

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan dibidang industri kimia di Indonesia semakin perkembangan pesat. 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 ketenaga kerjaan.

Salah satu jenis industri kimia yang amat besar pengaruhnya terhadap industri kimia di Indonesia adalah asam asetat. Asam asetat (*Acetic Acid*) digunakan sebagai bahan penunjang pada banyak industri seperti industri *Cellulose Acetate*, *Vinyl Acetate*, *Acetic Anhydride*, *Purified Terephthalic Acid* (PTA), industri tekstil, food additive dan industri plastik. Selain itu, bahan ini juga banyak diperlukan pada industri farmasi, insektisida, bahan kimia fotografi dan lain- lain.

Kebutuhan Asam Asetat di dalam negeri terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya permintaan oleh industri penggunaannya. Namun di Indonesia masih belum mampu memenuhi sebagian besar kebutuhan asam asetat yang ada. Satu satunya produsen asam asetat dalam negeri yaitu PT Indo Acidatama Chemical Industry masih belum mampu memenuhi tingginya permintaan asam asetat di Indonesia, sehingga kebutuhan asam asetat dalam negeri masih mengandalkan impor dari negara lain.

Pendirian pabrik asam asetat di Indonesia ini diharapkan akan mencukupi kebutuhan asam asetat dalam negeri sehingga kebutuhan impor perusahaan yang membutuhkan asam asetat sebagai bahan baku dapat diturunkan dan negara dapat membuat asam asetat secara mandiri. Adapun keuntungan dalam pendirian pabrik asam asetat ini adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan devisa negara, dengan memproduksi asam asetat di dalam negeri, Indonesia dapat mengurangi ketergantungan impor bahan kimia yang mengandung asam asetat.
2. Mengurangi ketergantungan impor asam asetat pada perusahaan lain.

3. Menciptakan lapangan kerja baru untuk meningkatkan taraf hidup orang banyak di Indonesia.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada pra-rancangan pabrik Asam Asetat dari asetaldehida dan udara dengan proses oksidasi adalah sebagai berikut:

1. Apakah pembangunan pabrik asam asetat dari asetaldehida dan udara dengan katalis mangan asetat dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia?
2. Apakah pembangunan pabrik asam asetat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun layak atau tidak untuk didirikan?

## **1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik**

Tujuan prarancangan pabrik pembuatan Asam Asetat dari asetaldehida dan udara dengan proses oksidasi adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis dengan proses oksidasi asetaldehid dapat menghasilkan produk asam asetat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.
2. Untuk mengkaji pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan.

## **1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik**

Berdasarkan dari tujuan prarancangan pabrik Asam Asetat maka manfaat dari prarancangan pabrik yang diperoleh sebagai berikut:

1. Memberikan gambar rancangan pabrik pembuatan asam asetat dari asetaldehida dan oksigen dengan katalis mangan asetat dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.
2. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri akan kebutuhan asam asetat dan memberikan kesempatan bagi industri-industri lain yang membutuhkan asam asetat.

## **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penyusunan pabrik asam asetat diantaranya:

1. Perhitungan neraca massa dan energi
2. Penentuan spesifikasi peralatan yang diperlukan untuk proses produksi.
3. Penentuan estimasi ekonomi dan pembiayaan.

4. Flowsheet atau blok diagram akan dikembangkan menggunakan aplikasi aspen hysys, P&ID.

## 1.6 Penentuan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi pabrik ini didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Proyeksi kebutuhan asam asetat dari tahun ke tahun.
2. Ketersediaan bahan baku.
3. Kapasitas pabrik yang beroperasi

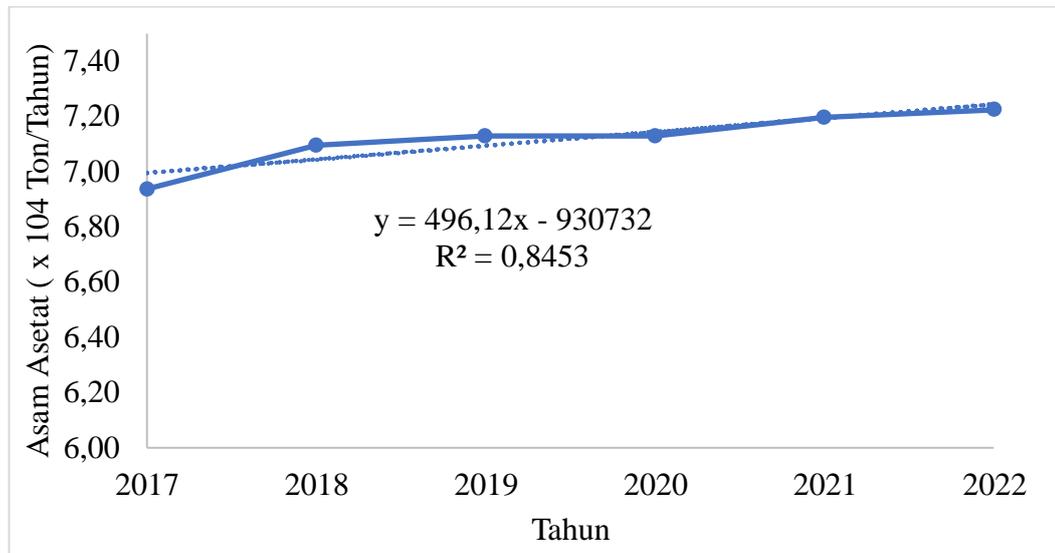
### 1.6.1 Kebutuhan Asam Asetat di Indonesia

Kebutuhan asam asetat di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data yang diperoleh dari badan statistik pusat mengenai impor asam asetat dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Data Impor Asam Asetat di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Jumlah Ton/Tahun</b>
2017	69.372,268
2018	70,963,870
2019	71,599,050
2020	71,599,050
2021	71.278,413
2022	72.236,413

**Sumber:** Badan Pusat Statistik, 2023



**Gambar 1.1** Data Impor Asam Asetat di Indonesia

Dari Gambar 1.1 didapatkan persamaan garis lurus  $y = 496,12x - 930.732$  dengan  $x$  sebagai fungsi tahun dan nilai  $R^2 = 0,8453$ . Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan asam asetat dalam negeri pada tahun 2028 mendatang adalah sebagai berikut:

$$y = 496,12x - 930.732$$

$$y = 496,12 (2028) - 930.732$$

$$y = 1.006.131,36 - 930.732$$

$$y = 75.399,36$$

Persamaan diatas dapat digunakan untuk ekstrapolasi pada tahun selanjutnya. Hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2

**Tabel 1.2** Ekstrapolasi Kebutuhan Asam Asetat di Indonesia Tahun 2023 - 2028

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2023	72.918,76
2024	73.414,88
2025	73.911
2026	74.407,12
2027	74.903,24
2028	75.399,36

### 1.6.2 Ketersediaan Bahan Baku

Data ketersediaan asetaldehida di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

**Tabel 1.3** Daftar Beberapa Pabrik Yang Memproduksi Asetaldehid

<b>Produsen</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Kapasitas (ton/tahun)</b>
Celanase	Texas, AS	227.227
Eastman	Longview, Texas, AS	227.000
Union Carbide	West Virginia, Texas, AS	295.100
Jubilant Life Science	India	30.500
Laxmi Organic Industries	Mumbai, India	30.000
Ashok Alco – chem Limited	Maharashtra, India	10.500
Shijiazhuang Xinyu Sanyang Industrial	Shijiazhuang, China	30.000
Shando Kunda Biotechnology	Linyi, China	60.000
Sinopec Shanghai Petrochemical	Shanghai, China	42.000
Jinyimeng Group Co	Linyi, China	20.000
Pt. Indo Acidatama	Surakarta, Indonesia	30.000

**Sumber:** [www.icis.com](http://www.icis.com); [en.spc.com.cn](http://en.spc.com.cn); [www.chemicalbook.com](http://www.chemicalbook.com); [acidatama.co.id](http://acidatama.co.id)

Dari tabel 1.3 dapat dilihat bahwa pabrik penghasil Asetaldehid di Indonesia hanya PT. Indo Acidatama dengan kapasitas 30.000 ton/tahun. Sedangkan untuk kebutuhan udara ( $O_2$ ) dapat diperoleh dari udara bebas.

### 1.6.3 Kapasitas Pabrik

Kebutuhan asam asetat yang meningkat dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk Indonesia yang semakin banyak, sehingga akan meningkatkan kebutuhan asam asetat tiap tahunnya. Berdasarkan latar belakang yang ada maka dipilih kapasitas produksi 50.000 ton/tahun. Kapasitas ini ditetapkan dengan pertimbangan antara lain:

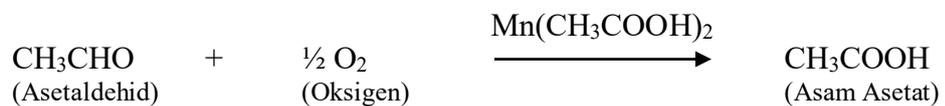
1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu Import Asam Asetat dari luar lagi
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat

3. Bisa dieksport ke luar negeri sehingga menghasilkan devisa bagi negara
4. Dapat menambah devisa negara.

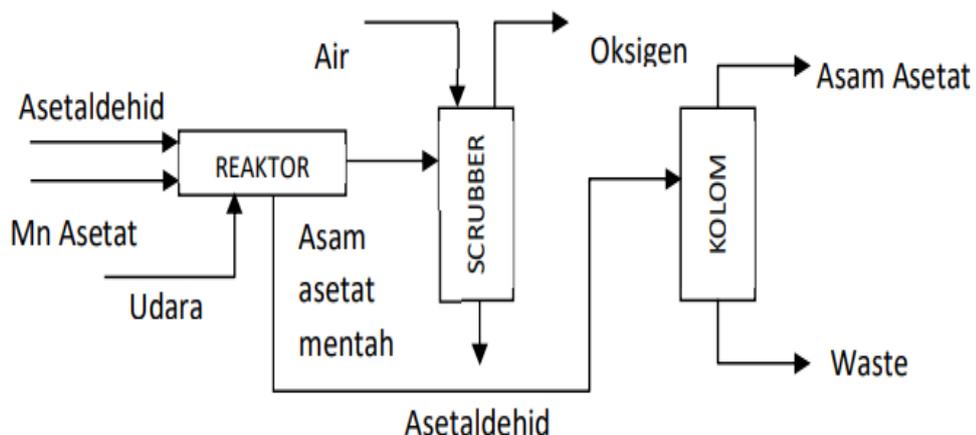
## 1.7 Pemilihan Proses

### 1.7.1 Asam Asetat dari Asetaldehid dan udara

Pembuatan Asam Asetat dari Asetaldehid dan Udara dilakukan pada suhu 60 – 80°C dan tekanan 3 - 10 bar (Ullmann,1962) Pada kisaran suhu tersebut 4 mol udara masuk ke dalam reaktor untuk setiap 1 mol Asetaldehid. Sebagai katalis adalah Mangan Asetat. Dengan konversi 95% diperoleh kemurnian Asam Asetat 99 % (Faith , K., 1975). Reaksi yang terjadi:



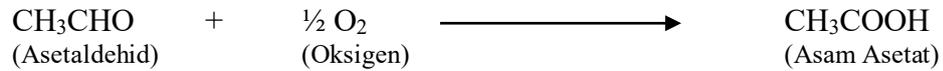
Gas yang meninggalkan reaktor di scrubber dengan air serta membuang gas – gas inert dan nitrogen. Larutan asetaldehid yang meninggalkan dasar dari scrubber ditampung. Produk berupa crude asam asetat (kadar 94 - 96 %) dari reaktor diproses lebih lanjut di distilasi guna memperoleh kemurnian 99-99,9 % asam asetat, yang kemudian didinginkan dan ditampung pada tangki penampung Asam Asetat (Keyes, 1950). Blok Diagram Alir Proses Oksidasi Asetaldehida dapat dilihat pada Gambar 1.2.



**Gambar 1.2** Blok Diagram Alir Proses Oksidasi Asetaldehida

Perhitungan Ekonomi Awal

Reaksi pembentukan:



**Tabel 1.4** Perhitungan Ekonomi Awal Proses Oksidasi Asetaldehida

No.	Bahan baku	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Asetaldehid	44,05	3.000,60
2.	Oksigen	32	0
3.	Asam Asetat	60,05	12.002,40

Dari data harga pada Tabel 1.4 maka dapat dihitung ekonomi awalnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{PE} &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan baku} \\ &= (\text{BM Asam Asetat} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - (\text{BM Asetaldehid} \times \text{Harga} \\ &\quad \times \text{Jumlah Mol}) \\ &= (60,05 \times 12.002,40 \times 1) - (44,05 \times 3.000,60 \times 1) \\ &= (720.744,12) - (132.176,43) \\ &= \text{Rp. } 588.567,69,- \end{aligned}$$

$$\% \text{Keuntungan} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Harga Pembelian}} \times 100\%$$

$$\% \text{Keuntungan} = \frac{\text{Rp } 588.567,69,-}{\text{Rp } 132.176,43} \times 100\%$$

$$\% \text{Keuntungan} = 4,453 \times 100\%$$

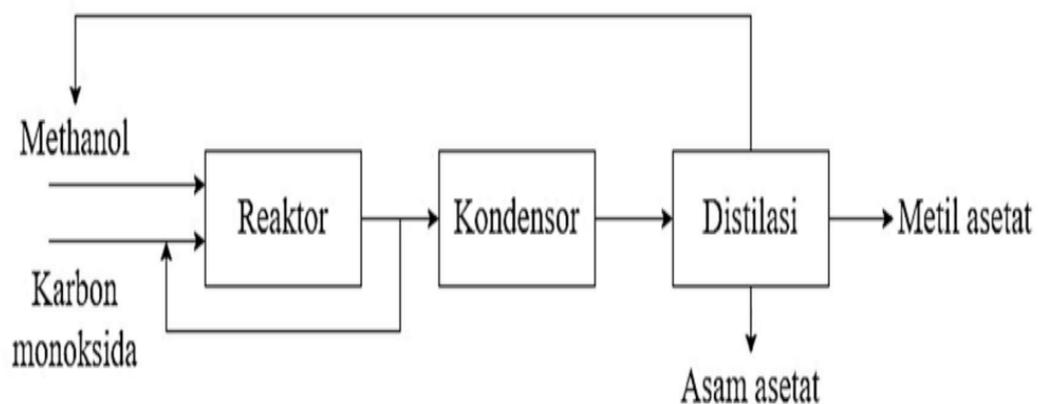
$$\% \text{Keuntungan} = 445,3\%$$

### 1.7.2 Asam Asetat dari Metanol dan Karbon Monoksida

Asam Asetat dibuat dengan mereaksikan  $\text{CH}_3\text{OH}$  dan  $\text{CO}$ . Perbandingan bahan baku masuk reaktor adalah 90 – 95 % Karbon Monoksida, 0 – 5% Hidrogen dan 5 % Metanol. Katalis yang digunakan adalah Rhodium dan Iodin. Reaksi berlangsung pada suhu  $350^\circ\text{C}$  dan tekanan 700 atm. Reaksi umumnya berlangsung selama 1,5 – 2 jam. Reaksi yang terjadi:



Gas yang keluar dari reaktor didinginkan untuk menghasilkan kondensat yang terdiri dari asam asetat, metil asetat, dan metanol yang tidak dikonversi. Jumlah metil asetat yang ada tergantung pada temperatur dimana reaksi dilakukan. Di bawah 300°C sangat sedikit asetat yang terbentuk, tetapi laju reaksi relatif lambat. Di atas 300°C laju reaksi dan persentase metil asetat meningkat. 350°C tampaknya menjadi suhu yang optimal. Kondensat dari pendingin diumpankan ke serangkaian kolom fraksinasi untuk memisahkan metanol, metil asetat, asam asetat, dan air yang tidak dikonversi. Metil asetat dapat digunakan seperti itu atau dihidrolisis untuk memperoleh kembali asam asetat. Ini juga dapat didaur ulang bersama dengan metanol segar (Keyes, 1950). Blok Diagram Alir Proses Karbonilasi Metanol dapat dilihat pada Gambar 1.3.



**Gambar 1.3** Blok Diagram Alir Proses Karbonilasi Metanol

Perhitungan Ekonomi Awal

Reaksi Pembentukan:



**Tabel 1.5** Perhitungan Ekonomi Awal Proses Mosanto

No.	Bahan baku	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (Rp/Kg)
1.	Metanol	32,04	13.747
2.	Karbon Monoksida	28,01	3.861
3.	Asam Asetat	60,05	12.002,40

Dari data harga pada Tabel 1.5 maka dapat dihitung ekonomi awalnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PE &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan baku} \\
 &= (\text{BM Asam Asetat} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - [(\text{BM Metanol} \times \text{Harga} \times \\
 &\quad \text{Jumlah Mol}) + (\text{BM Karbon Monoksida} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol})] \\
 &= (60,05 \times 12.002,40 \times 1) - [(32,04 \times 13.747 \times 1) + (28,01 \times 3.861 \times 1)] \\
 &= (720.744,12) - [(440.453,88) + (108.146,61)] \\
 &= 720.744,12 - 548.600,49 \\
 &= \text{Rp.172.143,63,-}
 \end{aligned}$$

$$\% \text{ Keuntungan} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Harga Pembelian}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Keuntungan} = \frac{\text{Rp 172.143,63,-}}{\text{Rp 548.600,49}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Keuntungan} = 0,314 \times 100\%$$

$$\% \text{ Keuntungan} = 31,4\%$$

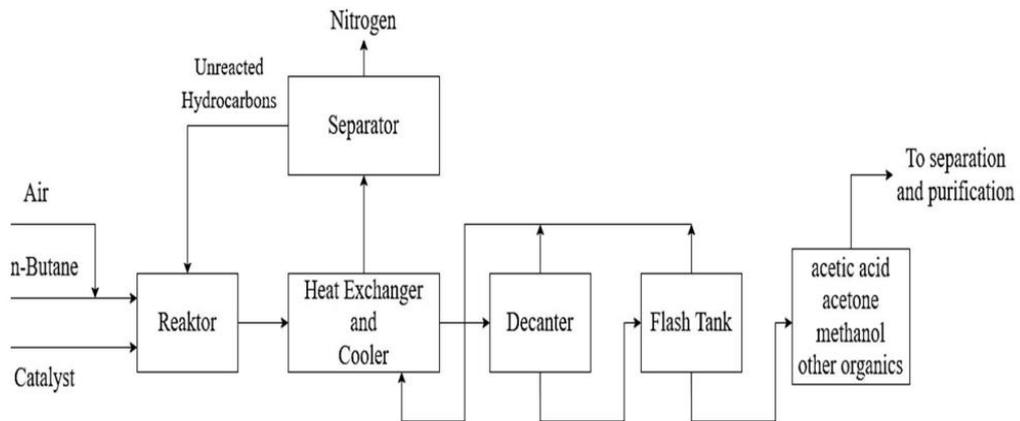
### 1.7.3 Oksidasi Senyawa Hidrokarbon ( n-Butana )

n-Butana ( Secara komersial terdiri dari 95 % n-Butana, 2,5 % Isobutana, 2,5 % Pentana) dioksidasikan dengan katalis Cobalt atau Mangan Asetat. Udara digelembungkan melalui larutan pada tekanan 850 psi dan pada suhu 800-1475°F. Nitrogen yang tidak bereaksi meninggalkan reaktor membawa bermacam-macam produk oksidasi (Formiat, Aseton, Metil Etil Keton, Metana dan lain-lain) dan produk buatan yang tidak bereaksi. Uap yang meninggalkan reaktor diembunkan dan dipisahkan. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



Pada proses ini oksigen untuk oksidasi diambil dari udara dengan perbandingan 5,8 bagian udara yang masuk untuk setiap 1 bagian butana. Asam asetat yang keluar reaktor didinginkan dalam cooler dan masuk separator untuk dipisahkan kandungannya dan sisa butana yang tidak ikut bereaksi. Gas akan dibuang ke atmosfer sedangkan butana *direcycle* ke reaktor sebagai bahan baku,

selanjutnya dilakukan pemurnian asam asetat dalam kolom distilasi sehingga didapatkan asam asetat dengan kemurnian 99% dan produk samping berupa larutan formiat. (Ulrich, G.D., 1984). Blok Diagram Alir Proses Oksidasi n-butane dapat dilihat pada Gambar 1.4.



**Gambar 1.4** Blok Diagram Alir Proses Oksidasi n-butane

Perhitungan Ekonomi Awal

Persamaan Reaksi:



**Tabel 1.6** Perhitunagn Eknomi Awal Proses Oksidasi N-Butana

No.	Bahan baku	Berat molekul (kg/kmol)	Harga (Rp/Kg)
1.	n-Butana	58,12	14.537
2.	Oksigen	28,96	0
3.	Asam Asetat	60,05	12.002,40
4	Air	18	0

Dari data harga pada Tabel 1.6 maka dapat dihitung ekonominya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 PE &= \text{Harga Produk} - \text{Harga Bahan baku} \\
 &= (\text{BM Asam Asetat} \times \text{Harga} \times \text{Jumlah Mol}) - (\text{BM n-Butana} \times \text{Harga} \times \\
 &\quad \text{Jumlah Mol}) \\
 &= (60,05 \times 12.002,40 \times 1) - (58,12 \times 14.537 \times 1) \\
 &= (720.744,12) - (844.890,44) \\
 &= \text{Rp.-124146,32,-}
 \end{aligned}$$

$$\% \text{Keuntungan} = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Harga Pembelian}} \times 100\%$$

$$\% \text{Keuntungan} = \frac{\text{Rp } -124146,32,-}{\text{Rp } 844.890,44} \times 100\%$$

$$\% \text{Keuntungan} = -1,397 \times 100\%$$

$$\% \text{Keuntungan} = -139,7\%$$

#### 1.7.4 Perbandingan Proses

Setiap proses yang dapat digunakan dalam pra-rancangan pabrik fosgen memiliki kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan dan kekurangan setiap proses dapat dilihat pada Tabel 1.7.

**Tabel 1.7** Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan Asam Asetat

Kriteria	Jenis Proses		
	Oksidasi Asetaldehid	Karbonilasi Metanol	Oksidasi n-Butane
Bahan Baku	Asetaldehid	Metanol dan CO	n-Butane
Suhu	55-65°C	350°C	160-180°C
Tekanan	5-8 atm	700 atm	57 atm
Yield	85-95%	90%	90%
Hasil Samping	Sisa Asetaldehid dan Air	Sisa Metil Asetat dan Air	Sisa n-butane, air, CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , Asam Formiat
Katalis	Mangan Asetat	Karbon Aktif	Cobalt
Biaya Investasi	Rendah	Rendah	Rendah
Biaya Operasi	Rendah	Tinggi	Rendah

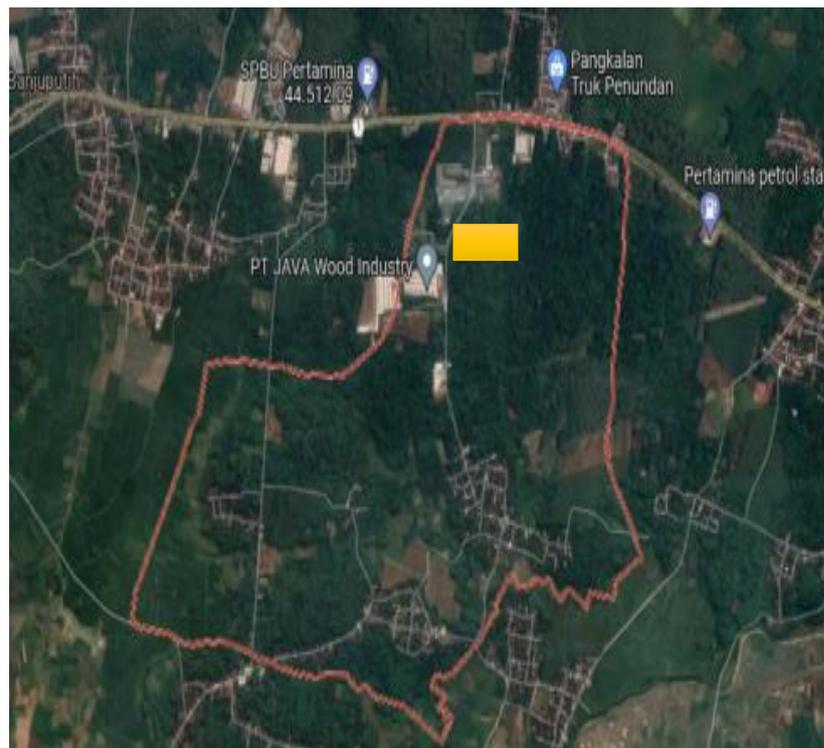
Berdasarkan dari uraian beberapa macam proses diatas maka dipilih proses oksidasi asetaldehid dengan pertimbangannya dalam pemilihan proses pembuatan asam asetat sebagai berikut :

1. Proses oksidasi asetaldehid mempunyai kondisi operasi yang relatif rendah.
2. Dengan kondisi operasi di atas, berarti membutuhkan biaya energi (utilitas) yang lebih rendah.
3. Resiko lebih rendah dalam pengoperasiannya dibandingkan dengan proses lain.

4. Asam asetat yang dihasilkan mempunyai kemurnian tinggi (kemurniannya  $\pm 99$  %).
5. Bahan baku didapat dengan harga relatif murah..

### 1.8 Pemilihan Lokasi Pabrik

Dalam perancangan suatu pabrik menentukan lokasi untuk berdirinya pabrik merupakan suatu hal yang sangat penting. Pemilihan lokasi pabrik yang cukup strategis akan memberikan dampak yang cukup baik terkhususnya pada nilai ekonomi pabrik itu sendiri. Pabrik asam asetat dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun direncanakan akan didirikan di Desa Banaran, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Batang, Provinsi Jawa Tengah. Lokasi pabrik asam asetat yang direncanakan dapat dilihat pada gambar 1.5.



**Gambar 1.5** Lokasi Pabrik Asam Asetat yang dirancangan

#### 1.8.1 Faktor Utama

Faktor utama meliputi faktor yang sangat berpengaruh dalam pemilihan lokasi atau tempat pemilihan pabrik. Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah:

## 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi. Bahan baku Asetlaldehida diimpor dari Nopec Yangzi Petrochemical, China melalui pelabuhan Batang, Jawa Tengah dan dari PT. Indo Acidatama, Surakarta.

## 2. Utilitas

Proses produksi suatu pabrik perlu didukung dengan adanya komponen penunjang seperti air, listrik dan bahan bakar. Ketersediaan komponen penunjang yang melimpah akan mempermudah proses produksi pabrik itu sendiri.

## 3. Transportasi

Batang merupakan daerah yang mudah dijangkau karena telah ada sarana transportasi darat yang mencukupi memadai. Sehingga untuk transportasi pemenuhan bahan baku maupun pemasaran produk dapat dengan mudah dilaksanakan.

## 4. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja tingkat rendah, menengah maupun tenaga ahli tidak sulit diperoleh, mengingat lokasi pabrik berada dikawasan yang mungkin didatangkan dari pulau jawa yang selalu memiliki tenaga kerja berlebih setiap waktu.

## 5. Pemasaran

Di Indonesia Asam Asetat banyak digunakan sebagai salah satu bahan penunjang industri lainnya seperti Cellulose Acetate, Vinyl Acetate, Acetic Anhydride, Purified Terephthalic Acid (PTA), industri tekstil, food additive dan industri plastik.

## 6. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan cepat dan mudah.

## 7. Tenaga Listrik

Tenaga listrik harus tersedia cukup untuk menjaga kelangsungan proses produksi pabrik. Tenaga listrik dapat terpenuhi dari PLN dan ditambah dengan generator pembangkit listrik.

## 8. Tenaga Kerja

Di lokasi pendirian pabrik diusahakan dapat memberikan kemudahan akan tenaga kerja pilihan. Di Indonesia tenaga kerja cukup banyak sehingga penyediaan tenaga kerja tidak begitu sulit diperoleh.

### 1.8.2 Faktor Pendukung

Adapun faktor pendukung yang perlu diperhatikan dalam pembangunan pabrik ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Perizinan dan Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik di lokasi Kawasan industri strategis memudahkan proses perizinan pendirian pabrik

#### 2. Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik yang berada di Kawasan industri strategis memungkinkan adanya perluasan area pabrik yang tidak mengganggu pemukiman penduduk sekitar.

#### 3. Kondisi iklim

Kondisi alam (iklim) dari suatu area yang akan dibangun pabrik haruslah mendukung, dalam arti kondisinya tidak terlalu mengganggu jalannya operasi pabrik.

#### 4. Pembuangan Limbah

Penanganan masalah limbah akan diproses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

#### 5. Korosifitas

Lokasi kawasan cilegon tidak berada tepat tepat di tepi laut sehingga korosifitas yang utamanya disebabkan oleh air laut tidak begitu berpengaruh.

#### 6. Perawatan

Pabrik mempunyai bengkel perawatan sendiri (*maintenance office*), apabila tidak dapat dilakukan sendiri di cilegon terdapat bengkel yang dapat menangani peralatan peralatan besar.