

PRARANCANGAN PABRIK ETIL ASETAT DARI ASAM ASETAT DAN ETANOL DENGAN KAPASITAS PRODUKSI 40.000 TON/TAHUN

Emya Vevayosa Perangin-angin¹, Irma Afifatul F Z¹, Gabrielle Dio Erdiansyah¹, Helda Wika Amini¹, Noven Pramitasari¹

¹S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No. 37, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

*Corresponding Author: irmaafifatul75@gmail.com

Abstrak

Etil asetat merupakan salah satu senyawa kimia yang banyak di impor dari luar negeri. Etil asetat di Indonesia memiliki peranan yang penting sebagai pelarut dalam industri cat, bahan aditif pada bensin, dan bahan pelapis pada furnitur dan peralatan kayu, peralatan pertanian, peralatan konstruksi dan lain sebagainya. Pembuatan etil asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) dilakukan dengan proses esterifikasi dengan bahan baku utama asam asetat (CH_3COOH) dan etanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) serta asam sulfat (H_2SO_4) yang digunakan sebagai katalis. Proses produksi etil asetat dilakukan dengan beberapa tahapan proses, yaitu tahapan persiapan bahan baku, tahapan reaksi esterifikasi, tahapan pemisahan dan pemurnian etil asetat dengan menggunakan distilasi. Pabrik ini dirancang akan dibangun pada tahun 2027 yang berlokasi di Desa Ngraho, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. Pabrik ini memiliki kapasitas produksi 40.000 ton/tahun, beroperasi 24 jam sehari selama 330 hari/tahun. Untuk memenuhi kapasitas produksinya, pabrik ini membutuhkan bahan baku berupa asam asetat sebanyak 28.696,187 ton/tahun, etanol sebanyak 22.015,541 ton/tahun, asam sulfat sebanyak 1.434,803 ton/tahun, serta bahan pembantu yakni natrium hidroksida 2.125,530 ton/tahun dan dimetil sulfoksida 10.258,178 ton/tahun. Pabrik ini memiliki pay out time (POT) selama 2,4 tahun, laju pengembalian modal (ROR) 28,36 %, dan titik impas (BEP) 40,9%.

Kata kunci: Asam Asetat, Etil Asetat, Esterifikasi

1. Pendahuluan

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap perkembangan industri di Indonesia telah memasuki era revolusi industri 4.0 yang bertumpu pada sektor industri dan sektor lainnya dalam pembangunan ekonomi untuk menunjang dunia perindustrian. Industri kimia merupakan sektor dari lima manufaktur yang ikut mengimplementasikan era revolusi industri 4.0. Salah satu industri kimia di Indonesia yang diperlukan saat ini adalah etil asetat (Kemenperin, 2022).

Etil asetat merupakan senyawa organik berbentuk cair yang tidak berwarna atau bening, memiliki aroma yang khas pada suhu di bawah 77 °C, dan sifat kimianya yang mudah menguap.

Senyawa tersebut memiliki nama lain etil etanoat dengan rumus kimia $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$. Etil asetat banyak diminati oleh sektor industri kecil

maupun industri besar di Indonesia yang biasa digunakan sebagai bahan pelapis pada furnitur dan peralatan kayu, peralatan pertanian, peralatan konstruksi serta peralatan pertambangan. Kegunaan lainnya yakni sebagai bahan pelarut dalam industri pembuatan cat, tinta, perekat (lem), thinner, dan berfungsi sebagai bahan aditif yang mampu meningkatkan bilangan oktan pada bensin (Azura, dkk., 2015).

Perusahaan yang memproduksi etil asetat di Indonesia saat ini hanya ada satu yakni PT. Indo Acidatama Tbk yang berlokasi di Jl Raya Solo-Sragen Jawa tengah dengan kapasitas produksi sebanyak 7.500 ton/tahun. Komposisi dari pelarut etil asetat yang dibutuhkan oleh masing-masing industri sangat menentukan hasil produk yang akan diperoleh, oleh karna itu kebutuhan etil asetat yang



tinggi tidak sebanding dengan produksi etil asetat yang ada di Indonesia (Dutia, 2004). Hal tersebut akan berdampak pada meningkatnya jumlah impor etil asetat dalam negeri, dimana permintaan impor etil asetat dalam negeri pada tahun 2020 didasarkan pada data Badan Pusat Statistik, Kemendagri sudah mencapai 91.000 ton, dan diperkirakan akan terus bertambah hingga tahun 2027 (BPS, 2020). Berdasarkan jumlah impor etil asetat dari tahun 2018–2022 dapat dilihat dari tabel 1.1, kemudian pada tabel 1.2 merupakan konsumsi etil asetat di Indonesia dari tahun 2015 – 2018.

Tabel 1 Data Jumlah Impor Etil Asetat Tahun 2018-2022

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2018	93.819,12	0
2	2019	84.157,99	-10,30
3	2020	91.651,35	8,90
4	2021	91.857,57	0,23
5	2022	110.153,36	19,92
Pertumbuhan Rata-rata			4,69

Tabel 2 Data Konsumsi Etil Asetat Tahun 2015 - 2018

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2015	71.717,19	0
2	2016	80.458,12	12,19
3	2017	87.458,19	8,70
4	2018	93.874,43	7,34
Pertumbuhan Rata-rata			9,41

Pembuatan etil asetat untuk pertama kalinya dilakukan oleh Count de Lauraguais pada tahun 1759 dengan cara mendistilasi sebuah campuran dari asam asetat dan etanol, kemudian pada tahun 1997, BP Chemicals menemukan teknologi baru dalam memproduksi etil asetat secara langsung menggunakan bahan baku dari etilena dan asam asetat dengan bantuan katalis berupa asam heteropoly (Sowa, J. R. Jr. 2005), seiring berkembangannya dunia industri kimia, proses pembuatan etil asetat bisa dilakukan melalui reaksi esterifikasi asam asetat dengan etanol menggunakan katalis yang bertujuan mempercepat reaksi pembentukan ester (Mailani, dan Pratiwi, 2021).

Pra rancangan pabrik kimia etil asetat ini dibuat dengan menggunakan asam asetat dan etanol sebagai bahan bakunya, serta bantuan bahan katalis yakni asam sulfat. Asam asetat dan etanol yang digunakan diperoleh dari PT. Indo Acidatama Tbk, Solo, dan asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia, Gresik.

2. Deskripsi Proses

Kapasitas produksi pabrik merupakan komponen penting dalam merancang suatu pabrik. Penentuan kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan proyeksi ekspor, impor produk, kebutuhan dalam negeri dan juga pertimbangan kapasitas pabrik etil asetat yang telah ada di dunia (Pratama, & Akbar. 2022).

Perhitungan nilai tersebut memerlukan persentase pertumbuhan rata-rata setiap tahunnya dari masing-masing data ekspor, impor, produksi, dan konsumsi yang dimasukkan dalam persamaan sebagai berikut (Kusnarjo, 2010).

$$pn = \frac{Pn - P_{n-1}}{P_{n-1}} \quad (1)$$

Keterangan :

P_n : Pertumbuhan produksi tahun ke-n

p_n : Pertumbuhan produksi tahun ke-n

p_{n-1} : Pertumbuhan produksi tahun (n-1)

Persamaan 2.2 merupakan metode perhitungan discounted untuk memperkirakan kebutuhan pasar etil asetat pada tahun 2027 (Kusnarjo, 2010) sebagai berikut.

$$m = P(1 + i)^n \quad (2)$$

Keterangan :

m : Jumlah produk pada akhir tahun (ton)

P : Jumlah produk pada tahun pertama (ton)

i : Pertumbuhan rata-rata pertahun (%)

n : Selisih tahun yang diperhitungkan

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 2 diperoleh proyeksi kapasitas produksi, konsumsi, ekspor, dan impor etil asetat pada tahun 2027 pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3 Proyeksi Kapasitas Produksi, Konsumsi, Ekspor, dan Impor Etil Asetat

Produksi (Ton)	Konsumsi (Ton)	Ekspor (ton)	Impor (Ton)
7.500,00	173.405,69	15.970.677,42	132.413,89

Berdasarkan hasil perhitungan penentuan kapasitas, didapatkan kapasitas produksi etil asetat sebesar 40.000 ton/tahun yang akan memenuhi 30% kebutuhan impor etil asetat dalam negeri.

Etil asetat dapat diproduksi melalui beberapa jenis proses dengan masing-masing menggunakan bahan baku serta kondisi operasi yang berbeda, antara lain sebagai berikut :

- Proses Tischenko



Merupakan proses yang pertama yang dikembangkan dalam pembuatan etil asetat dengan bahan baku asetaldehida. Proses ini menghasilkan etil asetat dengan konversi 61%, pada tekanan 1 atm dengan suhu operasi -20°C (Na'afiah, 2023). Kekurangan dari proses ini terletak pada kondisi operasi yang rendah sehingga memerlukan energi lebih untuk menciptakan suhu operasi tersebut.

- Proses Dehidrogenasi dan Dimerisasi

Merupakan proses kedua pembuatan etil asetat dengan bahan baku etanol. Proses dehidrogenasi dan dimerisasi menghasilkan etil asetat dengan konversi 65% dimana suhu operasinya sekitar $100 - 300^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 10-20 atm (Putri & Afriliana, 2018). Kondisi operasi pada suhu dan tekanan yang tinggi ini akan memerlukan banyak biaya dan mempersulit proses produksi etil asetat.

- Proses Esterifikasi

Merupakan proses ketiga dalam pembuatan etil asetat. Katalis yang digunakan pada proses ini menjadi pembeda hasil dan kondisi operasi pada proses esterifikasi. Proses esterifikasi dengan menggunakan katalis amberylyst-15 menghasilkan etil asetat dengan konversi 75% pada tekanan 1 atm dan suhu operasi $70-155^{\circ}\text{C}$ (Mailani & Pratiwi, 2021), kemudian proses esterifikasi dengan katalis asam sulfat menghasilkan etil asetat dengan konversi 95%, pada tekanan 1 atm dan suhu operasi $55-100^{\circ}\text{C}$ (Pratama & Akbar, 2022). Pada pabrik etil asetat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun menggunakan proses esterifikasi dengan katalis asam sulfat. Hal ini di dasar dari konversi etil asetat yang diperoleh tinggi sebesar 95% dibanding menggunakan katalis lain, kemudian dari segi harga katalis, asam asetat lebih ekonomis dari pada amberylyst-15 yang cenderung mahal.

Pembentukan etil asetat dari asam asetat dan etanol dengan menggunakan metode esterifikasi terbagi menjadi 3 tahapan. Tahapan pertama adalah tahapan persiapan bahan baku, kemudian tahapan kedua tahap reaksi produksi dan tahap terakhir merupakan tahap pemisahan dan pemurnian produk.

a. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku berupa asam asetat dengan kemurnian sekitar 99,8% disimpan ke dalam tangki penyimpanan (F-110) pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm. Bahan baku etanol dengan kemurnian 96,5% disimpan dalam tangki penyimpanan (F-120) pada suhu 30°C dengan tekanan 1 atm, kemudian bahan katalis asam sulfat 70% disimpan ke dalam tangki penyimpanan (F-130) dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm, selanjutnya bahan netralisasi yakni NaOH 50% yang disimpan dalam tangki penyimpanan (F-140)

pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm (Pratama & Akbar, 2022).

b. Tahap reaksi produksi

Diawali dengan pencampuran kedua bahan baku yakni asam asetat dan etanol di dalam mixer (M-210). Bahan baku asam asetat dari tangki penyimpanan (F-110) dialirkan pompa (L-111) menuju mixer (M-210), kemudian bahan baku etanol dari tangki penyimpanan (F-120) juga dialirkan pompa (L-121) menuju mixer (M-210), hasil dari pencampuran dialirkan pompa (L-211) menuju reaktor (R-220) yang sebelumnya telah melewati heater (E-212) untuk dinaikkan suhunya menjadi 75°C , kemudian penambahan katalis asam sulfat dari tangki penyimpanan (F-130) yang dialirkan pompa (L-131) menuju reaktor (R-220) yang sebelumnya sudah dinaikkan suhunya menjadi 75°C oleh heater (E-132). Di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (R-220) akan terjadi reaksi esterifikasi dengan suhu operasi 75°C dan tekanan 1 atm, reaktor alir tangki berpengaduk dilapisi jaket pendingin, karena reaksi berlangsung pada fase cair serta bersifat eksotermis, sehingga penggunaan jaket pendingin agar suhu tetap 75°C (Sulistiyowati, 2019).

Hasil reaksi pada reaktor (R-220) akan dialirkan pompa (L-221) ke neutralizer (N-230) yang bertujuan untuk menetralkan asam pada hasil reaksi, proses penetralan menggunakan bantuan berupa NaOH yang sudah dialirkan oleh pompa (L-141) dari tangki penyimpanan NaOH (F-140) ke dalam neutralizer (N-230), asam asetat dan asam sulfat akan habis bereaksi dengan NaOH kemudian membentuk Sodium Asetat dan Sodium Sulfat, suhu operasi pada neutralizer (N-230) adalah 75°C dengan tekanan 1 atm (Pratama & Akbar, 2022).

c. Tahap pemisahan dan pemurnian produk.

Hasil dari neutralizer (N-230) dialirkan pompa (L-231) ke decanter (H-310) untuk dipisahkan campuran menjadi dua fase, yakni fase ringan (light phase) berupa etil asetat, etanol, air, dan sedikit sodium sulfat. Fase berat (heavy phase) berupa sodium asetat, sodium sulfat, dan air. Proses pemisahan pada decanter (H-310) berdasarkan perbedaan berat jenis (densitas) dan kelarutan dari komponen. Untuk fase berat (heavy phase) akan dialirkan pompa (L-311) ke cooler 1 (E-312) agar suhunya turun dari 75°C menjadi 30°C lalu akan dialirkan ke tangki penyimpanan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sedangkan untuk fase ringan (light phase) akan dialirkan pompa (L-313) menuju distilasi (D-320) dengan tekanan 1 atm pada suhu 75°C , kemudian pada distilasi ditambahkan entrainer berupa Dimetil Sulfoksida (DMSO) yang dialirkan oleh pompa (L-152), DMSO yang melewati pompa dipanaskan terlebih dahulu pada heater (E-151) dari suhu 30°C , DMSO



bertujuan untuk memudahkan pemisahan etil asetat dan etanol (Pratama & Akbar, 2022).

Proses pemurnian di distilasi (D-320) dipisahkan berdasarkan titik didih, dimana hasil atas distilasi adalah etil asetat dengan kemurnian 99,8% kemudian menuju kondensor (E-321) kemudian ditampung sementara di accumulator (ACC-322). Hasil dari accumulator (ACC-323) sebagian direcycle atau dialirkan kembali oleh pompa (L-323) menuju ke distilasi (D-320) sebagai reflux kemudian sisanya dialirkan pompa (L-324) ke tangki penampungan produk etil asetat (F-160) yang sebelumnya telah melewati cooler 2 (E-325) untuk diturunkan suhu nya menjadi 30°C, kemudian hasil bawah berupa air, etil asetat, etanol, DMSO, dan sodium sulfat diuapkan kembali dengan reboiler (E-326) sehingga sebagian umpan akan turun, hasil bawah yang mengandung banyak air dialirkan pompa (L-327) menuju cooler 3 (E-328) untuk menurunkan suhu menjadi 30°C lalu dialirkan ke tangki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (Pratama & Akbar, 2022).

- Neraca Massa

Pabrik etil asetat dari asam asetat dan etanol dirancang dengan kapasitas 40.000 ton/tahun menggunakan proses esterifikasi. Pabrik ini membutuhkan bahan baku asam asetat sebanyak 28.696,187 ton/tahun, etanol sebanyak 22.015,541 ton/tahun, katalis asam sulfat sebanyak 1.434,803 ton/tahun, bahan pembantu yakni natrium hidroksida 2.125,530 ton/tahun dan dimetil sulfoksida 10.258,178 ton/tahun.

- Neraca Panas

Pabrik etil asetat dari asam asetat dan etanol ini membutuhkan energi berupa steam sebesar 603,2925 kg/jam, listrik sebesar 196,474 kW/jam, air sanitasi sebesar 1.078 kg/jam, cooling water sebesar 2020,862 kg/jam, dan air umpan boiler sebesar 603,2925 kg/jam.

3. Analisis Ekonomi

Analisa ekonomi pabrik etil asetat dari asam asetat dan etanol dengan kapasitas 40.000 ton/tahun menunjukkan bahwa pabrik membutuhkan biaya produksi (TPC) sebesar US\$113.930.415 dengan total capital investment (TCI) sebesar US\$19.395.980. Pemodalannya 100% berasal dari peminjaman. Keuntungan bersih yang diperoleh perusahaan tiap tahunnya sebesar US\$5.501.280 dengan harga jual etil asetat sebesar US\$2.800 per ton. Pabrik ini beroperasi 24 jam per hari dan 330 hari per tahun. Pabrik ini memiliki pay out time (POT) selama 2,4 tahun, laju pengembalian modal (ROR) 28,36%, dan titik impas (BEP) 40,9%.

4. Kesimpulan

Pabrik etil asetat dari asam asetat dan etanol dibangun dengan kapasitas produksi 40.000 ton/tahun menggunakan proses esterifikasi. Kebutuhan bahan baku meliputi asam asetat sebanyak 28.696,187 ton/tahun, etanol sebanyak 22.015,541 ton/tahun, asam sulfat sebanyak 1.434,803 ton/tahun, natrium hidroksida 2.125,530 ton/tahun dan dimetil sulfoksida 10.258,178 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi 24 jam perhari dan 330 hari per tahun. Pabrik ini memiliki pay out time (POT) selama 2,4 tahun, laju pengembalian modal (ROR) 28,36%, dan titik impas (BEP) 40,9%.

Daftar Pustaka

- Aribowo, D., Desmira, D. dan Fauzan, D.A., 2020, "Sistem Perawatan Mesin Genset di PT (Persero) Pelabuhan Indonesia II", Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP, 3(1), hal. 580–594.
- Azura Nst, S.L., Sutri, R. dan Iriany, 2015, "Pembuatan Etil Asetat dari Hasil Hidrolisis, Fermentasi dan Esterifikasi Kulit Pisang Raja (Musa paradisiaca L.)", Jurnal Teknik Kimia USU, 4(1).
- Brown, G.G., 1950, "Unit Operations", CBS Publisher & Distributors, New Delhi.
- Brownell, L.E. dan Young, E.H., 1959, "Equipment Design", John Wiley & Sons Inc., New York.
- Fatmawati, F., 2021, "Pengaruh Pendidikan Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap Kepatuhan Menggunakan Alat Pelindung Diri pada Pekerja Pabrik Tahu di Kelurahan Tidar Selatan Magelang", skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang.
- Geankoplis, C.J., 1993, "Transport Processes and Unit Operations", edisi ke-3, Prentice-Hall International Inc., New Jersey.
- Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer", McGraw-Hill International Book Company.
- Kusnarjo, 2010, "Desain Bejana Bertekanan", ITS Press, Surabaya.
- Mailani, D.P. dan Pratiwi, N., 2021, "Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol dengan Proses Esterifikasi menggunakan Katalis Amberlyst-15 Kapasitas 57.000 Ton/Tahun", Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia.
- Moniaga, F. dan Rompis, V.S., 2019, "Analisa Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Hazard



- Identification and Risk Assessment”, Jurnal Realtech, 15(2).
- Na'afiah, T., 2023, “Pra Rancangan Pabrik Ethyl Asetat dari Ethanol dan Asam Asetat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”, skripsi, Universitas Bandar Lampung, Bandar Lampung.
- National Center for Biotechnology Information, 2023, “PubChem Compound Summary for CID 702, Ethanol”, diakses 4 Juli 2023.
- National Center for Biotechnology Information, 2023, “PubChem Compound Summary for CID 8857, Ethyl Acetate”, diakses 4 Juli 2023.
- National Center for Biotechnology Information, 2023, “PubChem Compound Summary for CID 962, Water”, diakses 4 Juli 2023.
- Pratama, R.P. dan Akbar, M.T., 2022, “Pra Rancangan Pabrik Etil Asetat dari Asam Asetat dan Etanol dengan Kapasitas 25.000 Ton/Tahun”, skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Pusat Informasi Bioteknologi Nasional, 2023, “Ringkasan Senyawa PubChem untuk CID 175, Asam Asetat”, diakses 4 Juli 2023.
- Putra, N.S.S., 2018, “Prarancangan Pabrik Etil Asetat dari Etanol dan Asam Asetat dengan Reactive Distillation Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”, tugas akhir.
- Putri, C.R., 2019, “Reaksi Esterifikasi: Pembuatan Etil Asetat”, Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- Putri, E.T. dan Afriliana, C., 2018, “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Etil Asetat dari Etanol dengan Kapasitas 77.000 Ton/Tahun”, skripsi, Universitas Sriwijaya, Inderalaya.
- Rahayu, S.R. dan Syazana, T.A., 2020, “Pra Rancangan Pabrik Amil Asetat dengan Proses Esterifikasi Berkatalis Padat dari Amil Alkohol dan Asam Asetat Kapasitas 40.000 Ton/Tahun”, skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rarindo, H., 2018, “Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3): Suatu Analisis Studi Kasus Kecelakaan Kerja di Pabrik, Kebijakan Hukum dan Peraturannya”, Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana, 12(2).
- Rejeki, S., 2016, “Kesehatan dan Keselamatan Kerja”, Pusdik SDM Kesehatan, Jakarta.
- Sari, D.R., 2013, “Prarancangan Pabrik Etil Asetat dari Etanol dan Asam Asetat dengan Reactive Distillation Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”, tugas akhir.
- Sari, N.K., 2011, “Ekonomi Teknik”, Yayasan Humaniora, Surabaya.
- Sulistiyowati, D., 2019, “Perancangan Reaktor pada Pabrik Etil Asetat dengan Proses Esterifikasi menggunakan Katalis Asam Sulfat Kapasitas 90.000 Ton/Tahun”, skripsi, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Timmerhaus, K.D. dan Peters, M.S., 1991, “Plant Design and Economics for Chemical Engineers”, edisi ke-4, McGraw-Hill Inc., New York.
- Towering Skills, 2024, “Cost Indices”, diakses 2 Februari 2024.
- Yaws, C.L., “Chemical Properties Handbook”, McGraw-Hill, Texas.

