama, 2022 : 10-11).

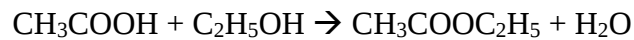
2. Etil Asetat dari Etilen dan Asam Asetat

Etil asetat dapat disintesis dari etilen dan asam asetat menggunakan katalis Phosphoric acid 10-90% dengan suhu operasi 100-300°C dan tekanan 1 atm, konversi yang diperoleh sebesar 43,6%. Reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut (Rasyid, 2022: 12):



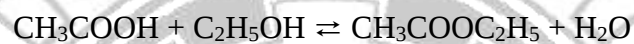
3. Proses Krupp

Proses krupp merupakan proses produksi etil asetat dengan menggunakan bahan baku etanol dan asam asetat serta katalis resin kation *polystyrene benzene sulfonate* pada suhu 100°C. Proses ini berlangsung secara kontinyu dimana konversinya sebesar 62%. Reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut (Rasyid, 2022 : 12):



4. Proses Esterifikasi dengan Katalis Asam Sulfat

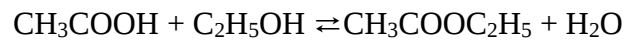
Reaksi esterifikasi antara asam asetat dengan etanol menggunakan katalis asam sulfat merupakan reaksi *reversible*, dimana konversi dari etil asetat sebesar 67%. Untuk meningkatkan *yield* yang terbentuk, maka pembentukan air harus diminimalkan. Proses ini berlangsung pada suhu 100°C dan tekanan atmosfer. Reaksi yang terjadi sebagai berikut (Faith et al., 1957:350-351):



5. Proses Esterifikasi dengan *Reactive Distillation*

Proses pembuatan etil asetat dapat dilakukan dengan menggunakan *reactive distillation*. *Reactive distillation* merupakan suatu alat yang menggabungkan antara proses reaksi kimia dan proses distilasi ke dalam satu unit proses. Ketika keseimbangan reaksi termodinamika dapat membatasi konversi yang diperoleh, *Reactive Distillation* didesain sedemikian rupa sehingga produk reaksi meninggalkan zona reaksi, dengan demikian dapat meningkatkan konversi dan selektivitas secara signifikan. Penggabungan antara proses reaksi dan distilasi tersebut menghasilkan suatu bentuk penyederhanaan proses yang intensif, selain itu dapat menghasilkan sedikit arus *recycle* serta berkurangnya kebutuhan untuk pengolahan limbah sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan investasi. Katalis yang digunakan dalam aplikasi *Reactive distillation* adalah resin aktif yang mempunyai ion H^+ . Ion ini berperan dalam mempercepat reaksi esterifikasi. Proses dijalankan pada suhu antara 90-100°C, konversi maksimal yang didapat juga lebih

besar dari proses lainnya yaitu mencapai 99%. Adapun reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut (Rasyid, 2022 : 13):



Perbandingan dari proses pembuatan etil asetat yang telah diuraikan, dapat dilihat pada Tabel 1.6.



Tabel 1. 6 Perbandingan Proses pembuatan Etil Asetat

No	Parameter	Uraian Proses				
		Tischchenko	Etilen dan Asam Asetat	Krupp	Esterifikasi dengan Katalis Asam Sulfat	Esterifikasi dengan <i>Reactive Distillation</i>
1.	Bahan baku	Ketersediaan asetaldehid cukup banyak di pasar	Ketersediaan etilen di pasar terbatas	Ketersediaan etanol di pasar cukup	Ketersediaan etanol di pasar cukup	Ketersediaan etanol di pasar cukup
2.	Temperatur	0-5°C	100-300°C	100°C	100°C	90-100°C
3.	Tekanan	< 1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
4.	Katalis	aluminium alkoxide	Phosphoric acid 10-90%	<i>polystyrene benzene sulfonate</i>	asam sulfat	asam sulfat
5.	Unit pemisahan katalis	dibutuhkan	Dibutuhkan	dibutuhkan	Dibutuhkan	tidak dibutuhkan
6.	Konversi	61%	43,6%	62%	65%	99%
7.	Biaya operasi	Tinggi sekali	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah

Sumber: Rasyid, 2022:14; Nastiti dan Hermawan Saputro, 2010:11.

BAB XI KESIMPULAN

Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol kapasitas 15.000 ton/tahun metode esterifikasi dengan *Reactive Distillation* didirikan di Kawasan *Ngoro Industrial Park* (NIP), Kab. Mojokerto Jawa Timur dengan jumlah karyawan 124 orang. Analisis ekonomi *Return On Invesment* (ROI) 18%, *Pay Out Time* (POT) 3,10 tahun, *Internal Rate Of Return* (IRR) 49%, *Break Even Point* (BEP) 53% dan *Shut Down Point* (SDP) 27%.



DAFTAR PUSTAKA

- Absori, M.Ulil. dan Paramitha S.B.U. 2011. Tugas Prarancangan Pabrik Kimia. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Afrizal, Febrian Jefri. 2019. Prarancangan Pabrik Butil Asetat dengan Proses *Reactive Dividing Wall Column* Kapasitas 18.000 Ton/Tahun. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Anonim. www.matche.com diakses pada tanggal 10 Juli 2025.
- Aries, Robert S., and Robert D. Newton, 1955, Chemical Engineering Cost Estimation, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York.
- Badan Pusat Statistik. 2024. Data Impor, Ekspor dan Konsumsi Nasional. (Online), (<https://www.bps.go.id/id>), diakses 3 September 2024.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kabupaten Mojokerto. (Online), (<https://www.bps.go.id/id>), diakses 16 November 2024.
- Badai, M. 2020. Ekonomi Teknik. Makassar: Depublish.
- Bank Indonesia. Data inflasi. <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx>.
- Bessling, Bernd., Grinstad ,Bernd Lohe, Heidelberg. 2000. Process Preparing Ester from Carbocilic Acid . US PATENT.
- Brown, G. G., Alan Shlvers Foust, Richard LaVerne Katz, Robert Schneldewind, William Platt Wood, and George Martin Brown. (1950). *Unit Operations*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959. Proses Equipment Design, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Considine, & Douglas M. 1985. Instruments and Controls Handbook. 3rd Edition. USA: Mc.Graw-Hill, Inc
- Coulson J.M. and Richardson, J.F. 1983. Chemical Engineering (An Introduction to Chemical Engineering Design). Volume 6, Pergamon Press, Oxford, New York, Toronto, Sydney, Paris, Frankurt.
- Faith, W.L., Keyes, D.B., dan Clark, R.L. 1957. *Industrial Chemical*. 4th ed. NewYork: John Wily & Sons.
- Fattah, Naufal Aqib Aqil dan Hermansyah Tri Cahyono. 2023. Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol Kapasitas 30.000 Ton/Tahun. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Geankoplis, C.J. & Richardson, J. F. 1993. Design Transport Process and Unit Operation. Singapore: Pegamon Press.

- Google Earth. 2024. Peta Lokasi Kawasan Industri Ngoro Industrial Park Desa Lolawang, Kec. Ngoro, Kab. Mojokerto. (Online), (<https://earth.google.com/web/>), diakses 16 November 2024.
- Gunara, S. (2017). Buku Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. : SCBD.
- Haenur, Ammar Muhaimin & Andi Muhammad Azhar Noor. 2016. Prarancangan Pabrik Etil Asetat dengan Proses Esterifikasi Etanol dan Asam Asetat dengan Kapasitas 7.500 Ton/Tahun. Skripsi. Samarinda: Universitas Negeri Mulawarman.
- Haryono, Heny Ekawati. 2019. Kimia Dasar. 1st ed. Yogyakarta: Deepublish.
- Kementrian Perindustrian RI. 2024. Daftar Investasi Barang/Jasa Produksi dalam Negeri. (Online), (<https://tkdn.kemenperin.go.id/>), diakses 3 September 2024.
- Kementerian Perindustrian, 2020. *Analisis Perkembangan Industri Pengolahan Non-Migas Indonesia 2020*. 4th ed. Jakarta: Kementerian Perindustrian.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. Japan: McGraw-Hill Book Company.
- Khairandy, R. (2013). Karakter Hukum Perusahaan Perseroan dan Status Hukum Kekayaan yang Dimilikinya. *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*, 20(1), 81-97.
- Megyesy, Eugene F, 2001. *Pressure Vessel Handbook*. 12ed. Professor of Chemical Engineering., Tulsa, Oklahoma.
- McKetta, M. (1997). *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. CRC Press.
- Nastiti, Jonas dan Hermawan Saputro. 2010. Prarancangan Pabrik Etil Asetat dari Etanol dan Asam Asetat Kapasitas 10.000 Ton/Tahun. Tugas Akhir. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Perry. 2007. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*. 7^{ed}, Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D., 1991, *Plant Design and Economics For Chemical Engineer*, 4rd Edition, McGraw-Hill Book Co., Singapore. Jakarta.
- Rasyid, Zulfa Wulandari. 2022. Prarancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol dengan *Reactive Dividing Wall Column* Kapasitas 16.000 Ton/Tahun. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Setyadi, Hilman Rasyid dan Rangga Editya Pratama. 2022. Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Etanol dan Asam Asetat pada Kapasitas 60.000 Ton/Tahun. Tugas Akhir. Banten: Universitas Sultan Ageng Tritayasa.
- Smith, J.M., H.C. Van Ness, M.M Abbott and M.T. Swihart. 2014. *Chemical Engineering Thermodynamics*. 8th ed. Newyork: MC Graw Hill Book Company Inc.

- Subagyo, Meylinda Dita Anggi & Amelia Rizky Adiyatma. 2024. Prarancangan Pabrik Etil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) dengan Proses Esterifikasi Menggunakan Katalis Asam Sulfat (H_2SO_4) Kapasitas 43.000 Ton/Tahun. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ulrcih, G.D., 1984. "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics". John Wiley & Sons Inc, N.Y.
- Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Washington: ButterworthHeinemann.
- Walas, Stanley M. 1990. *Chemical Process Equipment*. Washington: ButterworthHeinemann.
- Weather Spark. 2024. Iklim dan Cuaca Rata-Rata Sepanjang Tahun di Mojokerto. (Online), (<https://id.weatherspark.com/y/123184/Cuaca-Rata-rata-pada-bulan-in-Mojokerto-Indonesia-Sepanjang-Tahun>), diakses 16 November 2024.
- Widjaja, G. & yani, A., 2003. Seri Hukum Bisnis Perseroan Terbatas, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Yaws, C.L. 1999. *Thermodynamics and Physical Data*, New York: Mc. Graw-Hill Book Co.
- Yuliani, H., 2014. Keselamatan dan kesehatan kerja. Yogyakarta: Depublish.

