

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri dan persaingan antar negara dalam bidang industri saat ini semakin meningkat, sehingga Indonesia dituntut untuk mampu bersaing. Perkembangan industri di Indonesia sangat berpengaruh terhadap ketahanan ekonomi Indonesia dalam menghadapi persaingan di pasar bebas. Salah satu sektor yang berpengaruh terhadap perekonomian negara adalah sektor industri kimia dan banyak memegang peranan dalam memajukan perindustrian di Indonesia. Pembangunan pabrik baru atau inovasi proses produksi yang berorientasi pada pengurangan ketergantungan produk impor maupun untuk menambah devisa negara sangat diperlukan, salah satunya dengan pembangunan pabrik asam perasetat.

Industri Asam perasetat merupakan salah satu industri kimia yang dapat mendorong perkembangan industri lainnya. Asam perasetat adalah senyawa organik dengan formula $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$, salah satu senyawa yang tergabung dalam gugus fungsi ester (karbotoksi). Asam perasetat banyak digunakan sebagai bahan dasar desinfektan kuat dalam bidang medis dan pengolahan limbah, juga banyak digunakan sebagai pemutih dalam industri tekstil, produk minyak bumi, antiseptik, insektisida, makanan, pelarut, cat, dan plastik. Disamping itu penggunaan utama Asam perasetat adalah sebagai alternative untuk klorin konvensional dalam proses pemutih ramah lingkungan di pulping dan industri pembuatan kertas.

Mengingat banyaknya penggunaan produk Asam Perasetat ini pada dunia industri, maka secara otomatis keperluan dari produk ini akan semakin meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya jumlah pemakaian produk dari industri-industri pengguna Asam Perasetat. Tetapi, Sampai saat ini belum terdapat industri Asam perasetat di Indonesia. Bahan kimia tersebut masih diimpor dari Vietnam, China, India, Korea Utara, bahkan dari Amerika Serikat dan Jerman. Atas dasar pertimbangan inilah dirasa perlu untuk membuat prarancangan pabrik Asam perasetat yang diharapkan dapat menutupi kebutuhan Asam perasetat di masa yang

akan datang serta dapat mengurangi ketergantungan terhadap produk impor, dan terciptanya lapangan kerja baru.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat kebutuhan di Indonesia akan asam perasetat mengalami peningkatan setiap tahun dan tidak adanya pabrik asam perasetat yang berdiri di Indonesia serta besarnya kebutuhan produk asam perasetat di dunia maka pabrik pembuatan asam perasetat sangat potensial untuk didirikan di Indonesia.

1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Tujuan prarancangan pabrik Asam perasetat dari bahan asam asetat dan hidrogen peroksida adalah untuk mengurangi ketergantungan impor asam perasetat dan dapat menjadi pemasok untuk negara lain. Selain itu prarancangan ini untuk menerapkan disiplin ilmu teknik kimia khususnya di bidang prarancangan, proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan kelayakan pabrik pembuatan asam perasetat dari bahan baku asam asetat dan hidrogen peroksida.

1.4 Manfaat Perancangan

Asam perasetat merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan dasar disinfektan kuat dalam bidang medis dan pengolahan limbah, asam perasetat juga banyak digunakan sebagai pemutih dalam industri tekstil, produk minyak bumi, antiseptik, insektisida, makanan, pelarut, cat, dan plastik. Disamping itu penggunaan utama Asam perasetat adalah sebagai alternatif untuk klorin konvensional dalam proses pemutih ramah lingkungan di pulping dan industri pembuatan kertas. Selain alasan-alasan diatas, Pendirian pabrik ini juga didasarkan pada hal-hal berikut ini :

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan Asam perasetat di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.
2. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk Asam perasetat diekspor.

3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam prarancangan ini hanya meliputi pada proses sintesis asam asetat dan hidrogen peroksida, menghitung neraca massa dan energi, spesifikasi alat, perencanaan alat utama, spesifikasi alat, analisa ekonomi, hysys, P&ID dan 3D Plant.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah produk yang diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Pabrik yang didirikan harus mempunyai kapasitas produksi optimal yaitu jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya minimal.

Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik asam perasetat antara lain:

1. Kebutuhan asam perasetat di Indonesia
2. Kapasitas rancangan minimum
3. Kebutuhan asam perasetat di luar negeri.

1.6.1 Kebutuhan Asam perasetat di Indonesia

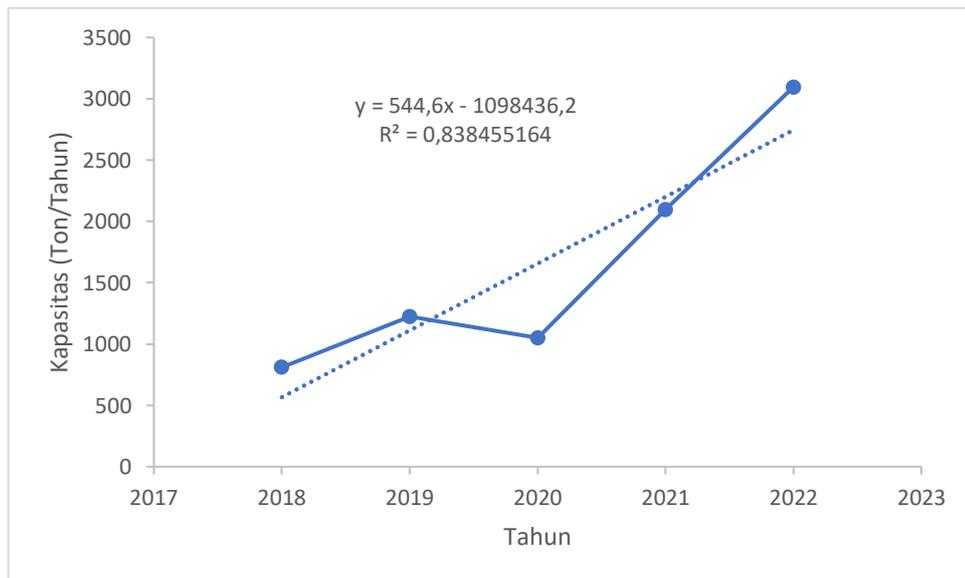
Dalam pemilihan kapasitas pabrik asam perasetat ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan yaitu jumlah konsumsi produk, pasokan bahan baku yang akan digunakan, dan kapasitas produksi maka dilakukan analisa untuk mendapatkan kapasitas produksi perancangan. Kebutuhan asam perasetat di Indonesia berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018-2022, perkembangan jumlah impor asam perasetat Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data impor asam perasetat di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/tahun)
2018	810
2019	1224
2020	1051
2021	2098
2022	3096

(Badan Pusat Statistik, 2023)

Berdasarkan Tabel 1.1 maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan kebutuhan asam perasetat pada tahun 2027 seperti pada Grafik 1.1



Gambar 1.1 Grafik Data Impor Asam Perasetat di Indonesia

Dari grafik 1.1 disimpulkan bahwa kebutuhan konsumen akan asam perasetat terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan asam perasetat pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat. Untuk menghitung kebutuhan akan asam perasetat pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan asam perasetat dapat diketahui dengan persamaan:

$$y = a (x) + b.....(1.1)$$

$$y = 544,6 (x) - 1098436,2$$

$$y = 544,6 (2027) - 1098436,2$$

$$y = 5.468$$

Dari hasil perhitungan dapat diperkirakan kebutuhan asam perasetat di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar 5.468 ton/tahun, sehingga hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi Impor Asam Perasetat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2023	3.289,6
2024	3.834,2
2025	4.378,8
2026	4.923,4
2027	5468

(Data Ekstrapolasi, 2023)

Hasil prediksi dari tabel 1.2 menunjukkan bahwa kebutuhan asam perasetat di Indonesia pada tahun 2027 mencapai 5.468 ton/tahun. Dari hasil pemaparan di atas dapat diketahui kebutuhan asam perasetat didalam negeri.

1.6.2 Kebutuhan Asam Perasetat diluar Negeri

Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik asam perasetat yang akan didirikan ini juga bertujuan untuk memenuhi kebutuhan luar negeri. Kebutuhan asam perasetat di Dunia terlihat pada Tabel 1.3

Tabel 1.3 Kebutuhan dan produksi asam perasetat di Dunia

Negara	Kebutuhan Impor Asam Perasetat (Ton/Tahun)					
	2017	2018	2019	2020	2021	2027
Thailand	17.655	17.047	10.438	15.453	19.255	17.254
Philipine	3.215	1.362	10.495	35.027	59.470	138.854
Malaysia	18.053	25.586	20.676	15.293	21.470	17.448
Vietnam	3.183	3.027	3.968	4.098	4.856	7359
Total						180.915

(UN DATA , 2023)

Dari Tabel 1.3 diperoleh total kebutuhan impor asam perasetat dari kelima negara tersebut pada tahun 2027 semakin meningkat. Dengan mengekstrapolasi kebutuhan tersebut, diperkirakan pada tahun 2027 kebutuhan akan meningkat hingga 180.915 ton/tahun.

Selain itu ada beberapa pabrik yang memproduksi asam perasetat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan didunia. Pabrik yang memiliki kapasitas terbesar yaitu Kemira Chemical dengan jumlah 10.000 ton/tahun sedangkan pabrik yang memiliki kapasitas terkecil yaitu Tianjin Xinyuan Chemical Co.Ltd dengan jumlah 8.000 ton/tahun. Data kapasitas pabrik yang telah berdiri di beberapa negara dapat kita lihat pada Tabel 1.4

Tabel 1.4 Data Kapasitas Produksi Pabrik Asam Perasetat di Beberapa Negara

Produsen	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Tianjin Xinyuan Chemical Co.,Ltd	Tianjin city, China	8.000
Solvay	Roermond, Belanda	6.000
Kemira Chemicals	Oulu, Findland	10.000

(ICIS, 2022)

Berdasarkan data konsumsi dan produksi dari beberapa negara, maka pabrik asam perasetat direncanakan akan beroperasi dengan kapasitas 10.000 ton/tahun. Dimana produk ini sebanyak 60% akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia sedangkan 40% lagi akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan luar negeri. Kapasitas perancangan pabrik asam perasetat ini sengaja ditetapkan sebesar itu dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan asam perasetat dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun, serta mengurangi ketergantungan pada negara lain.
2. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya industri-industri lain yang menggunakan asam perasetat sebagai bahan baku. Dan dampak positif dari berkembangnya industri-industri baru tersebut adalah dapat menyerap banyak tenaga kerja dan mengurangi angka pengangguran di Indonesia.

Apabila terpenuhi kebutuhan dalam negeri, sisa produk dapat diekspor keluar negeri sehingga dapat menambah devisa negara.

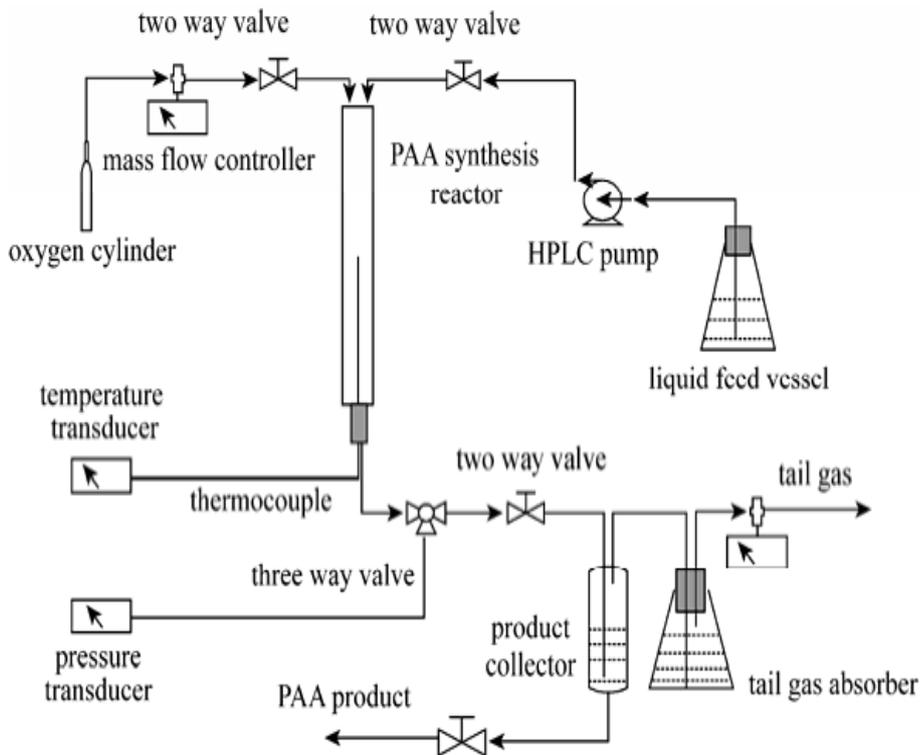
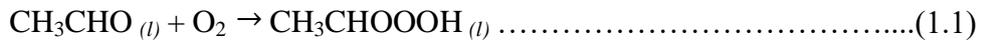
1.7. Pemilihan Proses Pembuatan Asam Parasetat

Terdapat beberapa proses pembuatan asam askrilat yang pernah dijadikan proses komersial, diantaranya yaitu Oksidasi Asetaldehida Fase Cair, Asetaldehida

Fase Fase Uap, dan Sintesis Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida. Sintesis Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida menjadi proses yang di pilih

1.7.1 Oksidasi Asetaldehida Fase Cair

Proses pembuatan asam perasetat dengan oksidasi asetaldehid berlangsung dalam fase gas – cair menggunakan *trickle bed reactor* dengan kondisi operasi. reaksi pada suhu 30 – 65 °C dan tekanan 7,7 atm dengan katalis besi asetilasetonat dimana asetaldehid berada dalam pelarut aseton dan didapatkan yield 81,53%. Hasil cairan keluaran reaktor mengandung asam perasetat sementara hasil gas keluaran reaktor akan dilewatkan ke absorber untuk menyerap asetaldehid dan aseton menggunakan xilena sebagai pelarut (Zhang dkk, 2006).

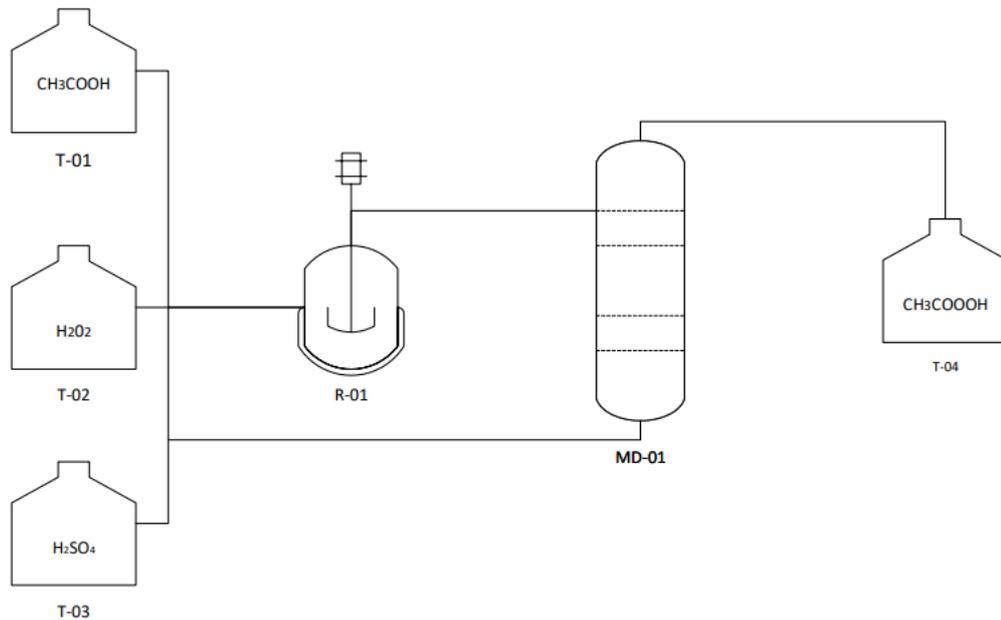
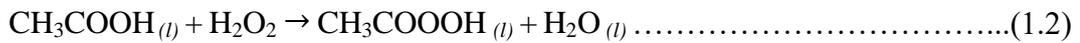


Gambar 1.2 Flowsheet dasar Proses Oksidasi Asetaldehida Fase Cair

1.7.2 Sintesis Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida

Pada proses ini menggunakan katalis asam sulfat. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi reaksi pada suhu 45 – 65 °C dan tekanan 1 atm . Rasio perbandingan asam asetat dengan

hidrogen peroksida dari 1:1 hingga 1:2. Hasil keluaran reaktor kemudian dipisahkan dengan menara distilasi (European Patent 1.004.576 A1).



Gambar 1.3 Flowsheet dasar Sintesis Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida

1.8 Perbandingan Proses

Dari kriteria-kriteria dan uraian proses pembuatan asam perasetat diatas dapat dilihat keuntungan dan kerugian dari masing-masing proses terlihat dalam tabel 1.5 dibawah ini.

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Perasetat

Parameter	Oksidasi Asetaldehida Fase Cair	Sintesis Asam Asetat dan Hidrogen Peroksida
Bahan Baku	Asetaldehid dan oksigen	Asam asetat dan hidrogen peroksida
Kondisi operasi	30 – 65 °C dan 7,7atm	45 – 65 °C dan 1 atm
Fase	Gas – Cair	Cair – Cair
Reaktor	Trickle Bed Reactor	RATB
Konversi	74,8%	55,3%
Katalis	Besi Asetilasetonat	Asam Sulfat
Bahan Tambahan	Aseton dan Xilena	-

Reaksi	Reaksi berlangsung satu arah	Reaksi berlangsung bolak balik (reversible)
--------	------------------------------	---

Dari dua macam proses pembuatan Asam Perasetat dipilih proses sintesis dengan pertimbangan:

1. Konversi yang diperoleh cukup tinggi yaitu 55,3 %.
2. Bahan baku yang digunakan berupa asam asetat dan hidrogen peroksida yang tersedia dalam jumlah yang cukup sehingga pengendalian proses relatif mudah.
3. Proses dan peralatan yang digunakan sederhana sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian lebih murah.
4. Tidak perlu bahan tambahan yang relatif lebih mahal.

1.9 Uraian Proses

Pembuatan asam perasetat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap penyimpanan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk

1.9.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

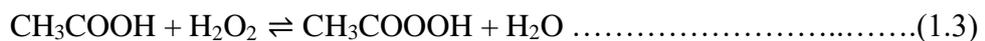
Asam asetat berupa cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-01) dengan kondisi operasi T-01 yaitu suhu 35 °C dan tekanan 1 atm. Asam asetat dipompa dari tangki T-01 menggunakan pompa (P-04) menuju ke reaktor R-01.

Hidrogen peroksida berupa cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-02) dengan kondisi operasi T-02 yaitu suhu 35°C dan tekanan 1 atm. Hidrogen peroksida dipompa dari tangki T-02 menggunakan pompa (P-05) menuju ke reaktor R-01.

Katalis asam sulfat berupa cairan disimpan dalam tangki penyimpanan (T-03) dengan kondisi operasi T-03 yaitu suhu 35 °C dan tekanan 1 atm. Katalis asam sulfat dialirkan menuju reaktor (R-01) hanya pada saat start-up. Saat pabrik telah berjalan kontinu kebutuhan katalis untuk proses diperoleh dari hasil recycle Menara Distilasi 01 (MD-01). Katalis akan dialirkan lagi jika jumlah katalisnya berkurang yang diketahui dari pengujian sampel keluaran reaktor-01.

1.9.2 Tahap Reaksi

Reaksi antara asam asetat dan hidrogen peroksida dijalankan di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Berdasarkan perancangan, waktu tinggal di dalam reaktor adalah 53,34 menit. Reaktan dan produk bersifat korosif, maka bahan konstruksi yang digunakan adalah *Stainless Steel SA 240 Grade M type 316* yang memiliki kelebihan tahan korosi karena mengandung unsur krom (Cr). Asam asetat, hidrogen peroksida dan *recycle* dari MD 1 dan masuk melalui bagian atas reaktor R-01. Kondisi operasi di reaktor suhu 55°C dan tekanan 1 atm . Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Konversi kesetimbangan reaksi pembentukan asam perasetat pada kondisi ideal mencapai 55,36% maka dipilih konversi reaksi sebesar 50%. Reaksi yang terjadi dalam reaktor bersifat eksotermis, selain itu juga terdapat kelebihan panas dari umpan *recycle*, sehingga untuk menjaga suhu tetap 55 °C diperlukan pendingin berupa koil.

1.9.3 Tahap Pemurnian Hasil

Hasil keluaran reaktor kemudian dialirkan menuju heater (HE-01) untuk dinaikkan suhunya menjadi 113,44 °C dan dengan pompa (P-07) tekanannya sedikit dinaikkan menjadi 1,1 atm. Menara distilasi 01 (MD-01) digunakan untuk memisahkan asam sulfat keseluruhan dari campurannya dengan senyawa lain, dengan asam asetat sebagai *light key component* dan hidrogen peroksida sebagai *heavy key component*.

Hasil bawah MD-01 keluar pada suhu 165,30 °C dan tekanan 1,2 atm. Komponen sebagai hasil bawah menara yakni asam sulfat keseluruhan, sebagian besar hidrogen peroksida yang terdistribusi dan sebagian kecil asam asetat yang terdistribusi, mengalir menuju *reboiler* 01 (RB-01). Campuran keluaran RB-01 berupa fase uap akan dikembalikan menuju plate bawah MD-01, dan fase cairnya kemudian didinginkan dengan cooler 02 (CL-02) ke suhu 116,62 °C sebelum *direcycle* menuju reaktor yang dialirkan menggunakan pompa (P-08).

Hasil atas MD-01 keluar pada suhu 104,52 °C dan tekanan 1 atm. Komponen hasil atas menara adalah air keseluruhan, asam perasetat keseluruhan,

sebagian besar asam asetat yang terdistribusi dan sebagian kecil hidrogen peroksida yang terdistribusi berupa fase uap mengalir menuju *condenser* (CD-01). Campuran keluar *condenser* 01 berupa cairan ditampung di tangki akumulator (ACC-01). Keluaran ACC-01 dialirkan menggunakan pompa (P-09) dengan sebagian menuju *plate* atas MD-01 sebagai *reflux*, sebagian lainnya dialirkan menuju *cooler* (CL-01) untuk diturunkan suhunya menjadi 35 °C, kemudian dialirkan dengan pompa (P-10) menuju tangki penyimpanan (T-04) sebagai produk.

1.10 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika berfungsi untuk penentuan sifat reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis. Secara termodinamika reaksi sintesis asam perasetat dapat dilihat dari harga entalpi, energi gibbs dan konstanta kesetimbangannya. Diketahui pada temperatur 298 K:

Tabel 1.6 Harga ΔH° dan ΔG°_f masing-masing komponen

Komponen	ΔH° (kJ/mol)	ΔG°_f (kJ/mol)
CH ₃ COOH	-434,84	-390,2
H ₂ O ₂	-136,3	-120,42
CH ₃ COOOH	-343,1	-276
H ₂ O	-241,8	-237,14

$$\Delta H^\circ_{298} = \sum \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta H^\circ_{298} = (\Delta H^\circ_f (\text{CH}_3\text{COOOH}) + \Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O})) - ((\Delta H^\circ_f (\text{CH}_3\text{COOH}) + \Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O}_2))$$

$$\Delta H^\circ_{298} = ((-343,1 \text{ kJ/mol}) + (-241,8 \text{ kJ/mol})) - ((-434,84 \text{ kJ/mol}) + (-136,3 \text{ kJ/mol}))$$

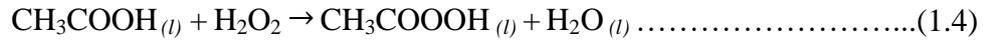
$$\Delta H^\circ_{298} = -13,76 \text{ kJ/mol}$$

Reaksi yang terjadi pada reaksi diatas merupakan reaksi eksotermis karena harga *enthalpy* reaksi bernilai negatif sehingga reaksi melepaskan panas.

1.11 Uji Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknik dan ekonomi. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang

diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu seperti diperlihatkan pada Tabel 1.7



Tabel 1.7 Harga bahan baku

Bahan Baku	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/kg)
Bahan Baku		
Asam Asetat (CH ₃ COOH)	60,05	12.340
Hidrogen Peroksida (H ₂ O ₂)	34	6.500
Produk		
Asam Perasetat (CH ₃ COOOH)	76,052	75.000
Air (H ₂ O)	18	0

(Sumber : *Caven Industriy.*, Ltd, Pat Impex Inc, PT. Peroksida Indonesia Pratama, 2023)

Bahan baku :

Asam Asetat (CH₃COOH) = 1 mol
 = 1 mol x 60,05 g/mol
 = 60,05 g/mol
 = 0,06 kg
 = 0,06 kg x Rp. 1.234
 = Rp. 74,04

Hidrogen Peroksida (H₂O₂) = 1 mol
 = 1 mol x 34,01
 = 34,01 g/mol
 = 0,03401 kg
 = 0,03401 x Rp. 6.500
 = Rp. 221,065

Produk samping

Air (H₂O) = 1 mol
 = 1 mol x 18.02 g/mol
 = 18.02 g/mol
 = 0.018 kg

$$= 0.018 \text{ kg} \times \text{Rp.0}$$

$$= \text{Rp. 0}$$

Konversi Produk

$$\text{Asam Perasetat (CH}_3\text{COOOH)} = 1 \text{ mol}$$

$$= 1 \text{ mol} \times 76,052 \text{ g/mol}$$

$$= 76,052 \text{ g/mol}$$

$$= 0,076 \text{ kg}$$

$$= 0,076 \times \text{Rp. 75.000}$$

$$= \text{Rp. 5.700}$$

Analisa Ekonomi /mol

$$= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku}$$

$$= \text{Rp. 5.700} - (\text{Rp. 221,065} + \text{Rp. 74,04})$$

$$= \text{Rp. 5.700} - \text{Rp. 295,105}$$

$$= \text{Rp. 5.404,895}$$

Net Profit Margin

$$= \frac{\text{Analisa Ekonomi}}{\text{Bahan Baku}} \times 100\%$$

$$= \frac{5.404,895}{295,105} \times 100\%$$

$$= 1.831 \%$$

Dari uji ekonomi awal yang telah dibuat, terlihat bahwa harga beli bahan baku lebih murah dibandingkan dengan harga jual produk. Maka dari itu, uji ekonomi awal dapat disimpulkan bahwa pabrik asam perasetat layak untuk didirikan.