

BAB 1

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri kimia di Indonesia berkembang pesat. Hal tersebut dibuktikan dengan berdirinya beberapa pabrik kimia di Indonesia. Pengembangan industri kimia di Indonesia bertujuan untuk meningkatkan kapasitas nasional dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri sekaligus membantu menyelesaikan masalah ketenagakerjaan.

Jenis industri kimia yang berdampak besar bagi Indonesia salah satunya adalah asam asetat. Asam asetat digunakan sebagai bahan pembawa di berbagai industri, contohnya Selulosa Asetat, Vinil Asetat, Anhidrid Asetat, Asam Tereftalat Murni (PTA), industri tekstil, bahan tambahan makanan, dan industri plastik. Bahkan bahan ini sangat diperlukan dalam industri farmasi, insektisida, kimia fotografi, serta industri lainnya.

Permintaan asam asetat di Indonesia masih tinggi seiring dengan tingginya permintaan dari pengguna industri. Namun, kebutuhan asam asetat tidak dapat dipenuhi oleh produsen tunggal dalam negeri, yakni PT Indo Acidatama Chemical Industry. Karena hal tersebut, kecenderungan impor terus meningkat setiap tahunnya, terutama untuk mensuplai industri *Purified Terephthalic Acid* (PTA) yang merupakan konsumen asam asetat terbesar hingga saat ini. (Laporan Bisnis Indochemical, PT.CIC, 2001 hal 3).

Oleh karena itu, dengan adanya pembangunan pabrik Asam Asetat sangat penting untuk memenuhi suatu kebutuhan berbagai macam di dalam negeri salah satunya dalam perekonomian dan sosial serta mengurangi angka impor pada bahan-bahan kimia.

I.2. Penentuan Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik Asam Asetat dipilih berdasarkan pertimbangan – pertimbangan :

1. Proyeksi kebutuhan Asam Asetat berdasarkan tahun ke tahun.

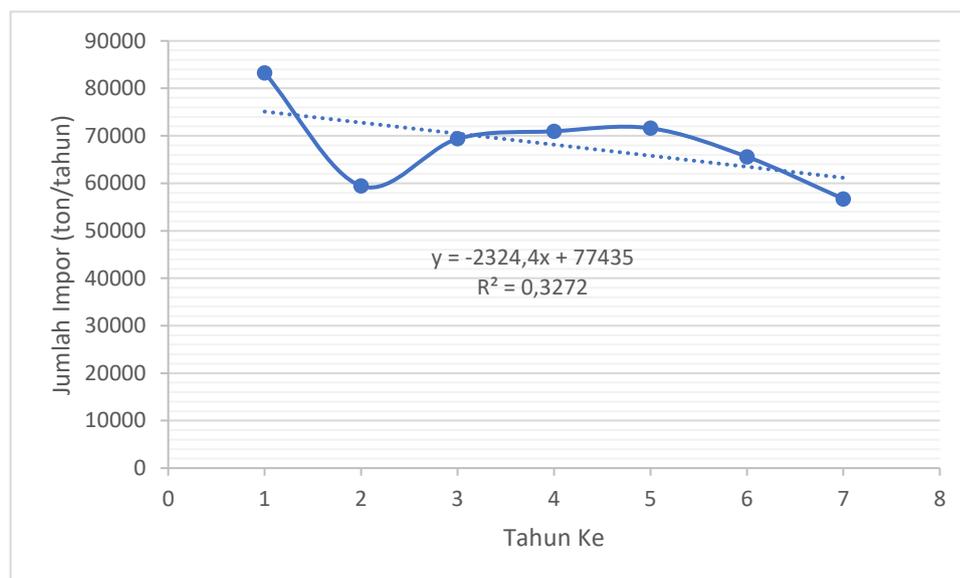
2. Ketersediaan bahan baku.
3. Kapasitas pabrik yg beroperasi.

I.2.1. Kebutuhan Impor Asam Asetat di Indonesia

Tabel I. 1 Data Impor Asam Asetat di Indonesia

No	Tahun	Impor (Ton/Tahun)
1	2015	83.260,99
2	2016	59.446,75
3	2017	69.372,27
4	2018	70.963,87
5	2019	71.599,05
6	2020	65.591,79
7	2021	56.727,62

Sumber : (BPS) Perdagangan Luar Negeri Indonesia Tahun 2015-2021



Gambar I. 1 Grafik Impor Asam Asetat di Indonesia

Setelah dihasilkan data dan diolah ke *excel*, perkiraan impor Asam Asetat di Indonesia pada tahun yang akan datang saat pembangunan pabrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan regresi *linear* $y = -2324,4x + 77435$, dimana nilai x sebagai tahun dan y sebagai jumlah impor Asam Asetat.

Dengan persamaan diatas dapat diperkirakan kebutuhan impor Asam Asetat di Indonesia pada tahun 2027 (tahun ke 13) sebesar :

$$y = -2324,4x + 77435$$

$$y = -2324,4(13) + 77435$$

$$y = 47.217,8 \text{ ton/tahun}$$

I.2.2. Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Pabrik asam asetat yang beroperasi di berbagai negara di dunia. Total kapasitas produksi dapat diringkas sebagai berikut :

Tabel I. 2 Data Kapasitas Pabrik Asam Asetat yang Sudah Beroperasi

Pabrik	Negara	Kapasitas Per Tahun
PT Indo Acidatama Chemical Industry	Indonesia	16.500 Ton
Daicel Chemical	Jepang	420.000 Ton
Samsung BP Chemical	Korea Selatan	600.000 Ton
Yankuang Guotai	China	300.000 Ton

I.2.3. Penentuan Kapasitas Pabrik yang Berdiri

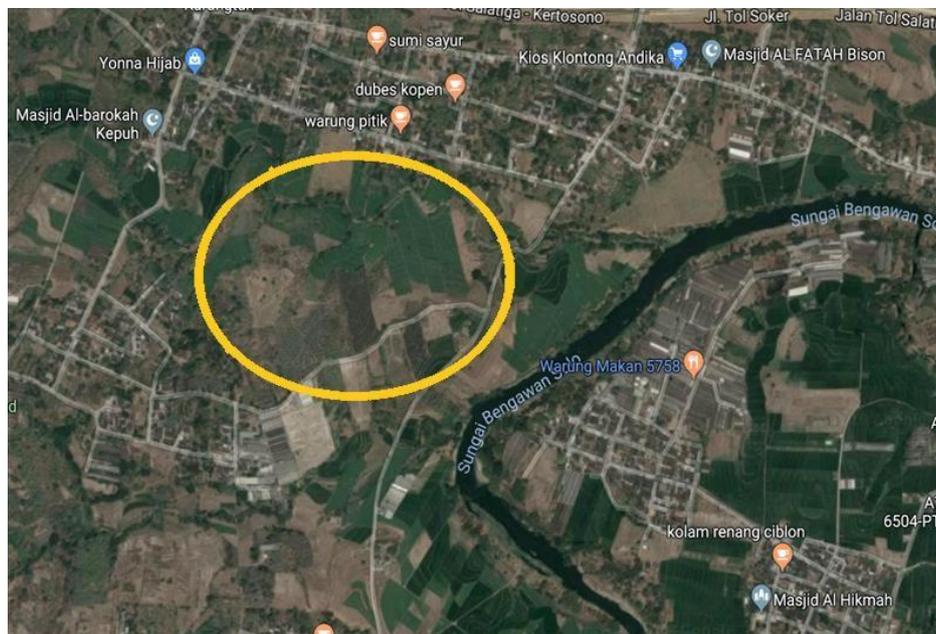
Berdasarkan proyeksi kebutuhan impor asam asetat di Indonesia pada tahun 2027 yaitu sebesar 47.217,8 ton/tahun, maka kapasitas pabrik yang akan didirikan mengacu pada hal tersebut, yaitu sebesar 50.000 ton/tahun. Pabrik yang akan didirikan diharapkan mampu memenuhi kebutuhan asam asetat di dalam negeri, memberikan kesempatan berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan bahan baku asam asetat. Jika memungkinkan asam asetat dapat di ekspor ke luar negeri sehingga meningkatkan devisa negara.

I.3 Kegunaan Produk

Asam asetat dipakai pada produksi polimer misalnya *polyethylene*, *cellulose acetate*, *terephthalate* serta *polyvinyl acetate*, juga berjenis-jenis serat dan kain. Asam asetat pada industri makanan dipakai sebagai pengatur tingkat asam. Keperluan global asam asetat mencapai 6,5 juta ton per tahun. 1,5 juta ton per tahun berasal dari *output* siklus ulang, sisanya diperoleh berdasarkan industri petrokimia juga berdasarkan asal hayati.

I.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik perlu direncanakan dengan sangat baik. Kemudahan pengoperasian pabrik dan juga perencanaan pada masa depan merupakan suatu faktor yang sangat perlu diperhatikan pada penentuan lokasi pabrik. Hal itu menyangkut faktor produksi dan distribusi menurut produk yang akan dikeluarkan. Lokasi pabrik wajib mengklaim porto transportasi dan produksi yang seminimal mungkin. Beberapa faktor lain yang perlu dipertimbangkan contohnya pengadaan bahan baku, utilitas, dan lainnya. Gambaran lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar berikut :



Gambar I. 2 Lokasi Pendirian Pabrik Asam Asetat

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka planning pendirian pabrik Asam Asetat ini berlokasi pada wilayah Karanganyar, Jawa Tengah. Faktor – faktor yang sebagai dasar pertimbangan pada memilih lokasi pabrik adalah menjadi berikut :

I.3.1. Kemudahan Transportasi

Alat yang digunakan untuk pengangkutan bahan baku dan pemasaran produk bisa ditempuh melalui dua jalur yaitu jalur darat juga laut. Pelabuhan pada

Semarang yang relatif dekat dari Kota Karanganyar bisa dijadikan tempat berlabuh buat kapal yang mengangkut bahan baku maupun produk.

I.3.2. Pemasaran Produk

Daerah Solo yang akan didirikan pabrik ini adalah wilayah industri kimia dan terus berkembang begitu pesat. Untuk pemasaran produk bisa dilakukan melalui jalur darat dan laut. Asam Asetat yang didapatkan bisa dipasarkan untuk industri polimer misalnya *polyethylene terephthalate*, *cellulose acetate* dan *polyvinyl acetate*.

I.3.3. Ketersediaan Bahan Baku

Sumber dari bahan baku merupakan faktor krusial yang melatarbelakangi pemilihan lokasi pabrik. Untuk menekan biaya penyediaan bahan baku, maka pabrik Asam Asetat dapat didirikan di Karanganyar, Jawa Tengah dikarenakan dekat dengan salah satu pabrik produsen Asetaldehid yaitu PT. Indo Acidatama Chemical Industry dan relatif dekat menggunakan pelabuhan pada kota Semarang untuk memenuhi kebutuhan impor bahan baku dari China, yaitu Shanghai Jiulin Industrial.

I.3.4. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang akan diperlukan dalam pabrik mencakup tenaga kerja terdidik, terampil dan pekerja keras. Tenaga kerja tadi bisa diperoleh berdasarkan wilayah sekitar lokasi pabrik serta luar wilayah.

I.3.5. Kondisi Iklim

Pemilihan lokasi harus lokasi yang relatif stabil dikarenakan mempunyai iklim yang relatif baik. Bencana alam misalnya gempa bumi, tanah longsor, juga banjir tidak sering terjadi akibatnya operasi pabrik bisa berjalan lancar.

I.3.6. Lingkungan dan Masyarakat

Lokasi pabrik diusahakan terletak pada wilayah yang stabil dari gangguan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat pula turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial warga diharapkan bisa mendukung terhadap operasional pabrik sebagai akibatnya dipilih lokasi yang mempunyai masyarakat yang bisa menerima pabrik.

I.3.7. Sumber Air

Penyedia air utilitas tidak sulit dan murah dikarenakan tempat ini cukup dekat sungai Bengawan Solo yang tentunya bisa memenuhi kebutuhan air pada proses produksi.

I.3.8. Listrik

Penyedia energi listrik diperoleh dari PLN dan akses relatif dekat dengan pembangkit listrik PLN.

I.5 Tinjauan Pustaka

Asam asetat merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus molekul CH_3COOH , berbentuk cair bening, berbau tajam dan asam, dapat larut di dalam air, alkohol serta eter. Bahan kimia ini mempunyai titik didih $117,9\text{ }^\circ\text{C}$ pada tekanan 1 atm, akan menimbulkan korosi pada beberapa logam pada konsentrasi tinggi.

Beberapa jenis proses telah dikembangkan untuk produksi industri asam asetat sebagai berikut:

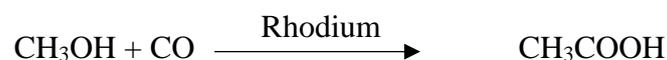
1. Asam Asetat yang diperoleh dari Asetaldehid dan Udara

Pembuatan asam asetat dari reaksi asetaldehid dengan udara dibuat pada kisaran suhu $60\text{-}65\text{ }^\circ\text{C}$ dan pada tekanan 10 atm (US Patent 4,094,901). Katalis Mangan Asetat adalah katalis yang digunakan pada reaksi ini. Reaktor yang digunakan pada proses ini yaitu bubble reactor. Pada konversi 80% maka akan dihasilkan kemurnian Asam Asetat 99% (Faith, K.,1975). Reaksi yang terjadi:



2. Asam Asetat yang diperoleh dari Metanol dan Karbon Monoksida

Selektivitas terhadap asam asetat berdasarkan metanol dan karbon monoksida adalah 99% dan 90%. Rhodium digunakan sebagai katalis dan yodium sebagai *activator*. Kondisi reaksi proses ini yaitu pada suhu $180\text{-}220\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 30-40 atm dengan menggunakan reactor bubble (Sano et al., 1999).



3. Oksidasi dari senyawa Hidrokarbon n-Butana

Pembuatan asam asetat dengan oksidasi butane terjadi pada fase liquid menggunakan reaktor *bubble*. Kondisi operasi pada reaksi ini yaitu pada suhu 150-230°C dan tekanan 50-60 atm. Katalis yang digunakan yaitu *Cobalt* atau Mangan asetat (Yoneda, 2001). Konversi yang dihasilkan pada proses ini yaitu sebesar 74%.



4. Proses berdasarkan alkohol dengan Quick-Vinegar fermentation

Asam Asetat dibentuk dengan reaksi antara $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dan O_2 . Reaksi yang terjadi :



Bahan baku yang akan masuk reaktor bubble adalah campuran yang mengandung alkohol 10,5% dan Asam Asetat 1 %. Proses ini akan berjalan menggunakan bakteri. Contoh bakteri salah satunya adalah *Gluconobacter Asai* yang dapat tumbuh pada suhu 25-30°C. pH optimum pada pertumbuhan bakteri ini sekitar 5,5 (Tonouchi, 2016). Konversi asam asetat yang diperoleh kurang dari 49%.

Tabel I. 3 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Asetat

NO.	Proses	Reaktor	Tekanan (atm)	Suhu (°C)	Katalis	Konversi	Total
1	Oksidasi Asetaldehid	Bubble ***	3 – 10 ***	60 – 80 ***	Mangan Asetat ***	80% ***	15
2	Karbonilasi Metanol (Monsanto)	Bubble ***	30-40 *	180-220 *	Rhodium *	90% ***	9
3	Oksidasi n-Butana	Bubble ***	50-60 *	150-230 *	Mangan Asetat ***	74% **	10

4	Oksidasi Alkohol Quick Vinegar Alkohol	Bubble ***	-	25 – 30 ***	-	<49% *	7
---	--	------------	---	-------------	---	--------	---

Proses yang digunakan yaitu Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara menggunakan katalis Mangan Asetat, dengan pertimbangan :

- Memiliki syarat operasi tidak terlalu tinggi.
- Proses reaksinya cepat.
- Bahan standar murah dan tidak sulit didapat.
- Proses lainnya memiliki resiko tinggi pada pengoperasiannya.
- Tidak perlu bahan pembantu yang banyak.

I.6 Tinjauan Kinetika

Reaksi Oksidasi Asetaldehid meliputi system reaksi :

Reaksi utama :



Kecepatan reaksi utama dapat dinyatakan :

$$-r_A = \frac{k}{H} \frac{C_{Ag}}{\left(\frac{k \cdot C_B}{k_L \cdot A_v}\right) - 1} \cdot C_B$$

Dimana :

H = konstanta Henry

C_{Ag} = Konsentrasi gas pada bulk gas

k_L = koefisien transfer massa pada lapisan film cairan

C_B = konsentrasi Asetaldehid

-r_A = kecepatan reaksi

Adapun konstanta kecepatan reaksi, k dinyatakan dalam persamaan

Arrhenius :

$$k = 3,02 \times 10^3 \exp\left(-\frac{3980}{RT}\right) \frac{\text{gmol}}{\text{liter.detik}} \quad (\text{Carpenter, 1965})$$

I.7 Tinjauan Termodinamika

Konsep termodinamika dapat ditinjau dari enthalpi pembentukan reaksi (eksotermis dan endotermis) dan konstanta kesetimbangan reaksi (reversibel, irreversibel). Adapun reaksi pembentukan Asam Asetat sebagai berikut :



Nilai enthalpi reaksi pada suhu 25°C/ 298 K adalah :

Tabel I. 4 Data ΔH_f° Suhu 25°C

Komponen	$\Delta H_f^\circ 298, \text{ kJ/mol}$
Asetaldehid	-166,36
Asam Asetat	-434,84
Oksigen	0

(Yaws, 1999)

Sehingga:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^\circ &= \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan} \\ &= (\Delta H_f \text{ CH}_3\text{COOH}) - (\Delta H_f \text{ CH}_3\text{CHO} + \frac{1}{2} \times \Delta H_f \text{ O}_2) \\ &= (-434,84) - (-166,36 + \frac{1}{2} \times (0)) \\ &= -268,48 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah harga $\Delta H^\circ 298$ menunjukkan nilai yang negatif, sehingga reaksi merupakan reaksi eksotermis. Artinya reaksi dalam pembentukan produk asam asetat akan melepaskan sejumlah panas.

Jika ditinjau dari energi Gibbs:

Tabel I. 5 Data ΔG° pada Suhu 25°C

Komponen	ΔG°_{298} , kJ/mol
Asetaldehid	-133,3
Asam Asetat	-376,69
Oksigen	0

(Yaws, 1999)

Sehingga:

$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ} \text{ Produk} &= -376,69 \text{ kJ/mol} \\ \Delta G^{\circ} \text{ Reaktan} &= ((-133,3) + 0) \text{ kJ/mol} \\ &= -133,3 \text{ kJ/mol} \\ \Delta G^{\circ}_{298} &= \Delta G^{\circ} \text{ Produk} - \Delta G^{\circ} \text{ Reaktan} \\ &= ((-376,69) - (-133,3)) \text{ kJ/mol} \\ &= -243,39 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

Dimana,

$$\ln K = \frac{-\Delta G}{RT}$$

(Smith et al., 2018)

$$\begin{aligned} \ln K &= \frac{-(-243,39)}{0,008314 \times 298} \\ &= 98,24 \end{aligned}$$

$$K_{298} = 4,62477 \times 10^{42}$$

$$\ln \frac{K_{\text{Tooperasi}}}{K_{298}} = \frac{\Delta H_{298}}{R} \times \frac{1}{T_{\text{Tooperasi}}} - \frac{1}{T_{298}}$$

$$\ln \frac{K_{\text{Tooperasi}}}{4,62477 \times 10^{42}} = \frac{-268,48}{0,008314} \times \frac{1}{338} - \frac{1}{298}$$

$$\frac{K_{\text{Tooperasi}}}{4,62477 \times 10^{42}} = \exp(-95,5434)$$

$$\frac{K_{\text{Toperasi}}}{4,62477 \times 10^{42}} = 3,20648 \times 10^{-42}$$

$$K_{\text{Toperasi}} = 14,83$$

Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa harga K bernilai positif ($K > 1$), reaksi kesetimbangan condong ke arah produk. Sehingga konsentrasi produk lebih tinggi dibandingkan konsentrasi reaktan pada keadaan setimbang.