

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi disertai dengan sektor industri menuntut semua negara ke arah industrial. Sampai saat ini pembangunan industri di Indonesia terus mengalami peningkatan terutama pembangunan industri kimia. Adanya pembangunan industri kimia dapat mengurangi ketergantungan Indonesia pada industri luar negeri, sehingga pada akhirnya akan memberikan keuntungan dalam perekonomian Indonesia. Selain itu, pembangunan industri juga dapat memperluas kesempatan kerja dan meningkatkan produksi dalam negeri.

Sebagai salah satu contoh yaitu Asam asetat yang memiliki pasar cukup luas seperti industri *Purified Terephthalic Acid* (PTA), industri etil asetat, industri tekstil, industri benang karet dan juga digunakan sebagai bahan setengah jadi untuk membuat bahan-bahan kimia, seperti vinil asetat, selulosa asetat, asam asetat anhidrid, maupun kloro asetat.

Asam asetat merupakan bahan kimia dengan rumus CH_3COOH yang berupa zat cair, tidak berwarna, dan memiliki aroma yg sangat tajam. Asam asetat juga dikenal sebagai asam cuka yang juga termasuk kedalam golongan asam karboksilat. Asam asetat yang bercampur dengan air akan beroksidasi sebagian menjadi H^+ dan CH_3COO^- (Chang, R, 2003).

PT Indo Acidatama merupakan produsen asam asetat lokal, belum mampu memenuhi semua kebutuhan asam asetat dalam negeri. Industri-industri yang menggunakan asam asetat sebagai bahan baku masih memerlukan impor dari negara lain. Untuk mengurangi jumlah impor asam asetat yang akan terus meningkat, maka sangat perlu membangun pabrik asam asetat di dalam negeri.

Saat ini kebutuhan asam asetat di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika kebutuhan impor asam asetat di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 68.236,43 ton/tahunnya dan diperkirakan akan terus meningkat. Kebutuhan asam asetat di Indonesia belum

diimbangi dengan suplai dari dalam negeri yang memadai, akibatnya pemenuhan asam asetat masih mengimpor. Meningkatnya kebutuhan asam asetat menjadikan pabrik asam asetat ini sangat potensial didirikan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada prarancangan pabrik asam asetat:

1. Apakah pembangunan pabrik asam asetat dengan proses Monsanto dari metanol dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia?
2. Apakah pembangunan pabrik asam asetat dengan kapasitas 80.000 ton/tahun layak atau tidak untuk didirikan?

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan prarancangan pabrik pembuatan asam asetat

1. Untuk menganalisis dengan proses Monsanto dari metanol dapat menghasilkan produk asam asetat 80.000 ton/tahun
2. Untuk mengkaji kelayakan pabrik tersebut untuk didirikan

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Manfaat dari prarancangan pabrik ini agar mahasiswa lebih memahami dan mampu meralisasikan ilmu yang didapat selama perkuliahan dalam bentuk prarancangan pabrik asam asetat. Selain alasan di atas pendirian pabrik asam asetat ini juga didasarkan pada hal-hal berikut:

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

1.5 Batasan Masalah

Pada penyusunan pabrik asam nitrat, penyusun membatasi masalah sebagai berikut:

1. Perhitungan neraca Massa dan Energi
2. Penentuan spesifikasi peralatan yang diperlukan untuk proses produksi
3. Penentuan Utilitas
4. Penentuan estimasi ekonomi dan pembiayaan

1.6 Ketersediaan Bahan Baku

Adapun bahan baku yang digunakan dalam prarancangan pabrik asam asetat melalui proses karbonilasi metanol yaitu metanol dan karbon monoksida (CO).

1.6.1 Metanol

Metanol merupakan salah satu bahan baku utama dalam proses karbonilasi untuk memproduksi asam asetat. Kebutuhan metanol di Indonesia sebagian besar dipenuhi dari produksi dalam negeri yang cukup besar, salah satunya berasal dari PT Kaltim Metanol Industri yang berlokasi di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi mencapai ± 660.000 ton/tahun.

Indonesia sebagai negara dengan sumber daya gas alam yang melimpah memiliki potensi besar dalam produksi metanol, karena metanol umumnya dihasilkan dari gas sintesis (syngas) yang berasal dari reforming gas alam. Dengan ketersediaan bahan baku gas alam yang cukup stabil, maka produksi metanol dalam negeri dapat terjamin keberlanjutannya.

Selain itu, lokasi pabrik yang direncanakan berada di kawasan industri Bontang memberikan keuntungan dari segi logistik karena dekat dengan sumber bahan baku metanol. Hal ini akan menekan biaya transportasi serta meningkatkan efisiensi operasional pabrik. Dengan kapasitas produksi metanol yang jauh lebih besar dibandingkan kebutuhan bahan baku untuk pabrik asam asetat berkapasitas 80.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan metanol sangat mencukupi dan berkelanjutan.

1.6.2 Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan bahan baku utama lainnya dalam proses karbonilasi metanol untuk menghasilkan asam asetat. Karbon monoksida

umumnya diperoleh dari proses reforming gas alam atau sebagai produk samping dari industri petrokimia dan pupuk.

Di Indonesia, karbon monoksida dapat diperoleh dari industri dalam negeri, salah satunya dari PT Pupuk Kalimantan Timur yang berlokasi di Bontang dengan kapasitas produksi mencapai ± 200.000 ton/tahun. Ketersediaan karbon monoksida ini cukup untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam prarancangan pabrik asam asetat.

Selain itu, karbon monoksida juga dapat diproduksi secara langsung di dalam pabrik melalui unit pembangkit gas sintesis (syngas), sehingga memberikan fleksibilitas dalam penyediaan bahan baku. Dengan adanya sumber pasokan dari industri sekitar serta kemungkinan produksi internal, maka kontinuitas ketersediaan karbon monoksida dapat terjamin.

Dengan mempertimbangkan kapasitas produksi dalam negeri yang cukup besar, kemudahan akses bahan baku, serta lokasi pabrik yang strategis, maka ketersediaan karbon monoksida dinilai sangat memadai untuk mendukung operasional pabrik asam asetat secara berkelanjutan.

1.6.3 Katalis Rhodium (Rh)

Katalis rhodium merupakan komponen penting dalam proses karbonilasi metanol untuk memproduksi asam asetat. Katalis ini berfungsi untuk mempercepat laju reaksi serta meningkatkan selektivitas pembentukan asam asetat dengan produk samping yang sangat minimal. Dalam proses Monsanto, rhodium digunakan dalam bentuk kompleks larutan dengan promotor iodida sehingga mampu bekerja secara efektif pada kondisi operasi yang relatif moderat.

Ketersediaan katalis rhodium di dalam negeri masih sangat terbatas karena rhodium termasuk logam mulia yang langka dan tidak diproduksi secara komersial di Indonesia. Oleh karena itu, kebutuhan katalis rhodium dalam prarancangan pabrik ini dipenuhi melalui impor dari luar negeri, salah satunya dari China yang merupakan salah satu pemasok utama logam mulia di pasar global.

China memiliki industri pemurnian dan distribusi logam mulia yang cukup berkembang, sehingga mampu menyediakan katalis rhodium dengan tingkat

kemurnian tinggi ($\geq 99,9\%$) yang sesuai dengan spesifikasi industri kimia. Pengadaan katalis rhodium dari China dapat dilakukan melalui jalur perdagangan internasional dengan sistem impor menggunakan transportasi laut maupun udara, sehingga menjamin ketersediaan pasokan secara berkelanjutan.

Meskipun harga katalis rhodium relatif mahal dibandingkan bahan baku lainnya, penggunaannya dalam proses ini sangat efisien karena digunakan dalam jumlah kecil serta dapat diregenerasi dan digunakan kembali dalam siklus proses. Hal ini menjadikan penggunaan katalis rhodium tetap ekonomis dalam jangka panjang.

Dengan mempertimbangkan kemudahan akses impor, ketersediaan di pasar global, serta efisiensi penggunaan dalam proses, maka kebutuhan katalis rhodium untuk prarancangan pabrik asam asetat ini dapat terpenuhi dengan baik dan berkelanjutan.

1.7 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas prarancangan pabrik asam asetat perlu beberapa pertimbangan sebagai berikut :

1.7.1 Produksi Asam Asetat di Indonesia

Produksi asam asetat di Indonesia hanya terdapat satu perusahaan. Dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Produksi Asam Asetat di Indonesia

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Indo Acidatama	Indonesia	36.600

(Sumber : Indo Acidatama, 2023)

Dari tabel 1.1, dapat dilihat bahwa pabrik penghasil asam asetat di Indonesia hanya PT. Indo Acidatama. Perusahaan ini menghasilkan Asam Asetat 36.600 ton/tahun. Dengan asumsi bahwa tidak ada pabrik baru hingga tahun 2031. Hanya ada satu pabrik asam asetat di Indonesia dikarenakan permintaan pasar dengan spesifikasi yang tinggi sehingga memberatkan dalam biaya produksi dan memberikan keuntungan yang kecil. Pabrik asam asetat di Indonesia saat ini hanya satu karena membangun pabrik membutuhkan investasi besar, waktu lama, dan

risiko bisnis yang tinggi. Banyak perusahaan lebih memilih mengimpor asam asetat karena lebih fleksibel, praktis, tidak perlu mengeluarkan modal besar di awal, risiko lebih kecil, dan tidak membutuhkan komitmen modal jangka panjang. Namun, membangun pabrik asam asetat sangat relevan dan penting untuk mengurangi ketergantungan impor, menghemat devisa, mendukung industri hilir, dan membuka peluang ekonomi nasional (Rahmawati & Pratama, 2023).

1.7.2 Kebutuhan Asam Asetat di Indonesia

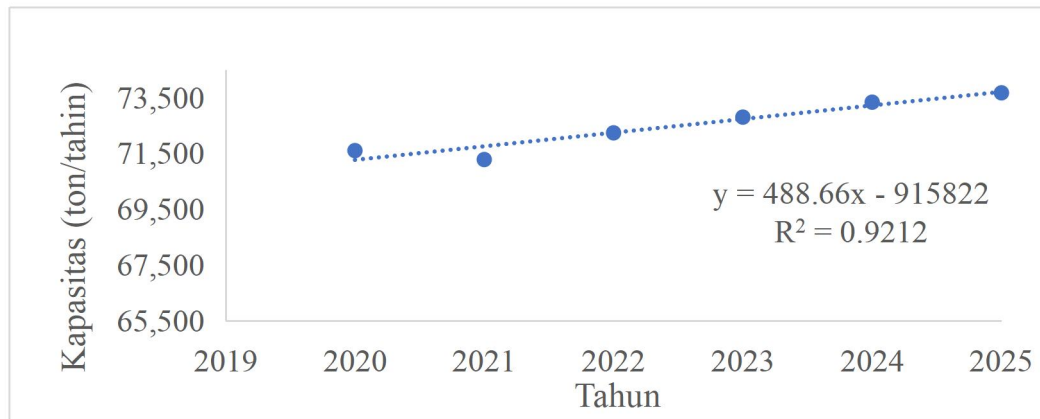
Menentukan besar kecilnya kapasitas suatu pabrik yang akan dirancang, kita harus mengetahui kapasitas pabrik yang sudah beroperasi dengan tujuan dapat mengetahui kebutuhan pasar, sehingga dapat memperkirakan jumlah kapasitas optimal yang akan dirancang beberapa tahun kedepan. Kebutuhan asam asetat di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data yang didapat dari Badan Pusat Statistik (2024), mengenai impor asam asetat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kebutuhan Impor Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah Ton/Tahun
2020	71.599
2021	71.278
2022	72.236
2023	72.800
2024	73.336
2025	73.672

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2025)

Berdasarkan Tabel 1.2 maka dapat dibuat suatu persamaan linear agar dapat memperkirakan kebutuhan impor asam asetat di Indonesia pada tahun 2026 - 2031 dapat diproyeksikan sebagaimana dinyatakan dalam Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Data Impor Asam Asetat di Indonesia

Dari Gambar 1.1 didapatkan persamaan garis lurus $y = 480,09x - 898503$ dan $R^2 = 0.922$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan asam asetat dalam negeri pada tahun 2031 mendatang adalah sebagai berikut:

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

$$y = 488,66x - 915.822$$

$$y = 488,66(2031) - 915.822$$

$$y = 992.468,46 - 915.822$$

$$y = 76.646,5$$

Perhitungan diatas merupakan perhitungan menentukan kapasitas pabrik asam asetat yang akan didirikan pada tahun 2031 dengan kapasitas 80.000 ton/tahun. Pada kapasitas 80.000 ton/tahun sudah dapat memenuhi kebutuhan asam asetat didalam negeri. Pabrik asam asetat akan didirikan ini juga diharapkan untuk mendongkrak perekonomian Indonesia, sehingga untuk ekstrapolasi pada tahun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 1.3 sebagai berikut :

Tabel 1.3 Data Ekstrapolasi Kebutuhan Asam Asetat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2026	74.203,2
2027	74.691,8
2028	75.180,5
2029	75.669,1
2030	76.157,8
2031	76.646,5

Berdasarkan hasil ekstrapolasi data kebutuhan asam asetat di Indonesia, diperoleh proyeksi kebutuhan pada tahun 2031 sebesar 76.646 ton/tahun. Namun, dalam perancangan pabrik tidak ditetapkan kapasitas yang sama persis dengan angka proyeksi tersebut, melainkan dipilih kapasitas sebesar 80.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas ini didasarkan pada beberapa pertimbangan teknis dan operasional.

Dalam praktik industri kimia, pabrik tidak beroperasi secara penuh selama 365 hari dalam satu tahun. Terdapat waktu henti operasi (*downtime*) yang disebabkan oleh kegiatan perawatan rutin (*maintenance*), pembersihan peralatan, penggantian katalis, maupun gangguan operasional lainnya. Secara umum, tingkat ketersediaan operasi (*plant availability*) berada pada kisaran 90–95%. Apabila diasumsikan tingkat operasi sebesar 95%, maka kapasitas aktual yang dihasilkan dari pabrik dengan kapasitas desain 80.000 ton/tahun adalah sekitar 76.000 ton/tahun. Nilai ini sangat mendekati kebutuhan hasil proyeksi sebesar 76.646 ton/tahun. Dengan demikian, kapasitas 80.000 ton/tahun bukan merupakan kelebihan produksi, melainkan bentuk penyesuaian terhadap faktor operasional.

Selain itu, dalam perancangan pabrik kimia umumnya diberikan *safety margin* sebesar 5–10% untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan pasar serta pertumbuhan industri hilir yang menggunakan asam asetat sebagai bahan baku. Mengingat kebutuhan asam asetat di Indonesia cenderung meningkat setiap tahun, kapasitas yang sedikit lebih besar akan memberikan fleksibilitas produksi serta mengurangi risiko kekurangan pasokan di masa mendatang.

Pertimbangan lainnya adalah aspek standar kapasitas industri. Kapasitas pabrik umumnya dirancang dalam angka komersial yang bulat, seperti 50.000, 60.000, 80.000, atau 100.000 ton/tahun, karena berkaitan dengan skala ekonomis peralatan proses dan kemudahan perancangan sistem produksi. Oleh karena itu, pembulatan kapasitas menjadi 80.000 ton/tahun dinilai lebih rasional dan realistis dibandingkan menggunakan angka spesifik 76.646 ton/tahun.

Dengan mempertimbangkan faktor ketersediaan operasi, *safety margin*, pertumbuhan permintaan, serta standar kapasitas industri, maka kapasitas 80.000

ton/tahun dipilih sebagai kapasitas optimal dalam perancangan pabrik asam asetat ini.

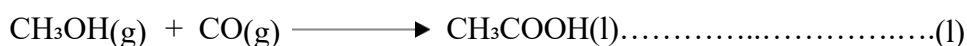
1.8 Seleksi Pemilihan Proses

Proses produksi asam asetat skala komersial dilakukan sejak lama dan mengalami perkembangan teknologi yang cukup signifikan. Proses pembuatan asam asetat di industri dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

1.8.1 Karbonilasi Monsanto

Karbonilasi monsanto merupakan teknik yang umum digunakan dalam produksi asam asetat dan menjadi teknik penghasil asam asetat dari kapasitas global. Proses karbonilasi metanol disebut sebagai Proses Monsanto karena Karbonilasi Metanol adalah nama reaksi umumnya sedangkan Monsanto proses adalah teknologi atau proses industri spesifik untuk menjalankan reaksi tersebut dan metode ini merupakan teknologi industri yang dikembangkan dan dipopulerkan oleh Monsanto *Company* untuk memproduksi asam asetat dari metanol dan karbon monoksida menggunakan sistem katalis rhodium-iodida. Asam asetat yang diproduksi oleh industri kimia, 75% diantaranya diproduksi melalui karbonilasi metanol. Karbonilasi metanol merupakan metode paling menjanjikan dalam produksi asam asetat karena baik metanol maupun karbon monoksida merupakan bahan mentah komoditi.

Proses katalitik metanol yang merupakan bagian dari proses karbonilasi metanol merupakan proses yang mempunyai keunggulan lebih efisien, ramah lingkungan, dan memerlukan lebih sedikit air sehingga menghasilkan lebih sedikit produk samping. Oleh karena itu proses katalitik metanol lebih modern dan telah banyak menggantikan proses monsanto dalam produksi asam asetat. Asam asetat dapat dibuat dengan cara karbonilasi langsung terhadap methanol dengan reaksi sebagai berikut:



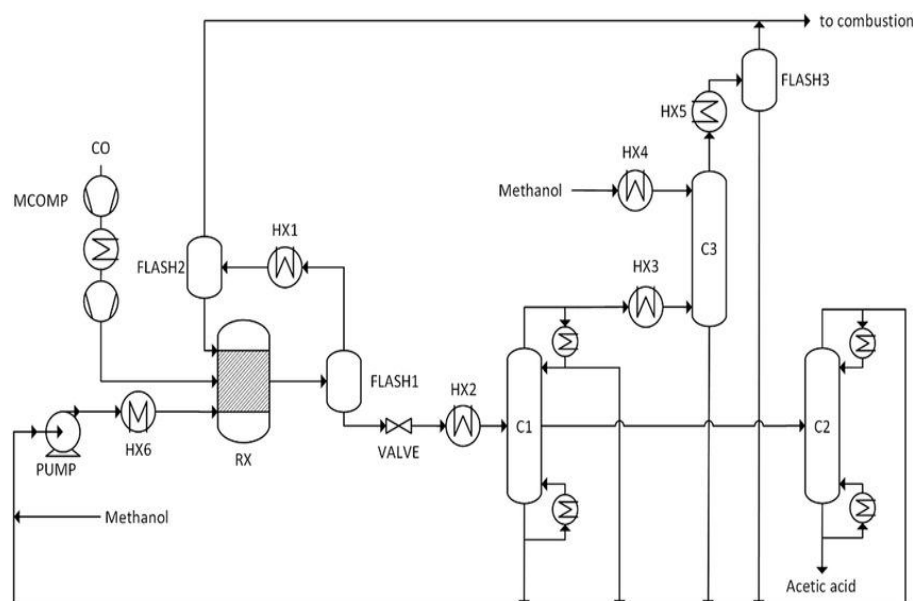
Pada tahun 1968 ditemukan katalis kompleks Rhodium (Rh) yang mampu beroperasi secara optimal pada tekanan relatif rendah dengan pembentukan produk samping yang sangat minimal. Pabrik pertama yang menggunakan katalis

tersebut adalah perusahaan kimia asal Amerika Serikat, *Monsanto Company*, pada tahun 1970. Sejak saat itu, metode karbonilasi metanol berkatalis Rhodium dikenal sebagai proses karbonilasi Monsanto atau sering disebut juga proses Monsanto.

Penamaan ini diberikan karena teknologi karbonilasi metanol dengan katalis Rhodium tersebut dikembangkan dan dikomersialkan secara luas oleh Monsanto untuk produksi asam asetat skala industri. Dengan demikian, istilah *karbonilasi katalitik metanol* dan *karbonilasi Monsanto* pada dasarnya merujuk pada proses yang sama, yaitu karbonilasi metanol menggunakan katalis Rhodium dengan promotor iodida.

Proses karbonilasi katalitik metanol berlangsung pada fase cair dengan tekanan sekitar 30 atm dan temperatur 220-300°C, menggunakan katalis Rhodium serta aktivator iodida (seperti HI atau CH_3I). Dibandingkan katalis Cobalt yang digunakan sebelumnya, katalis Rhodium lebih efektif karena mampu menurunkan tekanan dan temperatur operasi sekaligus meningkatkan selektivitas reaksi.

Proses ini memiliki selektivitas terhadap asam asetat sekitar 99% dengan konversi metanol mencapai 98%. Produk samping utama yang terbentuk adalah sisa metanol yang tidak bereaksi dan air dalam jumlah kecil serta sedikit karbon monoksida.



Gambar 1.2 Flowsheet Dasar proses Karbonilasi Monsanto

(Sumber: Fogler, H. S. 2016).

Adapun analisa ekonomi awal pada Proses Karbonilasi Monsanto dapat dilihat pada Tabel 1.4 berikut.

Tabel 1.4 Analisa Ekonomi Proses Karbonilasi Monsanto

Parameter	Bahan Baku		Produk
	Metanol	Karbon Monoksida	Asam Asetat
Berat Molekul	32,042	28,01	60,053
Harga per kg	Rp. 5.500,-	Rp. 3.000,-	Rp. 26.800,-
Kebutuhan	1 mol x 32,042 gr/mol = 32,042 gr = 0,032042kg	1 mol x 28,01 gr/mol = 28,01 gr = 0,02801 kg	1 mol x 60,053 gr/mol = 60,053 gr = 0,060053 kg
Harga Total	Rp. 176,23	Rp. 84,03	Rp. 1.609,42
Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Total Bahan Baku = (Rp. 1.609,42) – (Rp.176,23+ Rp. 84,03) = Rp. 1.609,42 – Rp. 260,26 = Rp.1.349,16		

Berdasarkan analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp } 1.349,16}{\text{Rp } 260,26} \times 100\% \\
 &= 518,59 \%
 \end{aligned}$$

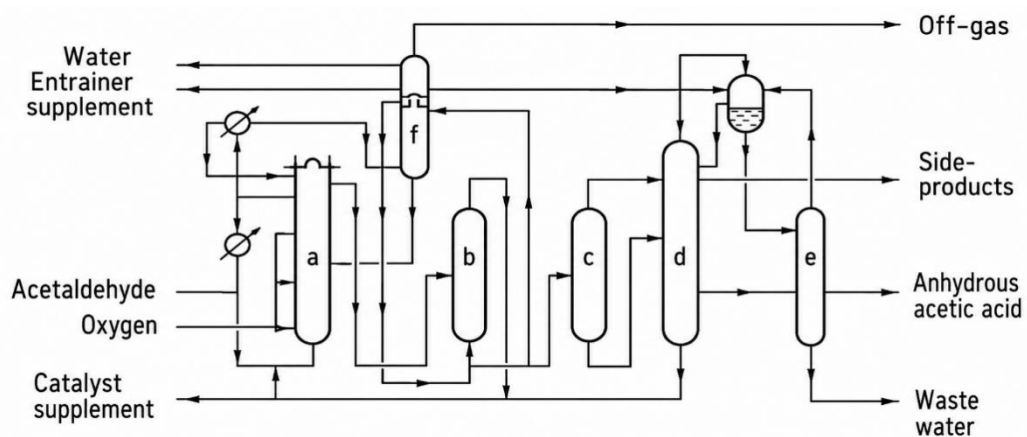
Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 518,59 % dari produksi.

1.8.2 Oksidasi Asetaldehid

Asam asetat dapat diperoleh dengan cara mengoksidasikan asetaldehid pada fase cair. Asetaldehid direaksikan dengan oksigen dari udara dengan perbandingan 4 mol udara yang masuk untuk setiap 1 mol asetaldehid. Proses pembuatan asam asetat melalui oksidasi asetaldehid berlangsung dalam fase cair (liquid phase

oxidation), di mana asetaldehid berada dalam bentuk cair dan direaksikan dengan oksigen atau udara yang dialirkan ke dalam reaktor. Reaksi ini umumnya dijalankan pada suhu sekitar 50–80 °C dan tekanan sedang, berkisar 8–10 atm, dengan konversi sebesar 90% untuk meningkatkan kelarutan oksigen di dalam fase cair sehingga laju reaksi dapat berlangsung optimal. Katalis yang digunakan biasanya berupa garam logam transisi seperti kobalt asetat atau mangan asetat, yang berperan mempercepat reaksi oksidasi dan meningkatkan selektivitas pembentukan asam asetat. (Pal dan Nayak, 2017).

Oksidasi asetaldehida menjadi asam asetat berlangsung melalui rantai radikal bebas yang menghasilkan asam perasetat sebagai zat antara. Asam perasetat bereaksi dengan asetaldehida untuk menghasilkan asetaldehida monoperasetat. Asetaldehida monoperasetat terdekomposisi secara efisien menjadi asam asetat melalui pergeseran hidrida dalam reaksi Baeyer – Villiger. Migrasi metil mengarah ke produk sampingan metil format. Pembuatan asam asetat melalui oksidasi asetaldehid memiliki persamaan reaksi sebagai berikut :→



Gambar 1.3 Flowsheet Dasar Oksidasi Asetaldehid

(Sumber: Ullman, 2011)

Adapun analisa ekonomi awal pada Proses Asetaldehid dapat dilihat pada Tabel 1.5 berikut.

Tabel 1.5 Analisa Ekonomi Proses Asetaldehid

	Bahan Baku	Produk
--	------------	--------

Parameter	Asetaldehid	Oksigen	Asam Asetat
Berat Molekul	44,05	28,96	60,053
Harga per kg	Rp. 24.450	Rp. 12.000	Rp. 26.800
Kebutuhan	1 mol x 44,05 gr/mol = 44,05 gr = 0,04405kg	0,5 mol x 28,96 gr/mol = 14,48 gr = 0,01448 kg	1 mol x 60,053 gr/mol = 60,053 gr = 0,060053 kg
Harga Total	Rp. 1.077,022	Rp. 173,760	Rp. 1.609,420
Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Total Bahan Baku = (Rp. 1.609,420) – (Rp.173,760 + Rp. 1.077,022) = Rp. 1.609,420 – Rp. 1.250,782 = Rp. 358,638		

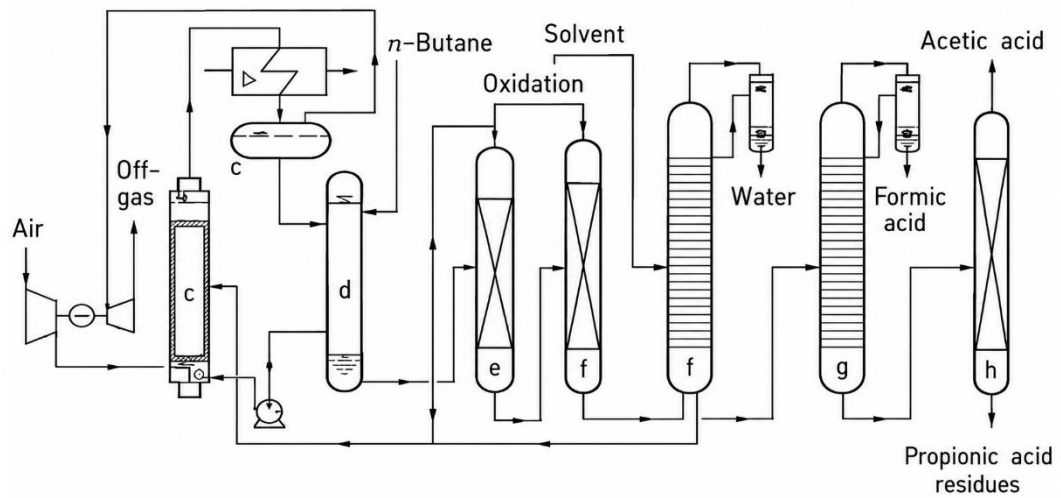
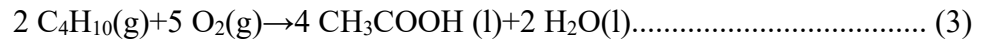
Berdasarkan analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp } 358,638}{\text{Rp } 1.250,782} \times 100\% \\
 &= 28,67 \%
 \end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 22,67 % dari produksi.

1.8.3 Oksidasi n-Butana

Pembuatan asam asetat dengan proses oksidasi n-Butana dilakukan dalam fase cair dan menggunakan katalis cobalt atau mangan asetat tetrahidrat untuk mempercepat terjadinya reaksi. Proses pembuatan asam asetat melalui oksidasi n-butana dilakukan dengan mengoksidasi n-butana menggunakan udara atau oksigen dalam kondisi suhu dan tekanan tinggi di dalam reaktor. Reaksi ini umumnya berlangsung pada fase gas-cair heterogen, dengan suhu operasi sekitar 160–180 °C dan tekanan berkisar 45 atm untuk meningkatkan laju reaksi dan konversi sebesar 80%. Adapun hasil samping dari reaksi ini adalah n-Butana, air, CO, CO₂, H₂ dan asam formiat. Pembuatan asam asetat melalui oksidasi aetaldehid memiliki persamaan reaksi sebagai berikut :



Gambar 1.4 Flowsheet Dasar Oksidasi n-Butana

(Sumber: Ullman, 1914)

Adapun analisa ekonomi awal pada Proses n-Butana dapat dilihat pada Tabel 1.6 berikut

Tabel 1.6 Analisa Ekonomi Awal Proses n-Butana

Parameter	Bahan Baku			Produk
	n-Butana	Oksigen	Air	Asam Asetat
Berat Molekul	58,12	28,96	18,02	60,053
Harga per kg	Rp. 15.500	Rp. 12.000	Rp.0	Rp. 26.800
Kebutuhan	1 mol x 58,12 gr/mol = 58,12 gr = 0,1624 kg	0,5 molx 28,96 gr/mol = 14,48 gr = 0,01448 kg	1 mol x 18,02 gr/mol = 18,02 gr = 0,01802 kg	1 mol x 60,053 gr/mol = 60,053 gr = 0,060053 kg
Harga Total	Rp.900,860	Rp. 173,760	Rp. 0	Rp. 1.609,420
Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Total Bahan Baku = (Rp. 1.609,420) – (Rp.900,860 + Rp.173,760 + Rp.0) = Rp. 1.609,420 – Rp. 1.074,620 = Rp. 534,800			

Berdasarkan analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp } 534,800}{\text{Rp } 1.074,620} \times 100\% \\ &= 49,77 \%\end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat yaitu sebesar 49,77 % dari produksi.

1.8.4 Perbandingan Proses

Adapun perbandingan beberapa jenis proses pembuatan asam asetat dapat dilihat pada Tabel 1.7 berikut ini:

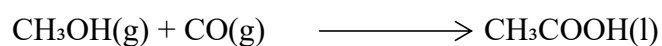
Tabel 1.7 Macam-Macam Proses Pembuatan Asam Asetat

No	Pertimbangan	Proses		
		Karbonilasi Katalik Methanol	Oksidasi Asetaldehid	Oksidasi n-Butana
1.	Bahan Baku	Metanol dan CO	Asetaldehid	n-Butana
2.	Kondisi Operasi	220-300°C, 30 atm	50-80°C, 8-10 atm	160-180°C, 45 atm
3.	Katalis	Rh	Co / Mn	Co / Mn
4.	Yield	90-99%	90-94%	70-80%
5.	Konversi	99%	90%	80%
6.	Produk Samping	Methanol dan air	Asetaldehid, metil asetat, aseton, CO ₂ , air	n-Butana, air, CO, CO ₂ , H ₂ , asam formiat

(Sumber: Ullman 1914)

1.8.5 Analisa Ekonomi Awal

Untuk mengetahui apakah pabrik yang direncanakan mendatangkan keuntungan atau tidak, perlu dilakukan analisa ekonomi terhadap pabrik tersebut. Adapun analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi.



Tabel 1.8 Analisa Ekonomi Awal

	Bahan Baku	Produk	
--	------------	--------	--

Parameter	Metanol	Karbon Monoksida	Asam Asetat	Katalis Rhodium
Berat Molekul (gr/mol)	32,042	28,01	60,053	102,91
Harga per kg	Rp. 5.500,-	Rp. 3.000,-	Rp. 26.800,-	Rp. 12.000.000,-
Kebutuhan	1 mol x 32,042 gr/mol = 32,042 gr = 0,032042kg	1 mol x 28,01 gr/mol = 28,01 gr = 0,02801 kg	1 mol x 60,053 gr/mol = 60,053 gr = 0,060053 kg	di asumsikan 0,000534 mol x 102,91 gr/mol = 0,05497 gr = 0,00005497 kg
Harga Total	Rp. 176,23	Rp. 84,03	Rp. 1.609,42	Rp 659,41
Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Total Bahan Baku = Rp.1.609,42 – (Rp.176,23 + Rp.84,03 + Rp.659,41) = Rp.1.609,42 – Rp.919,67 = Rp.689,75			
Profit Margin	$= \frac{\text{Analisa Ekonomi Awal}}{\text{Bahan Baku}} \times 100\%$ $= \frac{689,75}{919,67} \times 100\%$ $= 0,75 \times 100\%$ $= 75\%$			

(Sumber: Badan Pusat Statistika, 2023)

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

PE = Harga Produk – Harga Bahan Baku

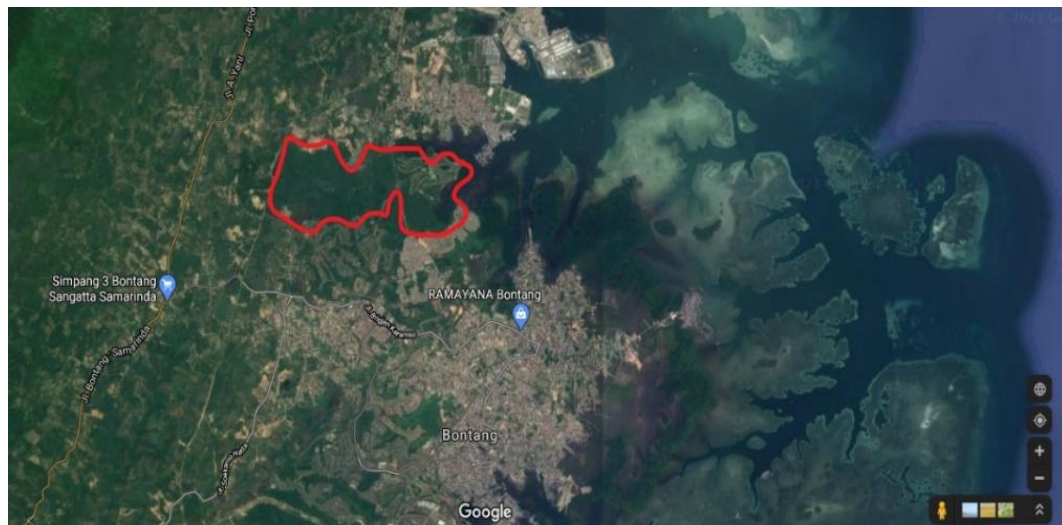
PE = (BM Asam asetat x Harga x Jumlah mol) – ((BM Methanol x Harga x Jumlah mol) + (BM Karbon Monoksida x Harga x Jumlah mol) + (BM Katalis rhodium x Harga x Jumlah Mol))
 = (60,053 kg/kmol × Rp26.800/kg × 1 kmol) – ((32,042 kg/kmol × Rp5.500/kg × 1 kmol) + (28,01 kg/kmol × Rp3.000/kg × 1 kmol) + (102,91 kg/kmol × Rp12.000.000/kg × 0,000534 kmol))

$$\begin{aligned}
&= (\text{Rp.}4.843.154) - ((\text{Rp.}512.672) + (\text{Rp.}840,3 + 51,455)) \\
&= \text{Rp}1.609.420 - \text{Rp}919.671 \\
&= \text{Rp } 689.749
\end{aligned}$$

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pabrik Asam Asetat ini direncanakan beridiri di daerah Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Di kota ini berdiri tiga perusahaan besar dibidang yang berbeda-beda, PT. Badak NGL, PT. Pupuk Kaltim, PT. Kaltim Metanol industri serta memiliki kawasan industri petrokimia yang bernama Kaltim *Industrial Estate*. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 Tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional, Peraturan Pemerintah Nomer 142 Tahun 2015 Tentang Kawasan Industri, Peraturan Pemerintah Nomer 28 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Perindustrian. Oleh karena itu pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang seminimal mungkin serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat disekitar lokasi pabrik. Peraturan Menteri Perindustrian Nomer 49 Tahun 2019 tentang Lembaga Penilaian Kesesuaian Dalam Rangka Pemberlakuan Dan Pengawasan Standar Nasional Indonesia Indonesia Bahan Dan Produk Kimia Secara Wajib. Maka dari itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pendirian pabrik.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ditentukan rencana pendirian pabrik asam asetat berlokasi di KIE, Jl. Pupuk Raya Kawasan Industri Bontang, Guntung, Kec. Bontang Utara, Kota Bontang, Kalimantan Timur 75314, ini mengacu pada Peraturan Daerah Kota Bontang Nomer 13 Tahun 2019 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bontang. Berikut ini peta lokasi prarancangan pabrik asam asetat dapat dilihat pada Gambar 1.5 dibawah ini:



Gambar 1.5 Lokasi Prarancangan Pabrik Asam Asetat

Penentuan lokasi pabrik perlu memperhatikan beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhinya antara lain:

1. Penyediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor penting yang menentukan demi kelangsungan produksi dimana metanol dan karbon monoksida didapatkan dari dalam negeri. Bahan baku metanol diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri dengan kapasitas 660.000 ton/tahun dan karbon monoksida (CO) diperoleh dari PT. Pupuk Kaltim di Bontang dengan Kapasitas 200.000 ton/tahun sedangkan katalis Rhodium (Rh) diekspor dari Negara China. Kedua bahan baku yang diperoleh dari dalam negeri dapat melalui jalur darat sehingga memudahkan transportasi begitu juga dengan katalisator yang diperoleh dari China dapat menggunakan jalur laut dan udara.

2. Utilitas

Utilitas merupakan unit pendukung suatu proses dalam pabrik. Tanpa adanya utilitas dapat dilakukan pabrik tidak dapat beroperasi. Utilitas berperan sebagai penyuplai bahan bakar, air, steam hingga listrik. Kebutuhan air rancangan pabrik asam setat ini di dapatkan dari sungai guntung yang memiliki debit aliran 3.281,63 liter/detik. yang berada dikawasan industri Bontang. Kalimantan timur yang akan diproses oleh pabrik menjadi air proses, air domestik dan air umpan *boiler*, sedangkan kebutuhan listrik akan dipenuhi menggunakan generator.

3. Transportasi

Transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Dengan adanya fasilitas jalan raya, Pelabuhan laut dan udara yang memadai, maka pemilihan lokasi di Bontang sangat tepat.

4. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja tidak sulit karena dari tahun ketahun angka tenaga kerja selalu bertambah. Tersediannya tenaga kerja yang terampil diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Kalimantan Timur, Kalimantan Barat dan sekitarnya. Diharapkan juga dengan adanya pabrik ini, dapat mengurangi pengangguran yang ada di Indonesia.

5. Sarana dan Prasarana

Pendirian pabrik di daerah dengan mempertimbangkan bahwa di daerah tersebut telah memiliki sarana dan prasarana yang meliputi jalan, bank, jaringan telekomunikasi, sarana Pendidikan dan hiburan sehingga dapat meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan.

6. Pemasaran Produk

Daerah pemasaran sebagian besar berada di luar Kalimantan sehingga harus ditempuh terutama lewat jalur laut. Hal ini tidak menjadi masalah karena asam asetat adalah bahan baku yang sangat dibutuhkan bagi banyak industri terutama di Pulau Jawa yang selama ini penyediaannya sangat tergantung pada impor.

7. Perizinan dan Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya kebijaksanaan pengembangan industri dan hubungan dengan pemerataan kesempatan kerja dan hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak boleh mengganggu dan merusak lingkungan sekitar.

8. Perluasan Pabrik

Faktor ini berkaitan dengan pengembangan pabrik lebih lanjut. Bontang merupakan kawasan industri sehingga lahan di daerah tersebut telah disiapkan

untuk pendirian dan pengembangan suatu pabrik. Luas dari pabrik tersebut 15 Ha ini sesuai dengan Peraturan Pemerintah tahun 2015 tentang kawasan industri.

9. Kondisi Daerah Lokasi/Iklim

Kondisi alam (Iklim) dari suatu area yang akan dibangun pabrik haruslah mendukung, dalam arti kondisinya tidak terlalu mengganggu jalannya operasi pabrik. Keadaan sekitar lahan pabrik haruslah diamati dan dimengerti, dengan maksud agar pada saat pabrik telah berdiri tidak ada masalah yang akan berkembang.

10. Bahaya Banjir dan Kesehatan

Pabrik yang akan didirikan harus memperhatikan keselamatannya. Kalimantan tidak termasuk daerah rawan banjir dan di kawasan ini memiliki keselamatan terpadu untuk menjaga dari hal-hal yang berbahaya.