

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada jaman industrialisasi sekarang pertumbuhan industri di negara Indonesia khususnya industri kimia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan yang cukup baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Untuk memenuhi kebutuhan akan bahan kimia, saat ini Indonesia masih melakukan impor baik bahan baku maupun bahan penunjang dari luar negeri. Bahan baku yang dibutuhkan dalam industri kimia sebenarnya telah dimiliki oleh Indonesia yang mempunyai kekayaan alam berlimpah. Namun pemanfaatannya dirasa masih belum optimal sehingga belum mampu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Salah satu industri kimia yang cukup menarik adalah pembuatan *vinyl acetate monomer*. Tercatat, dalam kurun waktu 6 tahun terakhir, rata-rata impor Pasar VAM (*vinyl acetate monomer*) di Indonesia sebesar 38,000. ton per tahun (Badan Pusat Statistik, 2018-2023). Sama halnya dengan kebutuhan global, permintaan VAM juga mengalami peningkatan. Permintaan VAM global akan diperkirakan membengkak hingga mencapai 6,6 juta ton pada tahun 2022 dan diperkirakan akan mencapai 10 juta ton pada tahun 2032 dengan CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) sebesar 4,41% (chemanalyst, 2023).

VAM dengan rumus umum  $C_2H_3COOCH_3$  adalah cairan bening yang tidak dapat larut (*immiscible*), namun dapat larut secara perlahan dalam air, selain itu VAM merupakan cairan yang mudah terbakar. Pada jumlah yang sedikit memiliki bau manis seperti buah, namun pada level lebih tinggi memiliki bau yang menyengat dan dapat menyebabkan iritasi. VAM merupakan bahan kimia antara yang dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan polivinil asetat, vinil asetat kopolimer, polivinil alkohol, dan vinil klorida. *Vinyl asetat monomer* dalam bentuk polimer sangat luas kegunaannya antara lain dalam industri cat, sebagai *adhesive*, pelapis, lem, film, tinta, tekstil dan industri kertas. Sedangkan bentuk kopolimernya misalnya dengan *acrylonitrile* dipakai untuk industri *acrylic fibers*. Kebutuhan VAM dipenuhi dari impor karena pabrik VAM belum ada di Indonesia. Impor VAM berasal dari Amerika Serikat, Jepang, dan Taiwan.

Industri Pemakai *Vinyl Acetate Monomer* di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.1.**

**Tabel 1.1** Industri Pemakai *Vinyl Acetate Monomer* di Indonesia

No	Nama Industri	Jenis Industri	Sumber
1	PT. Avian	Produksi cat	<a href="http://commercialdata.globalresearch.blogspot.Com">http:// commercial data globalresearch. blogspot. Com</a>
2	PT. TPC Indo Plastic and Chemical	Produksi kopolimer polivinil klorida	<a href="http://indonetwork.net/companise/hpl. Html">http:// indonetwork. net/companise/hpl. Html</a>
3	PT. Indo Acidatama	Produksi etilen vinil asetat	<a href="http://acidatama.co.id/chemical.php">http://acidatama.co.id /chemical.php</a>
4	PT. Factory Komplek Peni	Produksi pengemulsi polivinil asetat	<a href="http://agnasukma99.blogspot.com/2009/09/alamat-ptdi-cilegon-serang-banten_3075.html">http ://agnasukma 99 . blogspot.com/2009/09 /alamat-ptdi-cilegon- serang- banten_3075. html</a>
5	PT. Aneka Papera Indah	Emulsi kertas	<a href="http://www.anekapaperindah.co.id/">http: // www. aneka paperindah.co.id/</a>
6	PT. Snapindo	Emulsi kertas dan tekstil	<a href="http://snapindo.multiply.com/journal">http: // snapindo. multiply.com/journal</a>
7	PT. Gilang Lemindo	Emulsi cat	<a href="http://gilanglemindo.indonetwork.co.id/profile/pt-gilang-lemindo.htm">http: //gilanglemindo.indonetwork. co.id/ profile/pt-gilang- lemindo.htm</a>
8	PT. Sparta Prima	Emulsi kertas dan tekstil	<a href="http://www.spartaprima.co.id/productapp.php">http: // www. sparta prima.co.id/productapp.php</a>

Indonesia memiliki pabrik penghasil asam asetat yaitu PT. Indo Acitama dan etilen dari PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk sedangkan bahan baku oksigen didapat dari udara. Keberadaan pabrik tersebut dapat digunakan sebagai tempat permintaan bahan baku dari industri VAM. Selain itu, berbagai lokasi yang strategis di Indonesia yang terhubung dengan pelabuhan. Sehingga mempermudah transportasi impor bahan baku dari luar negeri jika produksi dalam negeri tidak mencukupi.

Hal ini memberikan gambaran bahwa pengembangan industri VAM di Indonesia berbahan baku asam asetat, etilen dan oksigen sangat berpotensi. Berdasarkan kebutuhan VAM yang tinggi dan kegiatan impor yang sangat besar, maka pabrik VAM ini layak didirikan dengan dasar pertimbangan sebagai berikut:

1. Dapat memenuhi kebutuhan VAM dalam negeri.

2. Dalam waktu jangka panjang, dengan bertambahnya permintaan VAM di pasaran dunia diharapkan Indonesia dapat menjadi salah satu produsen yang memproduksinya.
3. Dari segi sosial dan ekonomi, dengan didirikannya pabrik VAM dapat membuka lapangan pekerjaan baru sehingga mampu mengurangi angka pengangguran di Indonesia.
4. Diharapkan mendorong berdirinya industri kimia lain yang menggunakan VAM sebagai bahan baku utama atau penunjang.

## 1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan akan *vinyl acetate monomer* di Indonesia sendiri cukup besar sehingga saat ini dilakukan impor dari luar negeri (Amerika Serikat, Jepang, dan Taiwan) untuk memenuhinya. *Vinyl acetate monomer* adalah salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan dalam industri cat, untuk adhesive, pelapis, lem, film, tinta, tekstil dan industri kertas., dan juga digunakan sebagai bahan pada industri *acrylic fibers* dan berbagai industri lainnya. Sehingga dengan dibangunnya pabrik *vinyl acetate monomer* ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia sendiri. Selain itu akan membuka kesempatan bagi Indonesia menjadi negara pengekspor VAM keluar negeri.

## 1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Prarancangan pabrik pembuatan *vinyl acetate monomer* ini bertujuan untuk menerapkan disiplin ilmu teknik kimia, khususnya pada mata kuliah perancangan pabrik kimia, neraca massa dan energi, operasi teknik kimia, teknik reaksi kimia dan ilmu-ilmu lainnya sehingga dapat memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik *vinyl acetate monomer*.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari prarancangan ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu merealisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik *vinyl acetate monomer* dengan kapasitas dan hasil produksi

yang lebih baik. Selain alasan tersebut pendirian pabrik *vinyil acetate monomer* juga memiliki juga memiliki manfaat sebagai berikut :

- a. Memenuhi dan mengoptimalkan penggunaan *vinyil acetate monomer*
- b. Menambah devisa negara.
- c. Adanya proses alih teknologi karena produk yang diperoleh dengan teknologi modern membuktikan bahwa sarjana-sarjana Indonesia mampu menyerap teknologi modern sehingga tidak bergantung kepada negara lain.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik kimia ini adalah hanya pada neraca massa, neraca energi, pembuatan *flowsheet* pada kondisi *steady state*, pemasangan alat kontrol, spesifikasi peralatan, unit utilitas dan analisa ekonomi.

### **1.6 Kapasitas Pabrik**

Penentuan kapasitas produksi pabrik metilen klorida ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain:

- a. Proyeksi kebutuhan *vinyil acetate monomer*

Prediksi konsumsi *vinyil acetate monomer* di Indonesia mengalami peningkatan. Menurut chemanalyst, 2023 permintaan VAM global akan diperkirakan membengkak hingga mencapai 6,6 juta ton pada tahun 2022 dan diperkirakan akan mencapai 10 juta ton pada tahun 2032. Hal ini berhubungan erat dengan perkembangan sektor industri, penggunaan VAM baik sebagai bahan baku maupun sebagai bahan pembantu. Kapasitas rancangan ditetapkan sebesar 100.000 ton/tahun, dengan pertimbangan sebagian untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian komoditi ekspor karena konsumsi dunia masih cukup besar dan selalu mengalami kenaikan.

- b. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan adalah etilen, asam asetat dan oksigen, serta palladium sebagai katalis. Asam asetat diproduksi oleh pabrik-pabrik di Indonesia antara lain yaitu PT. Indo Acitama dan etilen dari PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk sedangkan bahan baku oksigen didapat dari udara, untuk katalis palladium

diperoleh dengan cara impor dari negara-negara tetangga.

c. Kapasitas minimal pabrik komersial yang pernah didirikan.

Kapasitas komersial pabrik VAM yang pernah didirikan di asia dari tahun 2019 berkisar antara 60.000 – 300.000 ton / tahun. Kebutuhan VAM di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan membaiknya perekonomian nasional dan perkiraan permintaan VAM global. Proyeksi peningkatan kebutuhan VAM sebesar 4,41% pertahun. Dari data data diatas ditetapkan kapasitas rancangan sebesar 100.000 ton/tahun, yang akan didirikan pada tahun 2027.

### 1.7 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan maksimal jumlah produk yang nantinya dapat dihasilkan dalam kurun waktu tertentu. Sejatinya pabrik yang akan didirikan memiliki kapasitas produksi yang optimal sehingga dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal dengan biaya yang minimal. Dari data impor VAM dapat diambil sebagai gambar penentuan kapasitas produksi dalam prarancangan pabrik *vinyl acetate monomer* ini. Data Kebutuhan VAM di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.2**.

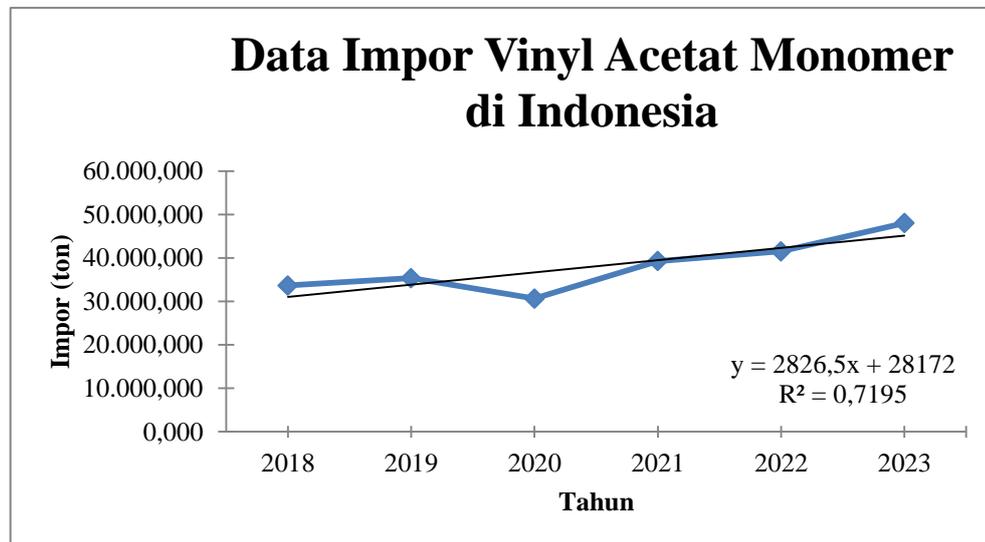
**Tabel 1.2** Data Kebutuhan VAM di Indonesia

No	Tahun	Impor <i>Vinyl Acetate Monomer</i> (ton)	% Pertumbuhan
1	2018	33,641.714	
2	2019	35,343.632	5.1%
3	2020	30,626.389	-13.3%
4	2021	39,265.576	28.2%
5	2022	41,509.249	5.7%
6	2023	47,999.699	15.6%

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023)

Berdasarkan **Tabel 1.2** dengan menggunakan trend data impor maka kebutuhan VAM Indonesia untuk beberapa tahun ke depan dapat diprediksi.

Dalam bentuk grafik analisa prediksi kebutuhan VAM di Indonesia dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Grafik Data Kebutuhan *Vinyl Acetat Monomer* Di Indonesia

Dari **Gambar 1.1** dapat dilihat bahwa grafik kebutuhan VAM Di Indonesia terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan VAM pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan VAM sebagai bahan bakunya. Untuk menghitung kebutuhan akan VAM pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi. Kebutuhan akan VAM dapat diketahui dengan persamaan 1.1.

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

$$y = 2,826.5x + 2,8172$$

$$y = 2,826.5(10) + 2,8172$$

$$y = 56,437.00 \text{ ton}$$

Dari perhitungan tersebut dapat diperkirakan kebutuhan *Vinyl Acetate Monomer* di Indonesia pada tahun 2027 adalah sebesar 56,437.00 ton/tahun, sehingga ekstrapolasi dapat dilihat pada **Tabel 1.3**

**Tabel 1.3** Data Ekstrapolasi Kebutuhan VAM di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan <i>Vinyl Acetate Monomer</i> (ton)
1	2024	47,957.50
2	2025	50,784.00
3	2026	53,610.50
4	2027	56,437.00
5	2028	59,263.50

Berdasarkan **Tabel 1.3** data hasil ekstrapolasi berbanding lurus dengan perkiraan prospek pasar VAM global. Pada tahun 2022 pasar VAM global bernilai US\$ 8,8 miliar, dan diperkirakan akan meningkat CAGR sebesar 4,7% hingga mencapai US\$ 13,9 miliar pada akhir tahun 2032.

Selain mempertimbangkan kebutuhan VAM di Indonesia, penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan juga mempertimbangkan kapasitas ekonomis yaitu kapasitas minimum agar pabrik dapat menghasilkan keuntungan. Kapasitas pabrik VAM di dunia dapat dilihat pada **Tabel 1.4**.

**Tabel 1.4** Nama Produsen *Vinyl Acetate Monomer* di Dunia

Negara	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
Kanada	Celenese	86,000
Taiwan	Dairen Chemical Corp	120,000
Jepang	Japan VAM & Poval	150,000
China	Sinopec Sichuan Vinylon	300,000
Jepang	Nippon Gohsei	180,000
Singapore	Celanase	210,000
Taiwan	Dairen Chemical Group	300,000
Korea Selatan	Lotte BP	210,000
Rusia	Starvrolen	60,000
Amerika Serikat	Union Carbide	325,000
Jerman	Wacker Chemic	200,000
Texas	Kuraray	335,000

(Sumber: ICIC, 2019)

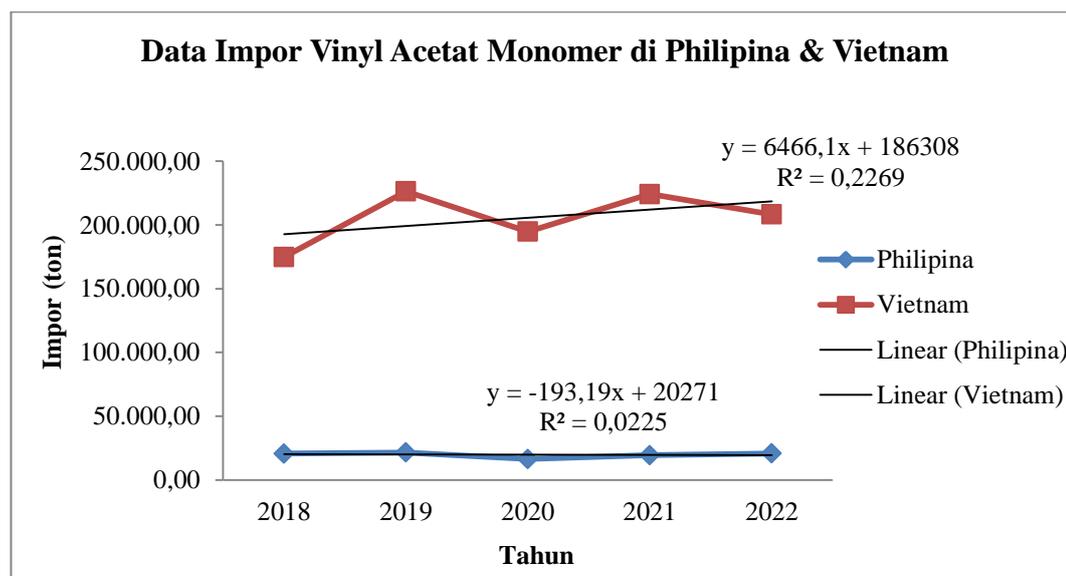
Selain data Produsen *Vinyl Acetate Monomer* di dunia, kebutuhan impor negara tetangga terutama dikawasan Asia Tenggara juga diperlukan untuk memperkirakan peluang kapasitas rancangan produksi. Data Kebutuhan VAM di Negara Kawasan Asia Tenggara dapat dilihat pada **Tabel 1.5**.

**Tabel 1.5** Data Kebutuhan VAM di Negara Kawasan Asia Tenggara

No	Tahun	Impor (ton/tahun)	
		Philipina	Vietnam
1	2018	20,601.51	174,910.64
2	2019	21,492.37	226,328.74
3	2020	16,322.24	194,772.96
4	2021	19,321.95	224,226.20
5	2022	20,720.79	208,292.43

(Sumber: UN data, 2023)

Berdasarkan **Tabel 1.5** dengan menggunakan trend data maka kebutuhan VAM di Negara Philipina dan Vietnam dapat diprediksi. Dalam bentuk grafik analisa prediksi kebutuhan VAM pada Negara tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1.2**.



**Gambar 1.2** Grafik Data Kebutuhan VAM Di Philipina dan Vietnam

Dari **Gambar 1.2** diperoleh data hasil ekstrapolasi kebutuhan VAM di Philipina dan Vietnam yang dapat dilihat pada **Tabel 1.6**.

**Tabel 1.6** Data Ekstrapolasi Kebutuhan VAM di Negara Kawasan Asia Tenggara

No	Tahun	Impor (ton/tahun)	
		Philipina	Vietnam
1	2023	19,111.86	225,104.60
2	2024	18,918.67	231,570.70
3	2025	18,725.48	238,036.80
4	2026	18,532.29	244,502.90
5	2027	18,339.10	250,969.00
6	2028	18,145.91	257,435.10

Dengan mempertimbangkan perkiraan meningkatnya pasar global, serta peluang yang diperkirakan dapat diterima oleh pasar Indonesia pada tahun 2027 sebesar 56,437.00 ton/tahun dan kapasitas ekonomis dari pabrik VAM yang sudah ada di dunia yaitu antara 60,000 ton/tahun sampai dengan 335,000 ton/tahun, maka pada prarancangan pabrik VAM ini ditetapkan akan dibangun pada tahun 2027 dengan kapasitas produksi sebesar 100.000 ton/tahun sehingga 43,563.00 ton sisanya akan diekspor ke negara-negara yang membutuhkan terutama Negara dikawasan Asia Tenggara.

Kapasitas perancangan pabrik VAM ini ditetapkan sebesar 100.000 ton/tahun dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan VAM dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun.
2. Dapat memberikan kesempatan bagi berdirinya industri-industri lain yang menggunakan VAM 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 VAM.
4. Dapat memenuhi sebagian VAM di Asia .

## 1.8 Macam-Macam Proses Pembuatan *Vinyl Acetate Monomer*

Proses Macam-macam proses pembuatan *Vinyl acetate monomer* antara lain:

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

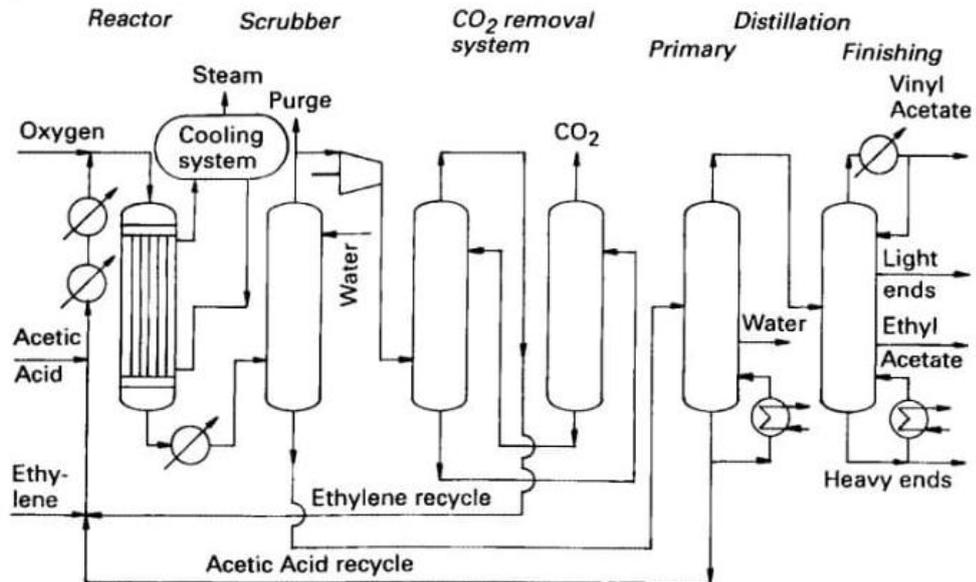
### 1.8.1 Proses Oksidasi Etilen Dan Asam Asetat

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 100-300°C dengan tekanan 5-10 bar. Panas yang dihasilkan oleh reaksi eksotermik digunakan untuk menghasilkan uap (Wells, 1991).

Proses modern beroperasi dalam fase gas dengan katalis berbasis Pd. Reaksi sekunder yang tidak diinginkan adalah pembakaran etilena menjadi CO<sub>2</sub>. Dengan katalis Pd/Au modern, selektifitasnya dapat mencapai 94% berdasarkan etilena dan asam asetat 98-99% (Dimian dan Bildea, 2008).

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, dan proses tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1.3**.

**FIGURE 116 VINYL ACETATE FROM ETHYLENE, ACETIC ACID & OXYGEN**



**Gambar 1.3** Proses Dasar Etilen, Asam Asetat dan Oksigen (wells,1991)

Berikut reaksi dari pembuatan *Vinyl acetate monomer* dengan proses Oksidasi:



**Analisa Ekonomi Awal**

Bahan yang digunakan	Berat Molekul (kg/kmol)	Harga Rp/Kg
Bahan Baku:		
1. Etilen	1. 0,028	1. 18.300
2. Asam Asetat	2. 0,06	2. 7.400
3. Oksigen	3. 0,032	3. 7.300
Produk:		
1. <i>Vinyl acetate monomer</i>	1. 0,08609	1. 29.300

(Sumber: Bussinessanalytyq.com)

**Harga Bahan Baku**

- a. Etilen = 1 mol × 0,028 kg/mol × Rp. 18.300  
= Rp. 512,4
- b. Asam Asetat = 1 mol × 0,06 kg/mol × Rp. 7.400  
= Rp. 444

$$\begin{aligned} \text{c. Oksigen} &= 0,5 \text{ mol} \times 0,032 \text{ kg/mol} \times \text{Rp. } 7.300 \\ &= \text{Rp. } 116,8 \end{aligned}$$

**Harga Total Bahan Baku**

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 512,4 + \text{Rp. } 444 + \text{Rp. } 116,8 \\ &= \text{Rp. } 1,073,2 \end{aligned}$$

**Harga Produk**

$$\begin{aligned} \text{a. Vinyl acetate monomer} &= 1 \text{ mol} \times 0,08609 \text{ Kg/Kmol} \times \text{Rp. } 29.300 \\ &= \text{Rp. } 2.522,44 \end{aligned}$$

**Keuntungan**

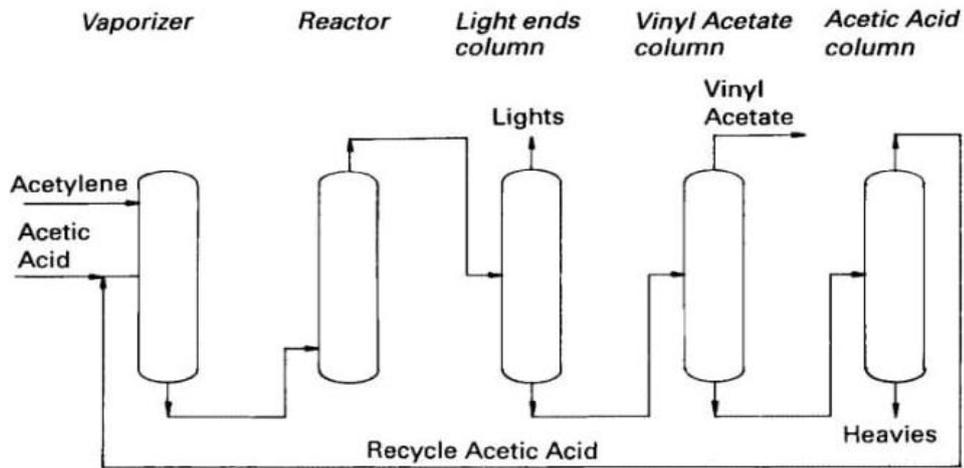
$$\begin{aligned} \text{a. Untung Yang didapat} &= \text{Harga Total produk} - \text{Harga Total Bahan Baku} \\ &= \text{Rp. } 2.522,44 - \text{Rp. } 1.073,2 \\ &= \text{Rp. } 1.449,24 \end{aligned}$$

**1.8.2 Proses Adisi Asam Asetat Terhadap Asetilen**

Campuran uap asam asetat dan asetilen 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 180-220°C dan tekanan 115-162 Kpa, dengan menggunakan proses ini selektifitasnya 93% berdasarkan asetilena dan 99% asam asetat (Dimian dan Bildea, 2008).

Setelah pendinginan, efluen dialirkan ke kolom distilasi di mana asetilen yang tidak bereaksi dan produk sampingan dengan titik didih rendah dibuang di atas kepala. Setelah pemurnian asetilena didaur ulang ke reaktor. Vinyl asetat dihilangkan dari campuran reaksi dengan distilasi. Asam asetat diperoleh kembali dari dasar kolom dan dikembalikan ke aliran asam masukan. Proses ini dapat dilihat pada **Gambar 1.4**.

**FIGURE 117 VINYL ACETATE FROM ACETYLENE & ACETIC ACID**



**Gambar 1.4** Proses Adisi Asam Asetat Terhadap Asetilen (Wells,1991)

Berikut reaksi dari pembuatan *Vinyl acetate monomer* dengan proses Adisi:



#### Analisa Ekonomi Awal

Bahan yang digunakan	Berat Molekul (kg/kmol)	Harga Rp/Kg
Bahan Baku:		
1. Asetilena	1. 0,026038	1. 17.875,72
2. Asam Asetat	2. 0,06005	2. 6.937,01
3. Zink Asetat	3. 0,18348	3. 14.010
Produk:		
1. <i>Vinyl acetate monomer</i>	1. 0,08609	1. 29.300

(Sumber: Bussinessanalytyq.com)

#### Harga Bahan Baku

- Asetilene = 0,026038 kg/mol x Rp. 17.875,72  
= Rp. 465.45
- Asam Asetat = 0,06005 kg/mol x Rp. 6.937,01  
= Rp. 416,57
- Zink Asetat = 0,18348 kg/mol x Rp. 14.010

$$= \text{Rp. } 2.570,55$$

### Harga Total Bahan Baku

$$= \text{Rp. } 465,45 + \text{Rp. } 416,57 + \text{Rp. } 2.570,55$$

$$= \text{Rp. } 3.452,57$$

### Harga Produk

a. *Vinyl acetate monomer* =  $0,08609 \text{ Kg/Kmol} \times \text{Rp. } 29.300$

$$= \text{Rp. } 2.522,437$$

### Keuntungan

a. Untung Yang didapat = Harga Total produk – Harga Total Bahan Baku

$$= \text{Rp. } 2.522,437 - \text{Rp. } 3.452,57$$

$$= \text{Rp. } -903,133$$

## 1.9 Perbandingan Proses

Adapun kelebihan dan kekurangan dari masing masing proses dapat dilihat dari **Tabel 1.8** sebagai berikut.

**Tabel 1.8** Perbandingan Proses

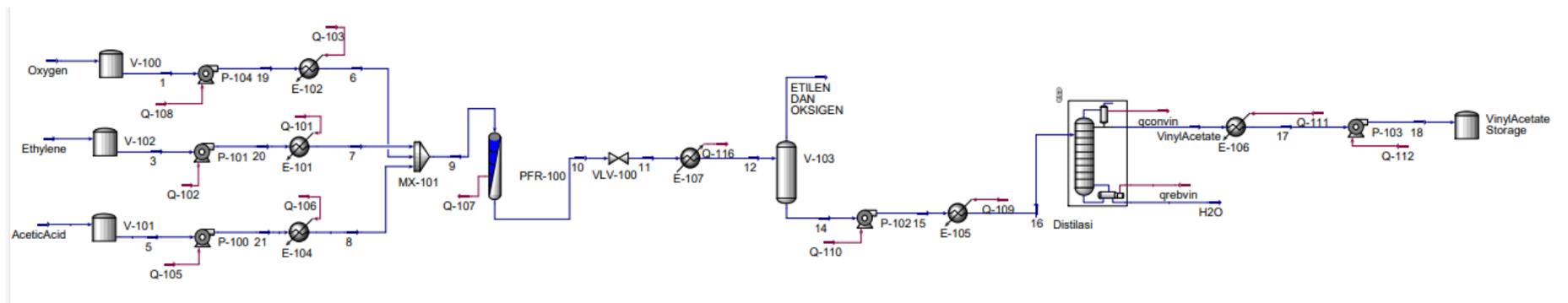
Keterangan	Proses Adisi Asam Asetat Terhadap Asetilen	Proses Oksidasi Asam Asetat dan Etilen
Keuntungan	Rp. -1.143,02	Rp. 1.254,649
Pengadaan Bahan Baku	Asam Asetat (lokal) Asetilen (lokal)	Asam Asetat (lokal), Etilen (lokal), Oksigen (lokal)
Selektivitas	93% berdasarkan asetilena 99% berdasarkan asam asetat	94% berdasarkan etilena 98- 99% berdasarkan asam asetat
Suhu Rekasi	180-220°C	100-300°C
Katalis	Zn(OAc) <sub>2</sub>	Palladium (Pd)
Reaktor	<i>Fixed Bed</i>	PFR
Keamanan	Asetilena merupakan bahan berbahaya dan mudah meledak	Reaksi tidak terlalu berisiko dan bahan baku relatif aman

Dari ketiga uraian proses diatas maka dalam praperancangan pabrik *vinyl acetat monomer* ini akan dilakukan dengan proses Proses Oksidasi Asam Asetat dan Etilen dengan pertimbangan:

1. Selektifitas yang diperoleh sekitar 94%-99%
2. Bahan baku yang terjangkau dan terdapat di dalam negeri
3. Keuntungan yang besar
4. Reaksi tidak terlalu berisiko dan bahan baku relatif aman

### **1.10 Uraian Proses**

Pembuatan *Vinyl Acetate Monomer* proses reaksi etilen dengan asam asetat dan oksigen pada fase gas. Proses tersebut terjadi di dalam reaktor PFR (*Plug Flow Reactor*), yang mana bahan baku etilen, asam asetat, dan oksigen berupa fasa gas dimasukkan secara bersamaan dengan bantuan katalis Palladium berupa padatan yang sudah berada dalam reaktor tersebut. Reaksi pembuatan *vinyl acetate monomer* dengan menggunakan proses oksidasi dapat dilihat pada persammaan **Gambar 1.6**.



**Gambar 1.6** Flowsheet Uraian Proses Pabrik Yang Direncanakan

Pada pembuatan *vinyl acetate monomer* ini dapat dibagi menjadi tiga tahap:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap pembentukan *vinyl acetate monomer*
3. Tahap pemurnian *vinyl acetate monomer*

#### **1.10.1 Tahapan Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku dalam proses pembuatan *vinyl acetate monomer* ini terdiri dari etilen, asam asetat dan *oxygen*. Etilen disimpan dalam fasa cair pada suhu -79,73°C dan tekanan 5 atm dalam tangki silinder tegak V-102 Komposisinya adalah etilen 99,95% dan 0.05% etane. Etilen dinaikkan tekanan menggunakan *pump* mencapai 8 atm.

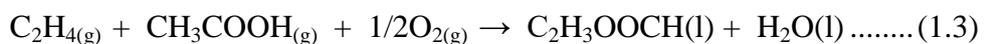
Asam asetat disimpan dalam fasa cair pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dalam tangki silinder tegak V-103 Komposisinya adalah asam asetat 99,98% dan H<sub>2</sub>O 0.02%. Asam asetat dinaikkan tekanan menggunakan *pump* mencapai 8 atm.

*Oxygen* disimpan dalam fasa cair pada suhu -164.1°C dan tekanan 5 atm dalam tangki silinder tegak V-101 Komposisinya adalah *oxygen* 100%. *Oxygen* dinaikkan tekanan menggunakan *pump* mencapai 8 atm. Setelah dinaikkan tekanan bahan baku etilen, *Oxygen* dipanaskan menggunakan *heater* hingga 115°C dan asam asetat dipanaskan hingga suhunya 205°C untuk menyesuaikan suhu operasi reaktor ketiga bahan digabungkan menggunakan mix-100 kemudian dialirkan ke reaktor PFR-100.

#### **1.10.2 Tahap Pembentukan Vinyl Acetate Monomer**

Proses dimaksudkan untuk menghasilkan *vinyl acetate monomer* dengan cara mereaksikan etilen, asam asetat dan oksigen menggunakan fasa gas dalam reaktor PFR-100 dengan bantuan katalis palladium. Reaktor yang digunakan adalah *Plug Flow Reactor* (Dimian & Bildea, 2008).

Reaksi yang terjadi di dalam reaktor yaitu:



Dengan kondisi operasi suhu berkisar 140-180 °C dan tekanan 4-12 atm dan reaksi berlangsung secara eksotermis dengan konversi reaksi 99% asam asetat

dapat bereaksi. Keluaran dari reaktor berfasa gas pada suhu 166 °C, Adapun aliran keluaran reaktor adalah *vinyl acetate monomer*, Air, Etilen, *Oxygen*, dan sedikit asam asetat. Aliran tersebut kemudian diturunkan tekanan menggunakan *valve* menjadi 1 atm, didinginkan menggunakan *cooler* E-103 sampai suhu 1 °C.

### **1.10.3 Pemurnian Vinyl Acetate Monomer**

Produk keluaran reaktor kemudian dimasukkan ke dalam separator untuk memisahkan fase gas dan cair, dengan hasil atas berupa oksigen dan etilen, bagian bawah berupa produk *vinyl acetate monomer* dan produk samping yang tidak diinginkan dialirkan dan dinaikkan suhunya menggunakan *heater* sampai suhu 147 °C ke Menara distilasi T-100.

Produk bawah keluran separator selanjutnya akan masuk ke dalam menara distilasi T-100 Dimana bagian atas itu *vinyl asetat monomer* dan sedikit impurities seperti etilen, asam asetat dan etane, sedangkan produk bawah merupakan asam asetat dan air. Air yang diperoleh sebagai produk bawah dengan kemurnian 99% dialirkan pengolahan limbah.