

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara yang berkembang, bangsa Indonesia memiliki kewajiban untuk melaksanakan pembangunan disegala bidang. Salah satunya adalah pembangunan sektor ekonomi, yang sedang digiatkan oleh pemerintah untuk mencapai kemandirian perekonomian nasional. Untuk mencapai tujuan ini pemerintah menitik beratkan pada pembangunan di sektor industri. Secara garis besar pembangunan dibagi menjadi dua yakni pembangunan material dan pemabangunan spiritual. Pada saat ini pembangunan material dititik beratkan pada sektor industri kimia sebagai landasan industrialisasi di negara kita.

Menurut *Worldometers*, Indonesia merupakan negara dengan populasi penduduk terbanyak ke-empat didunia setelah China, India dan *United States* dengan jumlah penduduk sebanyak 273.523.615 jiwa. Indonesia sebagai salah satu negara berkembang senantiasa melakukan pembangunan disegala sektor. Salah satunya adalah sektor industri, terutama di era revolusi industri 4.0 sebagai langkah menuju Indonesia Emas 2045. Pembangunan industri kimia di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meminimalkan impor. Salah satu industri kimia yang belum mencukupi kebutuhan dalam negeri adalah industri amil asetat.

Amil asetat adalah salah satu ester yang memiliki rumus kimia $\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$. Amil asetat dihasilkan dari proses esterifikasi antara amil alkohol dan asam asetat. Amil asetat biasa digunakan sebagai campuran cat, tekstil dan bahan industri sablon. Selain itu, amil asetat juga digunakan sebagai bahan obat-obatan, parfum dengan aroma pisang.

Pada industri kimia, amil asetat digunakan sebagai bahan *intermediate* maupun bahan baku. Amil asetat banyak digunakan sebagai pelarut (*solvent*). Amil asetat merupakan pelarut dengan titik didih

menengah (*medium boiling solvent*) yang secara cepat melarutkan resin-resin memberikan ketahanan pada lapisan pelindung.

Amil asetat merupakan senyawa yang cukup banyak dibutuhkan di Indonesia dan pada saat ini Indonesia masih mengimpor amil asetat dari luar negeri seperti Vietnam, *United States*, *United Kingdom*, Turki, Uni Emirat Arab, Thailand, Taiwan, Spanyol dan Singapura dalam jumlah yang cukup besar. Indonesia tidak memiliki pabrik yang memproduksi amil asetat, walaupun sebagian besar bahan bakunya terdapat didalam negeri. Hal ini mendorong perlu adanya industri amil asetat untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam negeri.

Menurut Badan Pusat Statistik (2022), Indonesia masih mengimpor amil asetat dengan angka 27.631 ton ditahun 2021. Oleh karena itu, pendirian pabrik ini diharapkan dapat mencukupi kebutuhan amil asetat dalam negeri. Selain itu, diharapkan dengan pendirian ini juga mampu menciptakan lapangan kerja baru serta mendorong berkembangnya industri lain yang menggunakan amil asetat dalam prosesnya amil asetat.

1.2 Rumusan Masalah

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

1.3 Tujuan Prancangan Pabrik

Tujuan prancangan pabrik amil asetat menggunakan bahan baku asam asetat dan amil alkohol adalah untuk mengurangi ketergantungan impor amil asetat. Selain itu prancangan ini untuk menerapkan disiplin ilmu teknik kimia khususnya dibidang prancangan, proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan kelayakan pabrik pembuatan amil asetat.

1.4 Manfaat Prancangan Pabrik

Manfaat yang dicapai adalah terbukanya lapangan kerja, penghematan devisa negara, menurunkan kebutuhan impor, meningkatkan ekspor, mendorong industri-industri yang menggunakan amil asetat dan memenuhi kebutuhan amil asetat dalam negeri.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam prancangan ini hanya meliputi pada amil asetat dihasilkan dari proses esterifikasi antara amil alkohol dan asam asetat, menghitung neraca massa dan energi, spesifikasi alat, perencanaan alat utama, analisa ekonomi, Hysys, P&ID dan 3D Plant.

1.6 Penentuan Kapasitas Prancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan produksi dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga mempertimbangkan faktor lainnya. Hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan kapasitas pabrik yaitu kebutuhan dalam negeri, ketersediaan bahan baku dan bahan pendukung, nilai ekspor, serta nilai impor.

1.6.1 Kebutuhan Amil Asetat di Indonesia

Konsumsi amil asetat diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa tahun mendatang. Hal ini berkaitan dengan berkembangnya industri cat, tekstil dan farmasi yang terus berkembang. Meskipun kebutuhan amil asetat di Indonesia cukup tinggi, namun kebutuhannya sendiri belum dapat terpenuhi dari dalam negeri. Hingga saat ini, produksi amil asetat di Indonesia belum sebesar beberapa produk kimia lainnya dan pabrik yang khusus memproduksi amil asetat mungkin masih terbatas. Sebagian besar amil asetat yang digunakan di Indonesia masih diimpor, terutama untuk kebutuhan industri seperti parfum, *flavoring* dan pelarut.

Pendirian pabrik amil asetat di Indonesia diharapkan mampu memberikan dampak positif bagi perkembangan industri cat, farmasi dan

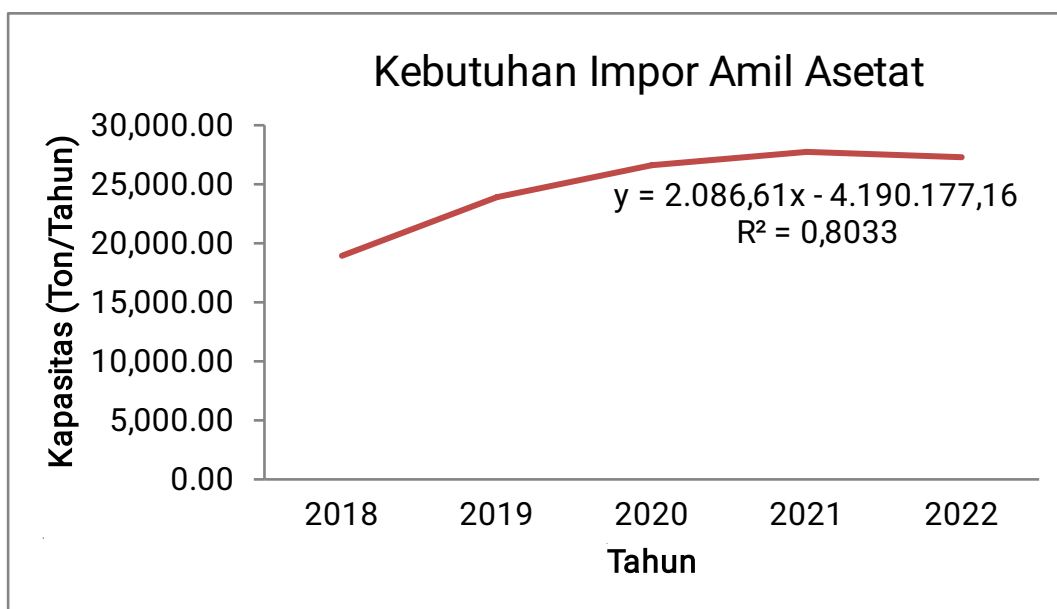
industri lainnya di Indonesia. Serta mengurangi angka impor amil asetat bagi Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, Indonesia masih mengimpor amil asetat dari negara lain. Karena pada saat ini pabrik amil asetat belum tersedia di Indonesia. Data impor amil asetat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Amil Asetat di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
2018	18.762,35
2019	23.817,51
2020	26.404,82
2021	27.631,25
2022	27.288,55

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023)

Nilai impor pada Tabel 1.1 digunakan untuk memprediksi impor amil asetat di Indonesia pada tahun 2027. Dari data diatas terjadi kenaikan impor pada tahun 2018 sampai dengan 2022, sehingga diperlukan adanya industri yang memproduksi amil asetat guna menekan jumlah impor amil asetat diluar negeri dimana hal ini dapat pula dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Impor Amil Asetat di Indonesia

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 2.086,61x - 4.190.177,16$ dengan $R^2 = 0,8033$. Kebutuhan amil asetat di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus $y = 2.086,61x - 4.190.177,16$ dimana y adalah kebutuhan amil asetat pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan dihitung. Kebutuhan impor amil asetat di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebagai berikut:

$$y = 2,086.61x - 4,190,177.16$$

$$y = 2,086,61 (2027) - 4,190,177.16$$

$$y = 39.381,31$$

Dari persamaan ini, pada tahun 2027 diperoleh kebutuhan impor amil asetat sebesar 39.381,31 ton. Berdasarkan hasil perhitungan peluang kapasitas dan dengan mempertimbangkan kebutuhan amil asetat didalam negeri, maka dalam prarancangan ini dipilih kapasitas 40.000 ton/tahun.

Namun, berdasarkan UUD Republik Indonesia Nomor 5 tahun 1999 tentang larangan praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat, bahwasanya satu pelaku usaha hanya boleh maksimal menguasai 75% pasar. Maka dari itu, pendirian pabrik ini direncanakan akan memenuhi 75% dari total kebutuhan dalam negeri.

$$\begin{aligned}\text{Impor di Indonesia} &= 75 \% \times 39.381,31 \text{ ton/tahun} \\ &= 29.535,98 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peluang kapasitas dan dengan pertimbangan kebutuhan amil asetat didalam negeri, maka ditetapkan kapasitas pabrik amil asetat ini sebesar 30.000 ton/tahun.

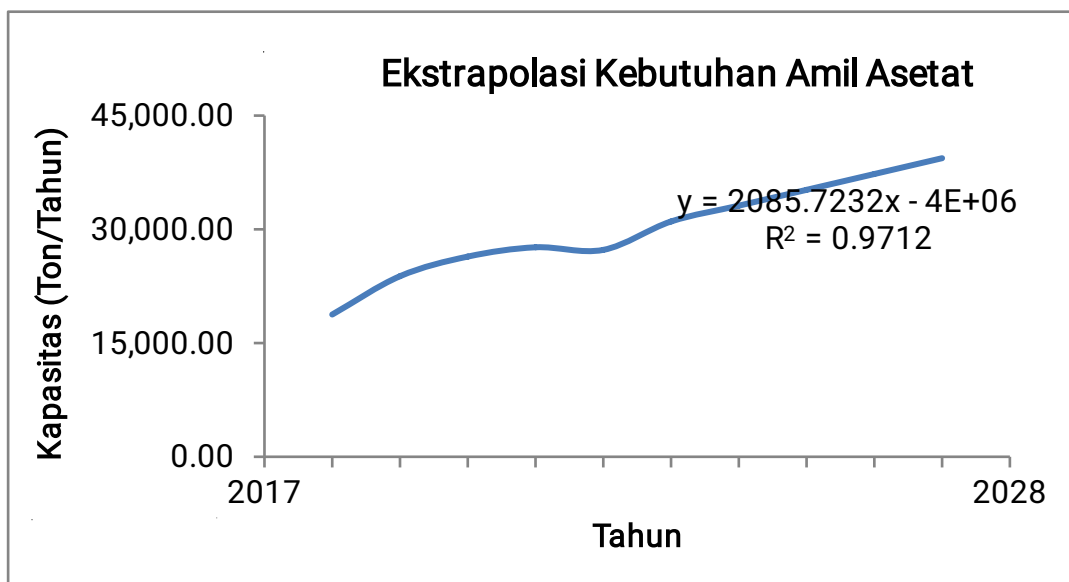
Dari Grafik 1.1 didapatkan Hasil Eskstrapolasi Kebutuhan Amil Asetat di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahun, seperti ditunjukkan dalam tabel 1.2 dari 31.034,87 ton/tahun (2023) hingga 39.381,31 ton/tahun (2027). Gambar 1.2 memperlihatkan tren kenaikan ini dalam grafik ekstrapolasi, dengan persamaan regresi $y = 2085.7x - 4E +$

06 dan $R^2 = 0,9712$, menunjukkan prediksi yang akurat. Tren ini menegaskan perlunya perencanaan industry untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat.

Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi Kebutuhan Amil Asetat di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
2023	31.034,87
2024	33.121,48
2025	35.208,09
2026	37.294,70
2027	39.381,31

(Sumber : Data Ekstrapolasi, 2023)



Gambar 1.2 Data Kebutuhan Ekstrapolasi Amil Asetat di Indonesia

Hal ini didasarkan pada kapasitas pabrik-pabrik yang sudah beroperasi maupun yang sedang dalam tahap pembangunan di berbagai negara juga kebutuhan pasar akan produk amil asetat yang semakin

meningkat.

Pertimbangan dalam penentuan kapasitas produksi amil asetat juga dapat dilihat dari kapasitas produksi pabrik yang sudah ada. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah didirikan memiliki analisis ekonomi yang memberikan keuntungan sesuai dengan kapasitas produksi yang dihasilkan. Berikut data pabrik dan kapasitas yang ada di dunia seperti ditunjukkan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Pabrik Amil Asetat di Dunia

No	Produsen	Lokasi	Kapasitas (Ton/tahun)	Sumber
1	BASF SE	Ludwigshafen, Jerman	40.000	www.basf.com
2	Eastman Chemical Company	Kingsport, Tennessee, AS	20.000	www.eastman.com
3	Celanese Corporation	Irving, Texas, AS	30.000	www.celanese.com
4	Perstorp Holding AB	Perstorp, Swedia	10.000	www.perstorp.com
5	Kraton Corporation	Houston, Texas, AS	15.000	www.kraton.com
6	Oxea GmbH	Monheim am Rhein, Jerman	25.000	www.oxea-chemicals.com
7	LyondellBasell Industries N.V.	Houston, Texas, AS	20.000	www.lyondellbasell.com
8	Huntsman Corporation	Salt Lake City, Utah, AS	15.000	www.huntsman.com
9	Saudi Basic Industries Corporation (SABIC)	Riyadh, Arab Saud	30.000	www.sabic.com
10	Solvay S.A.	Brussel, Belgia	10.000	www.solvay.com

Berdasarkan faktor-faktor diatas, maka dapat dipilih kapasitas prarancangan produksi pada tahun 2027 sebesar 30.000 ton/tahun dengan harapan:

1. Dapat memenuhi sebagian kebutuhan amil asetat dalam negeri
2. Dapat mengurangi ketergantungan impor amil asetat
3. Dapat menghemat devisa negara
4. Dapat menyerap tenaga kerja dalam negeri

5. Dapat memicu berdirinya pabrik-pabrik baru yang menggunakan bahan baku amil asetat dan mendukung upaya pengembangan industri farmasi, makanan maupun industri kimia lainnya.

1.7 Macam-macam Proses Pembuatan Amil Asetat

Amil asetat merupakan ester yang terbentuk melalui proses esterifikasi antara asam asetat dan amil alkohol dengan menggunakan katalis *Amberlyst-15* berikut ada beberapa cara yang digunakan dalam pembuatan amil asetat, antara lain:

1.7.1 Proses Amil Asetat dari Asam Asetat dan Amil Alkohol

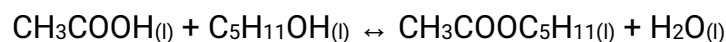
Reaksi esterifikasi adalah reaksi yang berjalan lambat sehingga membutuhkan katalis untuk mempercepat laju reaksi. Katalis homogen yang biasanya digunakan pada reaksi esterifikasi adalah katalis cair seperti asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCl). Katalis tersebut menimbulkan efek katalitik yang sangat kuat tetapi menimbulkan efek samping seperti pembentukan alkil klorida, dehidrasi, maupun isomerisasi. Selain itu juga dapat menimbulkan korosi pada alat-alat proses dan kontaminasi pada produk ester (Mandake dkk., 2013).

Esterifikasi merupakan reaksi untuk membentuk senyawa ester. Amil asetat biasanya diproduksi dengan reaksi esterifikasi antara asam asetat dengan amil alkohol. Asam asetat dan amil alkohol dimasukkan ke dalam reaktor CSTR. Reaksi esterifikasi adalah reaksi yang berjalan lambat sehingga dibutuhkan katalis untuk mempercepat laju reaksi. Katalis yang digunakan pada pembuatan amil asetat adalah untuk katalis *amberlyst-15*. Proses yang terjadi didalam reaktor berlangsung pada temperatur $100^{\circ}C$ dan tekanan 1 atm dengan konversi 85%. Perbandingan mol reaktan asam asetat dengan amil alkohol adalah 1:3. Waktu reaksinya 1-6 jam, reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis atau reaksi yang melepaskan panas.

Amberlyst 15 yang memiliki stabilitas kimia serta termal yang baik membuat resin ini banyak digunakan khususnya reaksi esterifikasi sebagai

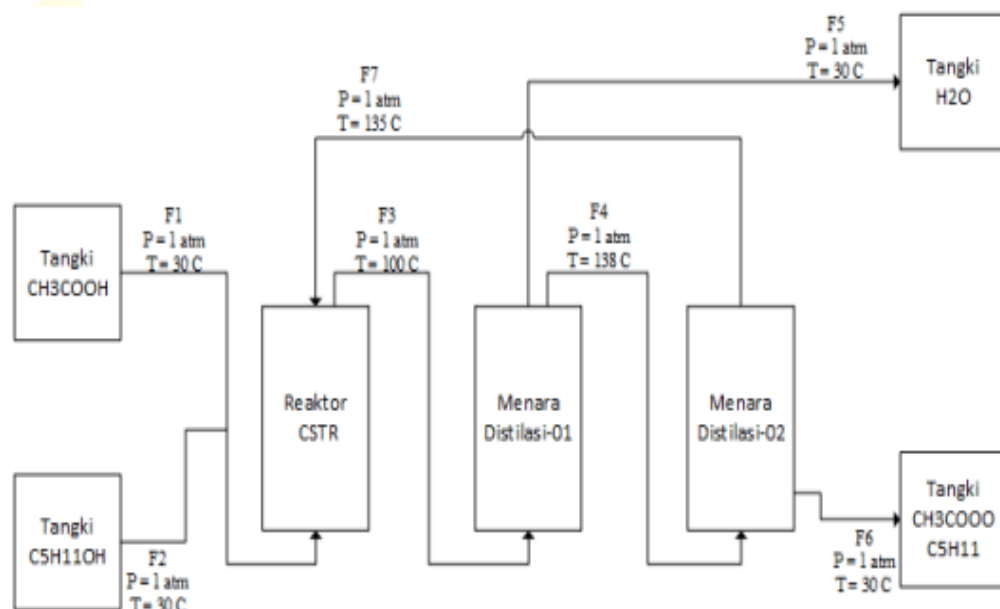
katalis. Umumnya, reaksi yang menggunakan katalis ini menghasilkan konversi dan selektivitas produk ester yang besar. Berdasarkan keunggulan tersebut, *Amberlyst 15* dipilih sebagai katalis dalam proses pembentukan amil asetat (Lee et al., 2001). Adapun reaksi esterifikasi pembentukan amil asetat dari asam asetat dan amil alkohol adalah sebagai berikut.

Reaksi:



Berdasarkan reaksi tersebut, kerugian yang ditimbulkan adalah terbentuknya hasil samping yaitu air (H_2O), sedangkan kelebihan adalah pada suhu dan tekanan yang relatif rendah reaksi dapat berjalan dengan baik, bahan baku tidak beracun dan reaksi berjalan *reversibel*. *Reversibel* adalah reaksi kimia yang dapat berlangsung dua arah.

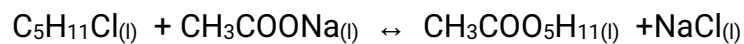
Berikut merupakan *Flowsheet* proses pembuatan amil asetat dari asam asetat dan amil alcohol. Proses ini melibatkan reactor CSTR untuk reaksi esterifikasi, diikuti oleh pemurnian melalui dua tahap distilasi. Produk akhir yang telah dimurnikan kemudian disimpan dalam tangki ditunjukkan pada Gambar 1.3



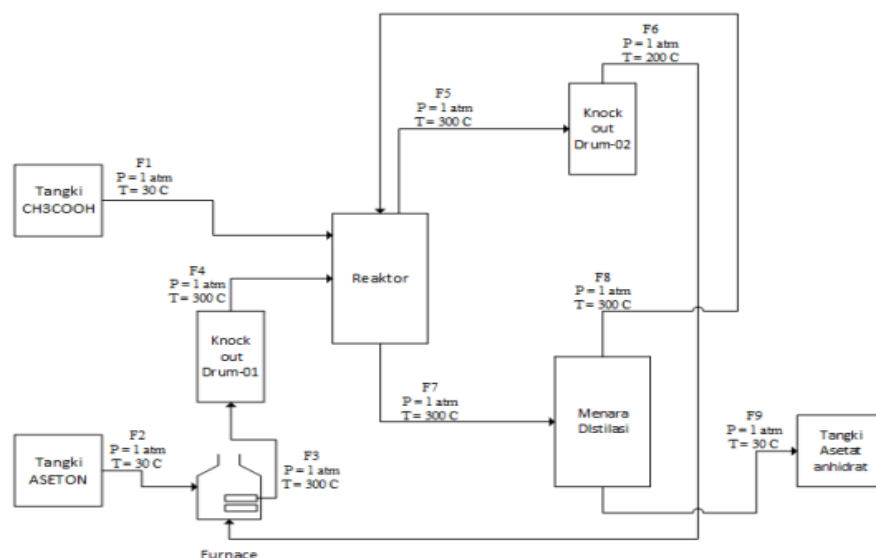
Gambar 1.3 Flowsheet Dasar Proses Amil Asetat dari Asam Asetat dan Amil Alkohol

1.7.2 Proses Amil Asetat dari Amil Klorida dan Natrium Asetat

Proses pembuatan amil asetat dari amil klorida dan natrium asetat dengan bahan baku berupa fasa cair-cair dijalankan pada suhu 210°C dan tekanan 14 atm dengan konversi yang dihasilkan sebesar 70%. Katalis yang biasanya digunakan adalah asam sulfat. Reaksi samping yang dihasilkan berupa natrium klorida (Koch and Burrell, 1927). Adapun reaksi yang terjadi pada pembuatan amil asetat dari amil klorida dan natrium asetat yaitu :



Kelemahan proses ini adalah bahan baku yang mahal, suhu dan tekanan operasi tinggi, konversi yang dihasilkan rendah, dan katalis yang digunakan bersifat korosif. *Flowsheet* lengkap seperti ditunjukkan pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Proses Amil Asetat dari Amil Klorida dan Natrium Asetat

1.8 Pemilihan Proses

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh masing-masing reaksi amil asetat diatas maka dipilih pembuatan amil asetat dari asam asetat dan amil alkohol dengan pertimbangan bahan baku tidak korosif dan tidak beracun.

Reaksi esterifikasi berlangsung secara bolak-balik (*reversibel*) pada kondisi operasi temperatur 100°C dan tekanan 1 atm dengan mengikuti orde 1 terhadap asam asetat, sehingga untuk memperoleh amil asetat sebesar mungkin maka kecepatan reaksi kearah kanan harus lebih besar dari pada kecepatan reaksi kearah kiri. Reaksi esterifikasi amil asetat terjadi dengan melepaskan panas (eksotermis). Pada kondisi operasi air sebagai produk samping yang terbentuk dapat langsung menguap, sehingga dapat memperkecil atau menghambat reaksi balik. Selain itu juga dapat membantu dalam proses pemurnian dari amil asetat dari asam asetat dan amil alkohol.

Reaksi pembentukan amil asetat melalui proses esterifikasi dengan bahan baku amil alkohol dan asam asetat dapat berlangsung pada fasa cair maupun uap. Reaksi dengan fasa cair atau uap membutuhkan reaktor, kondisi operasi dan jenis katalis yang berbeda. Reaksi dengan fasa cair tidak memerlukan pretreatment untuk bahan baku karena pada suhu ruangan reaktan telah berfasa cair. Berbeda dengan reaksi fasa uap, diperlukan pretreatment untuk mengubah fasa dari reaktan sehingga konfigurasi alatnya lebih kompleks. Menimbang hal tersebut, maka reaksi yang dipilih adalah fasa cair karena konfigurasi alat yang lebih mudah dengan resiko bahaya yang lebih rendah.

Reaksi esterifikasi berjalan sangat lambat sehingga dibutuhkan waktu yang cukup lama agar mencapai kesetimbangan. Pada reaksi ini diperlukan katalis untuk mempercepat tercapainya kesetimbangan. Katalis yang biasanya digunakan pada reaksi esterifikasi adalah katalis cair seperti asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCl). Katalis homogen

tersebut memberikan efek katalitik yang sangat kuat tetapi menimbulkan reaksi samping seperti pembentukan alkil klorida, dehidrasi, maupun isomerisasi. Katalis tersebut juga dapat menimbulkan korosi pada alat-alat proses dan kontaminasi pada produk ester (Ludwig, 2001). Pilihan katalis lain yang dapat digunakan pada reaksi esterifikasi adalah katalis padat. Katalis jenis *cation exchange resin* biasa digunakan untuk reaksi esterifikasi. Katalis jenis ini mempunyai sifat selektif saat adsorpsi reaktan sehingga dapat mempengaruhi konversi kesetimbangan (Zheng, 2016). Kelemahan dari katalis ini adalah lebih mahal dari katalis asam tetapi dapat digunakan pada *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) sehingga lebih ekonomis. Amberlyst 15 dipilih sebagai katalis dalam proses pembentukan amil asetat.

Kemudian untuk pemilihan reaktor, ada berbagai pilihan reaktor yaitu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). RATB memiliki keunggulan seperti bisa digunakan pada temperatur dan tekanan yang tinggi, bisa dioperasikan dengan waktu tinggal beragam. Namun sulit dalam menjaga pendistribusian aliran yang seragam, pressure drop tinggi dan regenerasi bed sulit dilakukan karena cenderung permanen.

RATB memiliki berbagai kelebihan seperti konsentrasi tiap komponen seragam dan pengontrolan suhu mudah. Maka pada proses ini digunakan reaktor CSTR dikarenakan terdapat pengaduk sehingga suhu dan komposisi campuran adalah reaktor yang harus selalu homogen bisa terpenuhi, pengontrolan temperatur mudah, sesuai untuk kondisi operasi yang isothermal dan mudah dalam melakukan pengontrolan secara otomatis sehingga produk lebih konsisten dan biaya operasi lebih rendah.

Kemudian dilakukan pemisahan di menara distilasi yang merupakan kolom distilasi bertingkat. Menara distilasi adalah suatu alat yang berbentuk kolom yang berfungsi untuk memisahkan fraksi yang terdiri dari dua atau lebih jenis fraksi. Proses pemisahan dilakukan dengan prinsip perbedaan titik didih antara jenis fraksi yang berada dalam satu campuran. Menara destilasi melakukan proses pemisahan hampir keseluruhan dari

fraksi yang terkandung dalam amil asetat. Dalam menara destilasi bertingkat terdapat *stage* yang terdiri dari *tray* yang berfungsi sebagai tempat terjadinya kontak antara fase uap dan fase cair yang diikuti oleh proses pemindahan panas. Setelah kedua fraksi telah mengalami kontak, maka fase yang memiliki titik didih tinggi akan mengalir ke bawah dan akan dimasukkan kembali kekolom destilasi. Sumber panas yang digunakan pada kolom ini ialah steam yang diinjeksikan kedalam kolom.

Penggunaan alat proses ini didasarkan pada jurnal yang diterbitkan oleh Chiang, dkk pada tahun 2002 yang mencoba mendesain ulang alat proses dari reaksi esterifikasi pembentukan amil asetat. Pada penelitiannya, penggunaan destilasi bertingkat pada proses ini menghasilkan proses yang lebih mudah dibandingkan proses pembentukan amil asetat dengan destilasi reaktif.

1.9 Uraian Proses

Proses Pembuatan amil asetat dengan bahan baku amil asetat dan amil alcohol dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi (proses esterifikasi)
3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

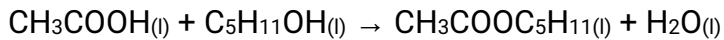
1.9.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku asam asetat dan amil alcohol disimpan dalam tangki silinder tegak (ST-101) dan (ST-102) dengan fase cair pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian bahan baku dialirkan melalui pompa menuju heater (E-101) untuk menaikkan temperatur dari 30°C menjadi 100°C, setelah itu dialirkan menuju ke Reaktor (R-201) untuk dicampur dengan reaktan aliran *recycle* dan siap untuk direaksikan.

1.9.2 Tahap Reaksi (Proses Esterifikasi)

Tahap selanjutnya asam asetat dan amil alkohol direaksikan dengan bantuan katalis padat *Amberlyst 15* didalam Reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (R-201) pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm. Reaksi

berlangsung pada fase cair, kondisi *isothermal* dan *eksotermis*. Adapun reaksi yang terjadi adalah:



Pada kondisi operasi reaksi tersebut sebagian besar air yang terbentuk dapat langsung menguap. Setelah konversi mencapai 85%, maka keluaran reaktor (R-201) berupa amil asetat, amil alkohol, asam asetat, air dan amberlyst-15 dialirkan menuju *rotary filter* (S-201) untuk memisahkan katalis dan fluida. Selanjutnya amil asetat, amil alkohol, asam asetat dan air dialirkan menuju heater (E-201) untuk mengubah kondisinya menjadi cair jenuh pada temperatur 127°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya diumpankan ke menara distilasi (D-301) untuk proses pemisahan selanjutnya.

1.9.3 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Didalam menara distilasi (D-301) terjadi pemisahan semua air dan sebagian besar asam asetat keluar sebagian produk atas menara distilasi (D-301). Selanjutnya produk bawah berupa amil asetat, amil alkohol diumpankan ke menara distilasi (D-302) untuk pemurnian, dimana produk atas menara distilasi (D-302) berupa amil alkohol di alirkan menuju reaktor (R-201) serta produk bawah menara distilasi (D-302) berupa amil asetat sebagai produk utama.

1.10 Perbandingan Proses

Dari berbagai proses pembuatan amil asetat, proses pembuatan amil asetat yang digunakan adalah pembuatan amil asetat dari amil alkohol dan asam asetat, dengan menggunakan bahan baku berupa amil alkohol dan asam asetat. Pemilihan proses kontinyu yang akan digunakan dalam merancang pabrik amil asetat dari asam asetat dan amil alkohol dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun didasarkan pada peninjauan informasi dari penjabaran macam-macam proses dalam pembuatan amil asetat serta melakukan identifikasi keuntungan dan kerugian terhadap proses mana yang dapat menghasilkan produk terbaik serta nilai

ekonomis yang tinggi.

Berikut perbandingan proses pembuatan amil asetat dapat dilihat dalam Tabel 1.4

Tabel 1.4 Perbandingan Proses Pembuatan Amil Asetat

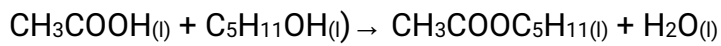
Keterangan	Pembuatan Amil asetat dari Asam Asetat dan Amil Alkohol	Pembuatan Amil Asetat dari Amil Klorida dan Natrium Asetat
Bahan Baku	Asam Asetat, Amil Alkohol	Amil Klorida, Natrium Asetat
Kondisi Operasi	100°C dan 1 atm	210°C dan 14 atm
Konversi	85%	70%
Waktu Reaksi	1-6 jam	1-3 jam
Katalis	<i>Amberlyst-15</i>	Asam Sulfat
Produk Samping	Air	Natrium Klorida

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas, dipilih proses pembuatan amil asetat dari asam asetat dan amil alkohol dengan alasan:

1. Bahan baku yang digunakan tidak beracun dan tidak bersifat korosif.
2. Suhu dan tekanan operasi lebih rendah
3. Waktu reaksi lebih tinggi, yaitu sebesar 1-6 jam
4. Konversi reaksi lebih tinggi, yaitu sebesar 85%
5. Produk samping yang dihasilkan berupa air

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 1.5



Tabel 1.5 Harga Bahan Baku dan Produk

Bahan	Berat Molekul (g/mol)	Harga (Rp/kg)
Bahan Baku		
Asam Asetat (C_3COOH)	60,05	5.261,17
Amil Alkohol ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$)	88,15	22.547,85
Produk		
Amil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$)	130,188	45.095,7

(Sumber : Statistik Perdagangan Impor, Badan Pusat Statistik, 2023)

Bahan baku :

Asam Asetat (CH_3COOH) = 1 mol
 = 1 mol x 60,05 g/mol
 = 60,05 g/mol
 = 0,06 kg/mol
 = 0,06 kg x Rp. 5.261,17
 = Rp. 315,67

Amil Alkohol ($\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$) = 1 mol
 = 1 mol x 88,15
 = 88,15 g/mol
 = 0,08815 kg
 = 0,08815 x Rp. 22.547,85
 = Rp. 1.987,59

Produk sampling

Konversi Produk

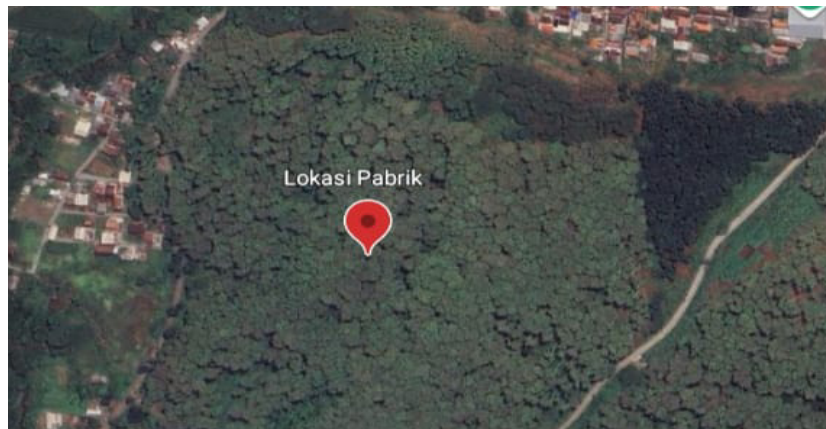
Amil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOOC}_5\text{H}_{11}$) = 1 mol
 = 1 mol x 130,188 g/mol
 = 130,188 g/mol

$$\begin{aligned}
 &= 0,130188 \text{ kg} \\
 &= 0,130188 \times \text{Rp. } 45.095,7 \\
 &= \text{Rp. } 5.870,92 \\
 \text{Analisa Ekonomi/mol} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan Baku} \\
 &= \text{Rp. } 5.870,92 - (\text{Rp. } 315,67 + \text{Rp. } 1.987,59) \\
 &= \text{Rp. } 5.870,92 - 2.303,26 \\
 &= \text{Rp. } 3.567,66 \\
 \text{Net Profit Margin} &= \frac{\text{Analisa Ekonomi}}{\text{Bahan Baku}} \times 100\% \\
 &= \frac{3.567,66}{2.303,26} \times 100\% \\
 &= 154,8961 \%
 \end{aligned}$$

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 amil asetat layak untuk didirikan.

1.12 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi merupakan hal yang penting dalam prarancangan suatu pabrik, karena berhubungan dengan nilai ekonomis dari pabrik yang akan didirikan. Untuk itu, pemilihan lokasi yang tepat sangat diperlukan sejak tahap perancangan dengan memperhatikan sebagai macam pertimbangan. Pertimbangan utama yaitu lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peter dan Timmerhaus, 2003). Lokasi pendirian pabrik juga harus memperhatikan distribusi bahan baku, pemasaran produk, transportasi serta utilitas yang digunakan dalam proses pabrik. Lokasi pabrik amil asetat akan dibangun dikawasan Gondoriyo Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. Untuk lebih jelas dapat dilihat dalam peta pada Gambar 1.5, Gambar 1.6 dan Gambar 1.7.



Gambar 1.5 Peta Lokasi Pabrik

Sementara untuk bahan baku asam asetat diambil dari PT. Indo Acidatama Chemical Industri di Surakarta. Dapat dilihat pada gambar 1.6



Gambar 1.6 Peta Jarak Pabrik dengan Asam Asetat

Untuk bahan baku amil alcohol diperoleh dari PT. Indofa Utama Multi Core berlokasi di Surabaya. Dapat dilihat pada gambar 1.7



Gambar 1.7 Peta Jarak Pabrik dengan Amil Alkohol

Berbagai faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pembangunan pabrik amil asetat. Faktor diantaranya yaitu jarak pabrik ke bahan baku asam asetat berjarak 115 km sedangkan amil alkohol berjarak 364 km, dan untuk katalis amberlyst-15 berjarak 16,2 km, dengan aspek pemasaran, ketersediaan utilitas, luas lahan pembangunan pabrik, kondisi lingkungan lokasi dan biaya transportasi yang paling efisien.

Lokasi pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu pabrik, baik dari segi komersial maupun kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Faktor penunjang lokasi pabrik segi ekonomis dan operasi sebagai berikut:

1.12.1 Faktor Utama

a. Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama untuk melangsungkan operasi pabrik sehingga keberadaannya harus benar-benar diperhatikan. Bahan baku yang digunakan pada pembuatan amil asetat ini adalah asam asetat dan amil alkohol dengan katalis amberlyst-15.

Asam asetat dapat diperoleh langsung dari PT. Indo Acidatama Chemical Industri di Surakarta, Jawa Tengah, sedangkan untuk amil alkohol diperoleh dari PT. Indofa Utama Multi Core berlokasi di Surabaya, serta katalis yang digunakan yaitu Amberlyst-15 diperoleh dari PT Arianto

Darmawan. Sedangkan untuk bahan- bahan tambahan seperti utilitas dan pemurnian air dapat digunakan produk lokal yang tentu saja bisa mengurangi biaya produksi.

b. Pemasaran

Amil asetat mengalami pertumbuhan yang konsisten setiap tahunnya sehingga pemasaran produk ini menjadi sangat menguntungkan. Produk amil asetat yang dihasilkan akan dipasarkan ke beberapa daerah yang ada di Indonesia. Amil asetat banyak diaplikasikan sebagai bahan kimia pelarut cat, pelarut pada kerajinan kulit, dan digunakan pada industri sablon. Kota-kota yang paling banyak menggunakan produk cat seperti Jakarta, Bandung, Semarang dan Surabaya adalah tempat strategis untuk memasarkan produk ini.

c. Penyediaan Air

Kebutuhan air pada sistem utilitas ini diambil dari air sungai kali Gondorio Kecamatan Ngaliyan Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah yang digunakan sebagai air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler. Debit air dari Sungai Kali Gondorio, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang yaitu sebesar $0,291 \text{ m}^3/\text{s}$.

d. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Sumber tenaga listrik untuk kebutuhan fasilitas industri didapatkan dari Kantor Jaga Mangkang PLN dan PLTU Ngaliyan, Wonosari. Sumber bahan bakar yang digunakan adalah Liquefeid natural gas (LNG) yang didapatkan dari PT kilang minyak Jagad Nusantara Energi.

e. Keadaan Geografis dan Iklim

Kota semarang provinsi jawa tengah secara geografis terletak diantara $109^{\circ} 35' - 110^{\circ} 50'$ bujur timur dan $6^{\circ} 50' - 7^{\circ} 10'$ lintang selatan. Sesuai dengan letak geografis, di pengaruhi oleh iklim daerah tropis disekitaran lokasi pabrik cenderung stabil. Suhu udara jarang mengalami perubahan ekstrim, dimana suhu udara rata-rata berkisar $22-35^{\circ}\text{C}$ dan

tekanan udara sekitar 1012 mb.

f. Transportasi

Pabrik amil asetat ini menggunakan transportasi darat yang berada dekat dengan gerbang Tol Kalikangkung dari lokasi pemilihan pabrik untuk transportasi dengan menggunakan kendaraan darat. Lokasi pabrik ini juga berdekatan dengan pelabuhan Tanjung Emas Semarang yang berada disekitar kawasan industri pabrik untuk kebutuhan transportasi laut.

g. Tenaga Kerja

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) kota semarang memiliki jumlah penduduk dengan tenaga kerja tertinggi di jawa tengah. Terdapat tenaga kerja yang mempunyai keterampilan dan keahlian pada bidangnya dengan lulusan SMA/SMK dan S-1 di daerah kota semarang dengan jumlah ± 50.765 orang. Hal ini dapat mengurangi tingkat pengangguran dan menciptakan lapangan pekerjaan.

1.12.2 Faktor Khusus

a. Perizinan

Perizinan adalah faktor pendukung dalam pemilihan lokasi pabrik yang mempengaruhi berlangsungnya suatu pabrik. Dalam perizinan membahas tentang pemanfaatan kawasan, pengoperasian berjalan secara efisien untuk memperoleh hasil yang optimal.

b. Limbah Pabrik

Limbah meliputi cairan dan padatan yang dihasilkan dari proses produksi amil asetat. Limbah-limbah ini memerlukan penanganan yang serius untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan akibat bahan-bahan kimia tersebut. Oleh karena itu, hasil limbah pabrik sebelum dibuang ke lingkungan, diolah terlebih dahulu dan juga disediakan tempat penimbunan bahan buangan limbah padat.

c. Sosial Masyarakat

Diharapkan bahwa pendirian pabrik pembuatan amil asetat akan mendapatkan dukungan dari masyarakat karena akan menciptakan peluang kerja bagi warga setempat. Selain itu, pabrik pengolahan ini diyakini tidak akan mengganggu kesejahteraan dan keamanan penduduk sekitar.