

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di bidang industri kimia di Indonesia semakin pesat perkembangannya. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Kegiatan pengembangan industri kimia di Indonesia diarahkan untuk meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri akan bahan kimia dan juga sekaligus ikut memecahkan masalah ketenagakerjaan.

Banyak industri bahan intermediet yang berpengaruh terhadap industri kimia di Indonesia, beberapa diantaranya adalah industri Vinyl Acetate. Salah satu penggunaan utama vinil asetat di dalam industri adalah sebagai bahan baku produksi polimer, seperti poly vinyl acetate yang secara luas banyak digunakan untuk menghasilkan barang-barang plastik sintetis. Mengingat kemajuan industri yang sangat pesat di Indonesia dewasa ini banyak hasil produk yang menggunakan vinil asetat. Sampai saat ini untuk memenuhi kebutuhan vinil acetate negara kita masih mengimpor dari beberapa negara seperti Jepang, Amerika Serikat, Prancis, Singapura, dan Jerman. (BPS 2012 “Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia”)

Dengan didirikan industri vinyl acetate diharapkan dapat memberikan keuntungan antara lain:

1. Dapat menghemat devisa negara, dengan adanya pabrik vinyl acetate didalam negeri maka impor dapat dikurangi dan jika berlebih dapat di ekspor.
2. Pendirian pabrik ini akan membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran.
3. Selain pendirian pabrik vinyl acetate juga akan memicu pertumbuhan industri di Indonesia terutama industri parfum, bahan sintesis, dan sebagainya.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat kebutuhan di Indonesia akan vinyl acetate mengalami peningkatan setiap tahun dan produksi vinyl acetate di Indonesia tidak mencukupi,

maka pabrik pembuatan vinyl acetate sangat berpotensi untuk didirikan di Indonesia.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan perancangan pabrik pembuatan vinyl acetate ini adalah menerapkan ilmu disiplin teknik kimia khususnya dibidang rancangan, proses, dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pendirian suatu pabrik vinyl acetate dengan proses dasar asetilen dan asam asetat pada fase gas.

1.4 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat perancangan pabrik ini sebagai berikut :

1. Memacu pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku vinyl acetate.
2. Terciptanya tenaga kerja di Indonesia.
3. Menghemat devisa karena vinyl acetate diperoleh dari industri lokal.
4. Dapat memenuhi kebutuhan vinyl acetate dalam negeri dan menurunkan ketergantungan impor.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik vinyl acetate ini, dibatasi dengan bahan baku utama yaitu asetilen dan asam asetat menggunakan **Proses Adisi Asetilen dan Asam Asetat pada fase gas** Adapun pembuatan *flowsheet* prarancangan pabrik ini dibatasi menggunakan *software Aspen HYSYS*.

1.6 Kapasitas Pabrik

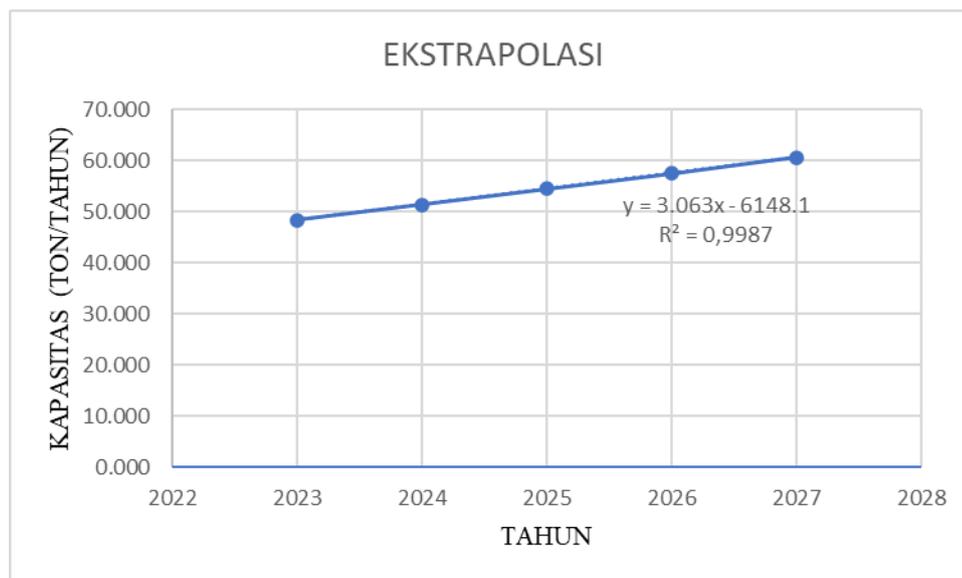
Kapasitas produksi suatu pabrik akan mempengaruhi tingkat perhitungan teknik dan nilai keuntungan yang dihasilkan oleh pabrik. Pendirian pabrik dengan kapasitas tertentu antara lain bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, membantu perkembangan industri lain yang menggunakan produk tersebut. Kebutuhan impor Vinyl acetate pada tahun 2018-2028 dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Kapasitas Impor Vinyl acetate di Indonesia

Kebutuhan Impor (tahun)	Kapasitas (Ton/ Tahun)
2018	33.641
2019	35.343
2020	39.345
2021	41.509
2022	45.873

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Berdasarkan Tabel 1.2 maka dapat dibuat suatu persamaan linier agar dapat memperkirakan kebutuhan vinyl acetate pada tahun 2027 seperti pada Gambar 1.1

**Gambar 1.1** Grafik Kebutuhan Impor per tahun Vinyl acetate di Indonesia

Pada gambar 1.1 disimpulkan bahwa grafik kebutuhan konsumen akan vinyl acetate terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan Vinyl acetate pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan vinyl acetate sebagai bahan bakunya. Untuk menghitung kebutuhan akan Vinyl acetate pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan vinyl acetate dapat diketahui dengan persamaan:

$$y = a(x) + b \dots\dots\dots (1.1)$$

$$y = 3,063x - 6148,1$$

$$y = 3,063(2027) - 6148,1$$

$$y = 60,601$$

Dari hasil perhitungan dapat diperkirakan kebutuhan vinyl acetate di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar 60,601 ton/tahun, sehingga hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi Vinyl acetatea Kebutuhan Impor di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/ Tahun)
2023	48.3312
2024	51.3942
2025	54.4572
2026	57.5202
2027	60.5832

Berdasarkan data hasil ekstrapolasi prediksi kebutuhan Vinyl acetate pada tahun 2027 yaitu 60,601 ton/tahun, maka pabrik vinyl acetate direncanakan akan beroperasi dengan memenuhi kebutuhan vinyl acetate di Indonesia sebanyak 80% yaitu sebesar 64,000 ton/tahun dimana kapasitas pabrik yang akan direncanakan beroperasi adalah 80,000 ton/tahun sehingga 16,000 ton sisanya akan diekspor ke negara-negara yang membutuhkan.

Tabel 1.3 Data Impor Vinyl acetate di berbagai negara kawasan Asia

Negara	Tahun	Impor (kg)
Philipina	2021	9.698,58
	2022	12.402,25
Taiwan	2021	26.134.09
	2022	33.419,48
Thailand	2021	99.852,19
	2022	127.687,98

Singapura	2021	81.206,90
	2022	103.844,94

Sumber: UN data, 2023

Kapasitas perancangan pabrik vinyl acetate ini ditetapkan sebesar 80.000 ton/tahun dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan vinyl acetate dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun.
2. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya industri-industri lain yang menggunakan vinyl acetate sebagai bahan baku. Diharapkan dampak positif dari berkembangnya industri-industri baru tersebut adalah dapat menyerap banyak tenaga kerja dan mengurangi angka pengangguran di Indonesia.
3. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena berkurangnya impor vinyl acetate.
4. Dapat memenuhi sebagian kebutuhan vinyl acetate di Asia .

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan vinyl acetate antara lain:

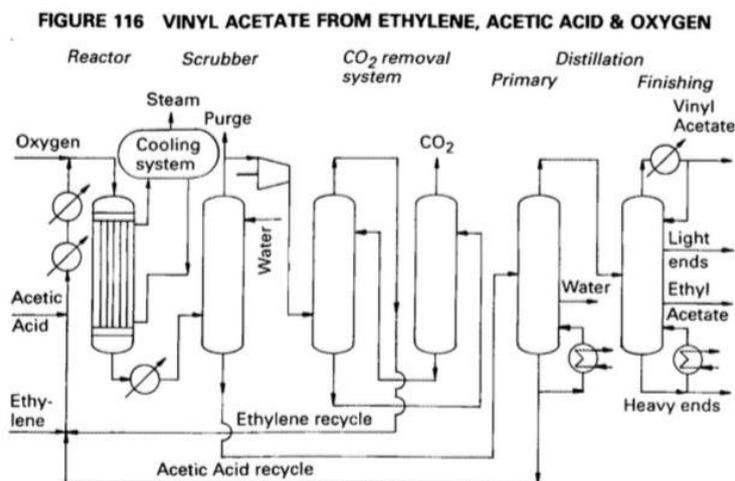
1. Proses Oksidasi Etilen dan Asam Asetat
2. Proses Adisi asam Asetat terhadap Asetilen

1.7.1 Proses Oksidasi Etilen Dan Asam Asetat

Gas etilena dilewatkan melalui asam asetat yang dipanaskan hingga 120°C; campuran yang dihasilkan uap digabungkan dengan oksigen sebelum memasuki reaktor multi-tubular. Itu tabung berisi katalis (terdiri dari paladium dibagi halus dipromosikan dengan potasium asetat) diendapkan pada aluminium trioksida atau aluminium-silikon oksida, yang bertindak sebagai pembawa. Temperatur reaktor dipertahankan pada 175-200°C dengan tekanan 5-9 bar.

Panas yang dihasilkan oleh reaksi eksotermik digunakan untuk menghasilkan uap. Gas meninggalkan reaktor segera didinginkan dalam penukar panas dan campuran gas cair dipisahkan di bawah tekanan. Setelah mencuci secara terpisah dengan glikol dan natrium karbonat, gas dilewatkan melalui penyerap di mana karbon dioksida dihilangkan dan setiap etilen yang tidak bereaksi dikembalikan ke reaktor. Campuran cairan memasuki pemisah kedua di mana tekanan berkurang dan gas terlarut dilepaskan. Gas-gas ini dimasukkan ke dalam kolom distilasi di mana vinil asetat dipisahkan dari ujung yang ringan, terutama asetaldehida. Cairan didistilasi dalam kolom kedua; asam asetat dipadatkan dan dipisahkan dari produk sampingan lainnya dan air sebelum didaur ulang.

Gambar 1.2 Proses Dasar Etilen, Asam Asetat Dan Oksigen(wells,1991)



Reaksinya:



1. Uji Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangi harga produk dengan bahan baku. Adapun informasi berat molekul dan harga bahan diperlihatkan pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Uji Ekonomi Awal Proses Hidrasi

Bahan	Berat Molekul	Harga (Rp/Kg)
etilen	28,05	13,549
udara	32	-
Asam asetat	60, 05	9,300
Vinyl acetate	86,09	25,326

Sumber: Alibaba.com, 2023

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 PE &= (\text{BM Vinyl acetate} \times \text{Harga Vinyl acetate}) - (\text{BM etilen} \times \text{Harga etilen}) + (\text{BM} \\
 &\quad \text{Udara} \times \text{Harga Udara}) + (\text{BM asam asetat} \times \text{Harga asam asetat}) \\
 &= (86,09 \times 25,326) - ((28,05 \times 13,549) + (32 \times 0) + (60,05 \times 9,300)) \\
 &= 2.180.315,34 - 938.514,45 \\
 &= \text{Rp } 1.241.800,89/ \text{ kg}
 \end{aligned}$$

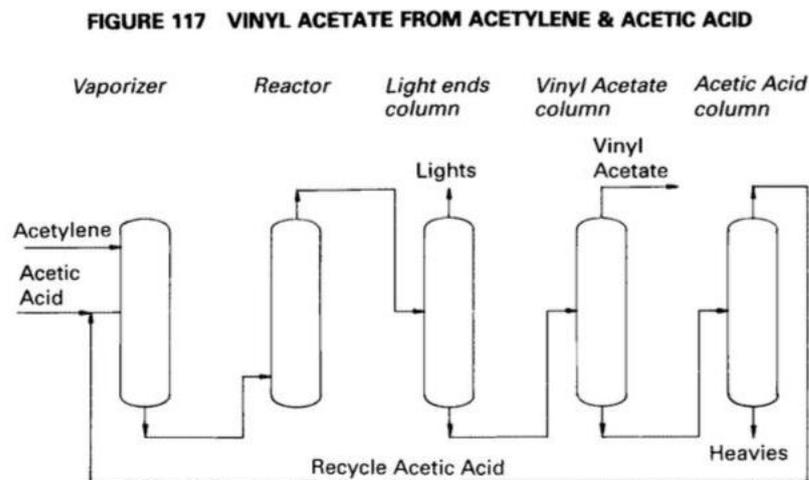
1.7.2 Proses adisi asam asetat terhadap asetilen

Campuran uap asam asetat dan asetilena dilewatkan di atas katalis fluid-bed yang terdiri dari seng asetat yang diendapkan pada karbon aktif dalam reaktor tubular. Acetylene, yang ada sedikit berlebih, harus bebas dari senyawa belerang dan fosfor. Reaksi eksoterm berlangsung pada 160-200°C dan tekanan 1 bar, dengan kelebihan panas dihilangkan dengan sirkulasi minyak di sekitar tabung. Setelah pendinginan, efluen dialirkan ke kolom distilasi di mana asetilena yang tidak bereaksi dan produk sampingan dengan titik didih rendah dibuang di atas kepala. Setelah pemurnian asetilena didaur ulang ke reaktor. Vinil asetat dihilangkan dari campuran reaksi dengan distilasi. Asam asetat diperoleh kembali

dari dasar kolom dan dikembalikan ke aliran asam masukan.

Gambar 1.3 Proses Adisi Asam Asetat Terhadap Asetilen(Wells,1991)

Vinyl acetate 365



1. Uji Ekonomi Awal

Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri suatu pabrik. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangi harga produk dengan bahan baku. Adapun informasi berat molekul dan harga bahan diperlihatkan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Uji Ekonomi Awal Proses adisi asam asetat terhadap asetilen

Bahan	Berat Molekul	Harga (Rp/Kg)
Asetilen	26,04	16,342
Asam asetat	60,05	9,300
Vinyl asetat	86,09	25,326

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Berdasarkan data diatas, maka dihitung perhitungan ekonomi (PE) awal sebagai berikut: (BM Vinyl acetate × Harga Vinyl acetate) – (BM Asetilen × Harga Asetilen) + (BM asam asetat × Harga asam asetat)

$$= (86,09 \times 25,326) - ((26,04 \times 16,342) + (60,05 \times 9.300))$$

$$= 2.180.315,34 - 984.382,68$$

= R 1.195.972,66/ kg

1.8 Perbandingan Proses

Perbandingan proses pembuatan vinyl acetate dapat dilihat dalam Tabel 1.6

Tabel 1.6 Perbandingan beberapa Proses Pembuatan Vinyl acetate

Parameter	Proses	
	Proses oksidasi etilen dan asam asetat	Proses adisi asam asetat terhadap asetilen
Suhu Reaksi (°C)	100 - 300	180 – 220
Tekanan Reaksi	5 - 10	115 – 162 Kpa
Katalis	PdCL ₂ dan AuCL ₂	Zn(OAc) ₂
Yield	90- 95%	92- 99%
Konversi	40%	90%

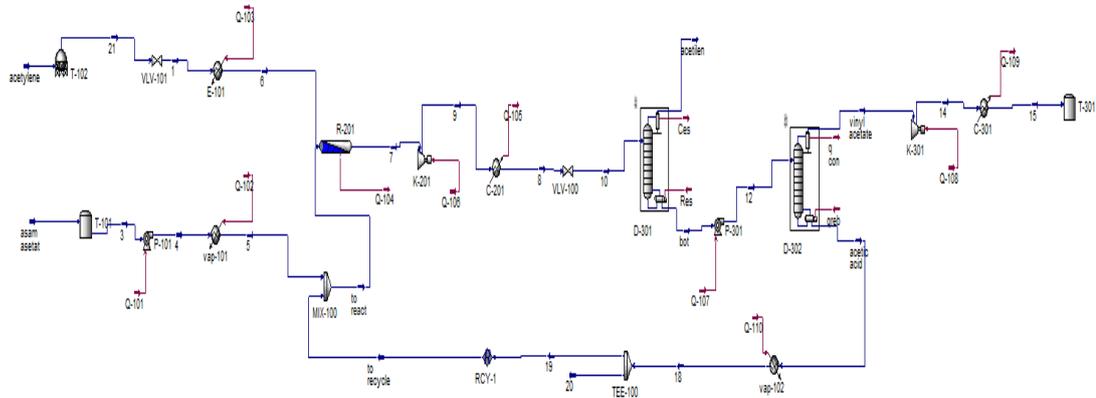
Sumber: wells,1991

Berdasarkan beberapa proses, maka dapat dibandingkan dari segi bahan baku maupun kondisi operasi yang digunakan berhubungan dengan proses pembuatan vinyl acetate tersebut, maka dipilih proses pembuatan vinyl acetate dengan proses oksidasi langsung dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku mudah didapat di Indonesia sehingga kontinuitasnya dapat terjaga.
2. Proses sederhana dengan tekanan operasi dan suhu yang relatif rendah.
3. Umur katalis panjang.
4. Proses yang digunakan lebih sederhana dan lebih cepat.
5. *Yield* produk yang dihasilkan cukup besar yaitu mencapai 99%

1.9 Uraian Proses

Pembuatan vinyl acetate dengan proses adisi asetilen dan asam asetat menggunakan reaksi fase gas. Proses tersebut terjadi didalam reaktor *fixed bed multitube*, yang mana bahan baku asam asetat berupa gas dimasukkan secara bersamaan dengan bantuan katalis *zinc acetate* berupa padatan yang sudah berada dalam reaktor tersebut. Reaksi pembuatan vinyl acetate dengan menggunakan proses adisi dapat dilihat pada persamaan Gambar 1.4



Gambar 1.4 Uraian Proses adisi menggunakan *software aspen hysys*.

Pada pembuatan vinyl acetate ini dapat dibagi menjadi tiga tahap :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan Vinyl acetate
3. Tahap pemurnian Vinyl acetate

1.9.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku

Bahan baku dalam pembuatan vinyl acetate ini terdiri dari acetylene dan acetic acid. Acetylene disimpan dalam bentuk gas pada temperature 35°C dan tekanan 10 atm dalam tangki spherical T-102. Komposisinya adalah 99,5% acetylene; 0,2% nitrogen; 0,1% karbon monoksida; dan 0,2% hydrogen. Acetylene diekspansikan sampai tekanan 1,5 atm.

Acetic acid disimpan dalam bentuk cair pada temperature kamar 35°C dan tekanan 1 atm dalam tangka silinder tegak T-101. Komposisinya adalah 99,8% acetic acid dan 0,2% H_2O . acetic acid dipompa menuju Vaporizer untuk diuapkan dalam kondisi 1,5 atm sehingga didapatkan uap acetic acid yang lewat jenuh pada suhu 170°C Kemudian uap acetic acid dan acetylene dialirkan ke reactor R-201.

1.9.2 Tahap Pembentukan Vinyl acetate

Proses dimaksudkan untuk menghasilkan vinyl acetate dengan cara mereaksikan acetylene dengan acetic acid fase gas dalam reactor R-201 dengan bantuan katalis Zinc Acetate. Reaktor yang digunakan adalah fixed bed multitube. Reaksi di dalam tube reactor.

Reaksi yang terjadi didalam reactor yaitu:



Dengan kondisi operasi suhu 170°C dan tekanan 1,5 atm dan reaksi berlangsung secara eksotermis dengan konversi terhadap asam asetat sebesar 90%. Gas hasil keluaran reactor R-201 pada suhu 175°C dengan tekanan 1,4 atm kemudian dinaikkan tekanan dengan menggunakan kompresor K-201 menjadi 10 atm, didinginkan menggunakan *Cooler-201* sampai suhu 5°C dan sebelum menuju Menara distilasi MD-301 tekanan diturunkan menggunakan valve menjadi 1 atm. Feed tersebut kemudian dipisahkan di menara distilasi MD-301 dengan hasil atas berupa hydrogen, karbon monoksida, nitrogen, dan acetylene, sedangkan hasil bawah berupa vinyl acetate dan sedikit asam asetat, cairan hasil bawah Menara distilasi -301 dialirkan ke Menara distilasi MD-302, produk dan bahan baku yang masih tersisa akan dipisahkan asam asetat dan vinil asetat, agar asam asetat bisa digunakan Kembali.

1.9.3 Pemurnian Vinyl Acetate

Menara distilasi MD-302 dimaksudkan untuk memisahkan vinyl acetate dari acetic acid. Hasil atas yang diperoleh produk utama vinyl acetate dan sedikit acetylene, produk utama tersebut didinginkan menggunakan *Cooler-303* untuk didinginkan sampai suhu lingkungan untuk disimpan di tangki T-301. Sedangkan keluaran bawah dari Menara distilasi MD-302 berupa asam asetat diuapkan lagi menggunakan *Vaporizer -102* untuk di recycle menjadi bahan baku.