

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara yang memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah. Adapun upaya untuk mengelola sumber daya alam tersebut adalah dengan mendirikan berbagai industri dan manufaktur yang mampu menghasilkan produk-produk berkualitas agar dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di dalam negeri. Industri kimia menjadi salah satu sektor industri yang semakin meningkat perkembangannya karena sangat dibutuhkan dalam pengelolaan industri dan penyediaan kebutuhan bahan baku kimia bagi industri lainnya.

Pembuatan Asetaldehida pertama kali dibuat oleh seorang ahli kimia bernama *Scheele* yang ditemukan pada tahun 1774 dengan proses dehidrogenasi dari *ethyl* alkohol dan yang diakui pembuatannya sebagai senyawa baru pada tahun 1800 oleh *Foureroy* dan *Vauguelin*. *Liebig* memberikan nama pada senyawa baru pada tahun 1835 yang dinamakan “*aldehyde*”. *Liebig* memberikan nama senyawa ini berasal dari bahasa latin yang diterjemahkan sebagai alkohol dan *dehydrogenated*. Pembentukan Asetaldehida dengan penambahan air pada *acetylene* merupakan hasil penelitian seorang ahli kimia Kutscherow pada tahun 1881. Pertama kali diperdagangkan Asetaldehida sebagai senyawa yang sangat mahal selama perang dunia pertama yang merupakan bahan baku proses *acetone* dari asam asetat (Othmer, 1975).

Pembuatan Asetaldehida dengan bahan baku *ethyl* alkohol ini berlangsung hingga tahun 1960. Pada umumnya proses pembuatan asetaldehida dengan menggunakan *ethyl alcohol* digunakan di Amerika Serikat dan negara-negara lainnya di benua Amerika. Sedangkan pembuatan asetaldehida secara komersial untuk negara-negara Eropa pada umumnya dengan menggunakan proses oksidasi pada *ethylene* dan pada skala kecil dari *hydrocarbon* jenuh. Pembuatan dengan cara oksidasi *ethylene* ini berlangsung sejak tahun 1960. Proses oksidasi langsung pada *ethylene* merupakan prestasi dibidang teknologi dari hasil pertemuan pada “*Consortium fur Elektrochemische Industrie*” merupakan suatu kegiatan

keteknikan di Negara Jerman dari organisasi *Wacker Chemie* pada tahun 1960. Produksi oksidasi yang dilakukan oleh *Wacker-Chemie* dengan menggunakan oksidasi dua *stage* dan *Farbwercke-Hoechst* dengan menggunakan oksidasi *single stage* sehingga proses ini dikenal dengan proses *Wacker-Hoechst* atau *Wacker process*. Sejak tahun 1960 pertama kalinya ini proses oksidasi *ethylene* dikembangkan secara komersial dengan pendirian pabrik di negara-negara Eropa, Pabrik yang dikomersialkan pada saat itu pertama kali adalah *Celanese Chemical Co.* sedangkan di Amerika Serikat mulai berkembang pada tahun 1962 (Mc.Ketta, 1976).

Jika bahan baku dan bahan penunjang ini bisa dihasilkan di dalam negeri, meningkatkan ekspor dan membuka lapangan pekerjaan. Dengan berdirinya pabrik ini diharapkan dapat merangsang berdirinya pabrik lain yang menggunakan produk pabrik tersebut. Selain itu dapat memberikan manfaat lain yaitu membuka kesempatan lapangan pekerjaan, dalam usaha mengurangi jumlah pengangguran dan kemiskinan, karena dalam mendirikan pabrik diperlukan tenaga ahli terdidik, dan meningkatkan pendapatan daerah setempat.

Hingga saat ini kebutuhan asetaldehid di Indonesia sebagian besar masih dipenuhi dari produsen luar negeri dan sisanya dipenuhi oleh satu satunya pabrik asetaldehida yang ada di Indonesia, yaitu PT Indo Acidatama dengan kapasitas sebesar 39.450 ton/tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) 2021, diketahui bahwa kebutuhan asetaldehid di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Oleh sebab itu untuk memenuhi kebutuhan didalam negeri yang semakin meningkat, maka perlu didirikan industri *Asetaldehida* di Indonesia.

Dengan didirikan industri asetaldehid diharapkan dapat memberikan keuntungan antara lain:

1. Dapat menghemat devisa negara, dengan adanya pabrik *Asetaldehida* 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 *Asetaldehida* juga akan memicu pertumbuhan industri di Indonesia terutama industri parfum, bahan sintesis, dan sebagainya.

1.2 Rumusan Masalah

Asetaldehida merupakan bahan yang mempunyai kegunaan yang sangat luas dalam industri kimia. Produk ini digunakan dalam industri kimia sebagai bahan *intermediate* untuk menghasilkan bahan kimia yang lain, antara lain sebagai bahan baku pembuatan *asam asetat*, *n-butanol*, *2-hexyl ethanol*, *pentaerythrytol*, *trimethylol propane*, *pyridine*, *pericetic acid*, *cratonaldehyde*, *asetat anhidrid*, *chloral*, *1,3-buthylene glycol*, dan asam laktat.

1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Tujuan perancangan pabrik asetaldehida dengan menggunakan proses dehidrogenasi adalah untuk menerapkan disiplin ilmu teknik kimia khususnya di bidang prarancangan proses dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan kelayakan pabrik Asetaldehida dengan menggunakan proses dehidrogenasi dan untuk memenuhi kebutuhan Asetaldehida di Indonesia.

1.4 Manfaat Perancangan Pabrik

Manfaat yang mungkin dicapai adalah terbukanya lapangan kerja dan memacu rakyat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Disamping itu juga untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang lebih bermanfaat.

1.5 Batasan Masalah

Di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas Prarancangan Pabrik Asetaldehida ini, penyusunan hanya pada flowsheet (*steady state*) pabrik asetaldehida, dynamic, neraca massa, neraca 3energy, spesifikasi alat, analisa ekonomi, unit utilitas, P&ID, Aspen Hysys, Autodesk Plant 3D dan tugas khusus.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomi. Meskipun

secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu :

1.6.1 Prediksi kebutuhan dalam negeri

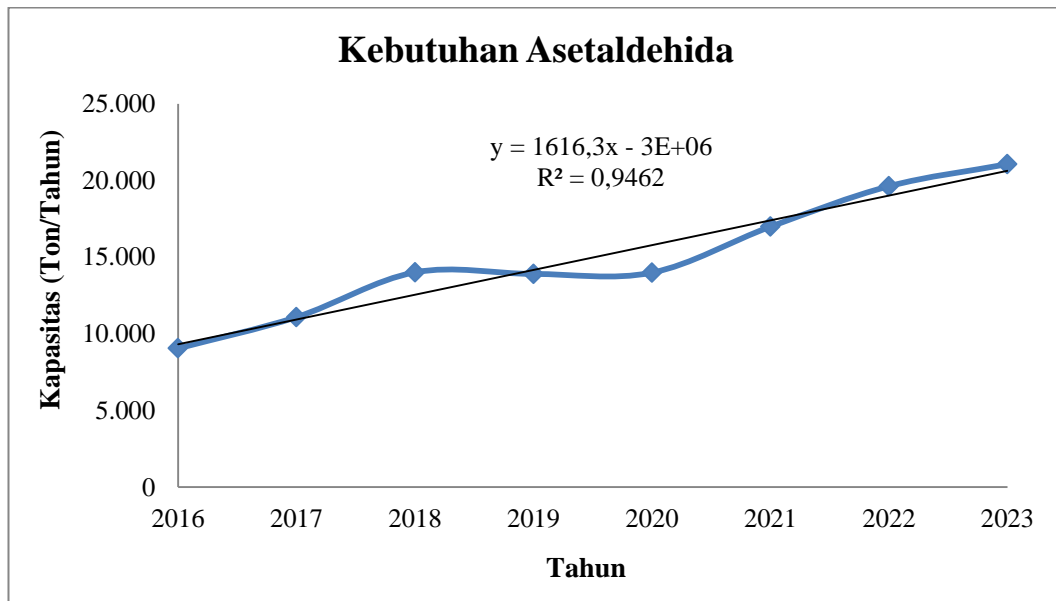
Dalam rangka pemenuhan kebutuhan asetaldehida dalam negeri, Indonesia masih melakukan aktivitas impor ke negara lain. Kegiatan impor tersebut dilakukan karena jumlah produksi dalam negeri yang belum memadai namun kebutuhan akan asetaldehida cukup tinggi sehingga diperlukannya pasokan tambahan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, nilai impor asetaldehida Indonesia dari tahun 2016-2023 sempat mengalami naik turun yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Asetaldehida di Indonesia

Tahun	Kapasitas Impor (Ton/Tahun)
2016	9.052
2017	11.092
2018	14.013
2019	13.907
2020	13.992
2021	16.988
2022	19.625
2023	21.065

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2023

Berdasarkan pertumbuhan impor asetaldehida menurut Badan Pusat Statistik Nasional di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Ekstrapolasi Asetaldehida

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa permintaan Asetaldehida cukup meningkat. Persamaan yang diperoleh adalah $y = 1616,3x - 5E+06$. Dari persamaan tersebut dapat kita cari ekstrapolasi kebutuhan asetaldehida di masa mendatang. Prediksi data kebutuhan impor pada tahun 2024 sampai 2030 menggunakan cara ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Prediksi Data Kebutuhan Impor Asetaldehida

No.	Tahun	Prediksi Impor
1.	2024	27.139
2.	2025	27.300
3.	2026	27.462
4.	2027	27.624
5.	2028	27.785
6.	2029	27.947
7.	2030	28.108

Kebutuhan Asetaldehida untuk tahun 2030 dapat diperkirakan dengan cara ekstrapolasi hasilnya 28.108 Ton/Tahun. Hal ini didasarkan pada kapasitas

pabrik-pabrik yang sudah beroperasi maupun yang sedang dalam tahap pembangunan di berbagai negara juga kebutuhan pasar akan produk Asetaldehida yang semakin meningkat.

1.6.2 Ketersediaan Bahan Baku

Berikut ini daftar nama pabrik dan lokasinya di Indonesia yang memproduksi etanol disertai dengan kapasitas produksinya disajikan pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Data Pabrik Penghasil Etanol di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT. Indo Acidatama Tbk.	Sragen, Jawa Tengah	39.450
PT. Molindo Raya Industrial	Lawang, Jawa Timur	63.120
PT. Energi Agro Nusantara (Enero)	Mojokerto, Jawa Timur	26.037
Total		128.607

Sumber: Mc.Ketta, 1992

Dari data yang ada pada Mc.Ketta ternyata kapasitas pabrik Asetaldehida yang ada di dunia 5.000-325.000 Ton/Tahun. Adapun data pabrik asetaldehida dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Pabrik Asetaldehida di Dunia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
Celanse	Bay City, Texas	125.000
	Bishop, Texas	120.000
	Clear Lake City, Texas	250.000

	Pampa, Texas	5.000
Eastman	Longview, Texas	250.000
Publicker	Philadelphia, Pennsylvania	35.000
Union Carbide	West Virginia, Texas	325.000
Total		1.110.000

Sumber: Mc. Ketta, 1992

Tabel 1.5 Data Pabrik Penghasil Asetaldehid di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT. Asahi Chemical Industri (Persero) Tbk.	Tangerang, Banten	50.000
PT. Indo Acidatama Tbk.	Sragen, Jawa Tengah	39.450
PT. Petrokimia Gresik	Gresik, Jawa Timur	20.000
PT. Indofarma Tbk.	Pulogadung, Jakarta Timur	5.000
Total		114.450

Sumber: Mc.Ketta, 1992

Kapasitas suatu pabrik merupakan faktor yang penting dalam pendirian pabrik, hal ini perlu dilakukan untuk menemukan perhitungan terbaik secara teknis maupun ekonomis. Apabila dilihat dari segi keuntungan maka pabrik dengan kapasitas tertinggi akan memiliki kemungkinan dalam memperoleh keuntungan yang lebih besar, namun perlu diperhatikan pula dari segi pemasaran. Jika ditinjau dari pabrik- pabrik yang telah berdiri di beberapa negara serta kebutuhan dalam negeri yang cukup tinggi maka diputuskan bahwa kapasitas pabrik asetaldehida yang diambil sebesar 30.000 Ton/Tahun. Kapasitas pabrik

diambil berdasarkan perkiraan data impor pada tahun 2030 dengan kapasitas pabrik asetaldehida sebesar 28.108 Ton/Tahun.

Bahan baku produksi asetaldehid berupa etanol dapat diperoleh dengan mudah di Indonesia. Beberapa pabrik yang memproduksi etanol diantaranya PT. Indo Acidatama *Chemical Industry* dengan kapasitas mencapai 39.450 Ton/Tahun dan PT. Molindo Raya Industrial dengan kapasitas produksi mencapai 63.120 Ton/Tahun. Untuk bahan baku air yang akan digunakan diperoleh dari utilitas. Dengan jumlah ketersediaan etanol yang tinggi maka keberlangsungan aktivitas produksi Asetaldehida dapat terjaga. Kemudian bahan pendukung katalis berupa Cu-Cr akan di impor dari perusahaan Qing Dao dari China yang memiliki kapasitas produksi sebesar 1000 m³/bulan.

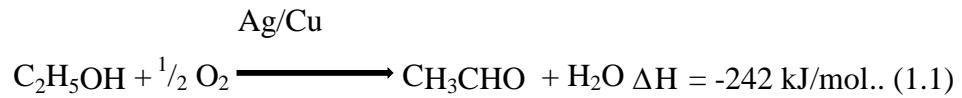
1.7 Pemilihan Proses

Macam-macam proses pembuatan asetaldehid antara lain:

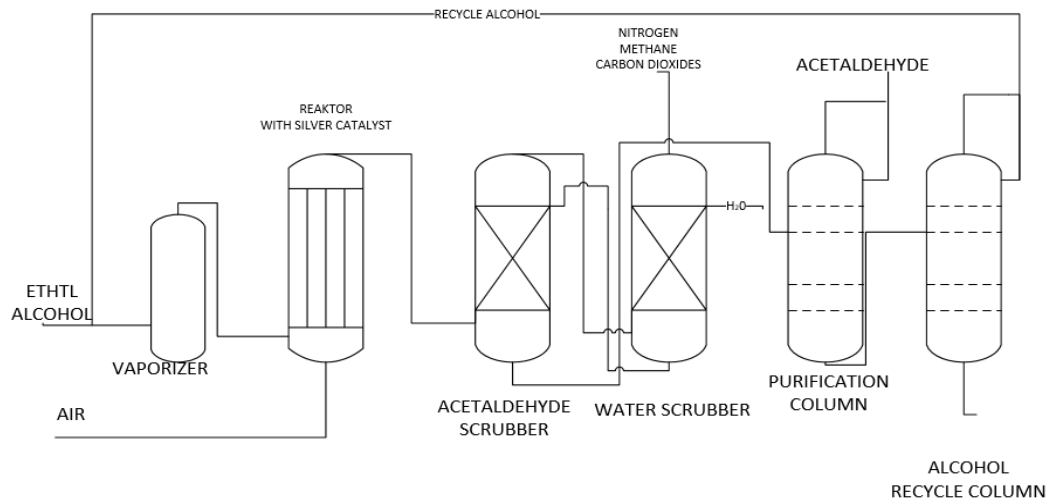
1. Proses Oksidasi Etanol
2. Proses Dehidrognasi Etanol
3. Proses Hidrasi Asetilen
4. Proses Oksidasi Etilen

1.7.1 Proses Oksidasi Etanol

Oksidasi etanol merupakan metode tertua dalam memproduksi Asetaldehida. Dalam proses komersil, etanol akan dioksidasi secara katalitik dengan oksigen maupun udara dalam fase uap. Katalis yang umumnya digunakan berupa perak maupun tembaga. Salah satu proses yang dapat digunakan seperti *Verba-Chemie Process*. Jumlah etanol yang terkonversi untuk setiap *pass* sebesar 25-35% dengan kondisi operasi suhu 500°C dan tekanan atmosfer 1 atm. Etanol yang tidak terkonversi dan Asetaldehida akan akan diserap menggunakan etanol dingin dan untuk gas yang terlepas akan dikontakkan dengan air dingin untuk memisahkan etanol dan asetaldehida. Residu dari proses ini terdiri dari sejumlah besar air dan sejumlah kecil senyawa asam asetat, asam format dan etil asetat sehingga memerlukan penanganan limbah secara biologi. Proses Oksidasi Etanol direaksikan dengan oksigen, ditunjukkan pada Persamaan 1.1.



Analisa *Flowsheet* Dasar Oksidasi Etanol dapat dilihat pada Gambar 1.2

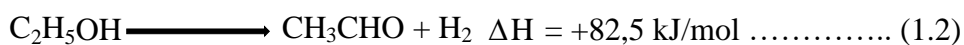


Gambar 1.2 *Flowsheet* Dasar Proses Oksidasi Etanol

1.7.2 Proses Dehidrogenasi Etanol

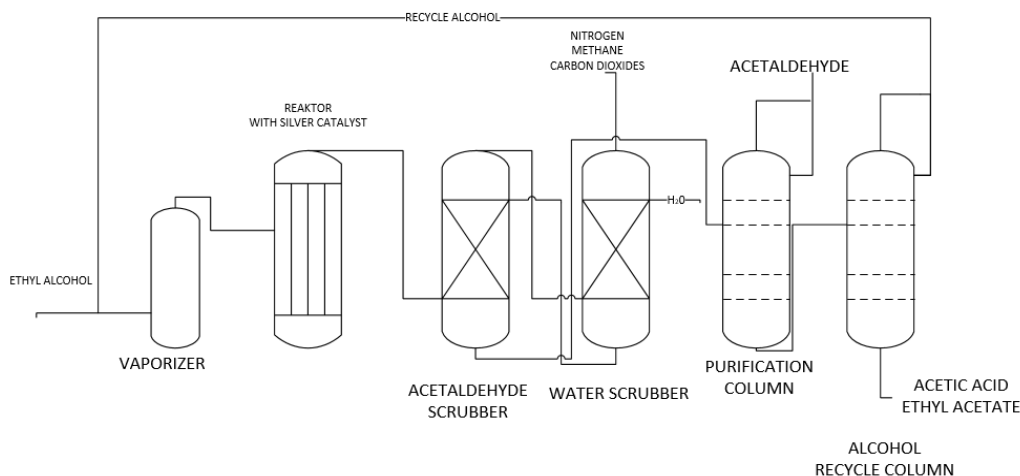
Proses ini termasuk dalam proses endotermis dimana panas hasil reaksi akan dikeluarkan menuju lingkungan sehingga suhu operasi akan naik secara perlahan. Etanol berfase gas akan diumpankan menuju reaktor dengan kondisi operasi reaksi 260-290°C dan tekanan 1 atm dengan bantuan katalis tembaga-krom. Etanol yang terkonversi menjadi asetaldehida selama reaksi sebesar 30-50 % setiap satu siklus proses dengan nilai *yield* sebesar 90-95%. Asetaldehida dan etanol akan dipisahkan dari gas buang, yang sebagian besar adalah hidrogen. Asetaldehida murni diperoleh melalui proses distilasi etanol dipisahkan dari air dan produk dengan titik didih lebih tinggi melalui distilasi dan dialirkan kembali ke reaktor. Katalis yang digunakan pada proses ini memiliki umur yang cukup lama tetapi memerlukan reaktivasi. Produk samping termasuk asam butirat dan *ethyl acetate*, namun produk samping akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu proses. Proses Dehidrogenasi Etanol, ditunjukkan pada Persamaan 1.2.

Cu-Cr aktif



Analisa *Flowsheet* Dasar Dehidrogenasi Etanol dapat dilihat pada Gambar

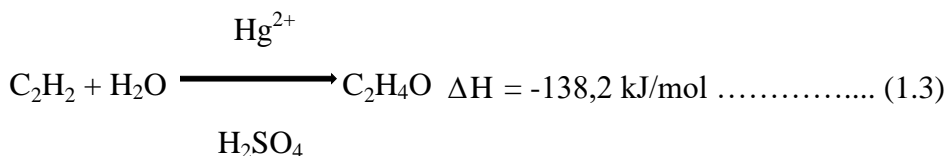
1.3.



Gambar 1.2 *Flowsheet* Dasar Proses Dehidrogenasi Etanol

1.7.3 Proses Hidrasi Asetilen

Proses Hidrasi Asetilen, ditunjukkan pada Persamaan 1.3

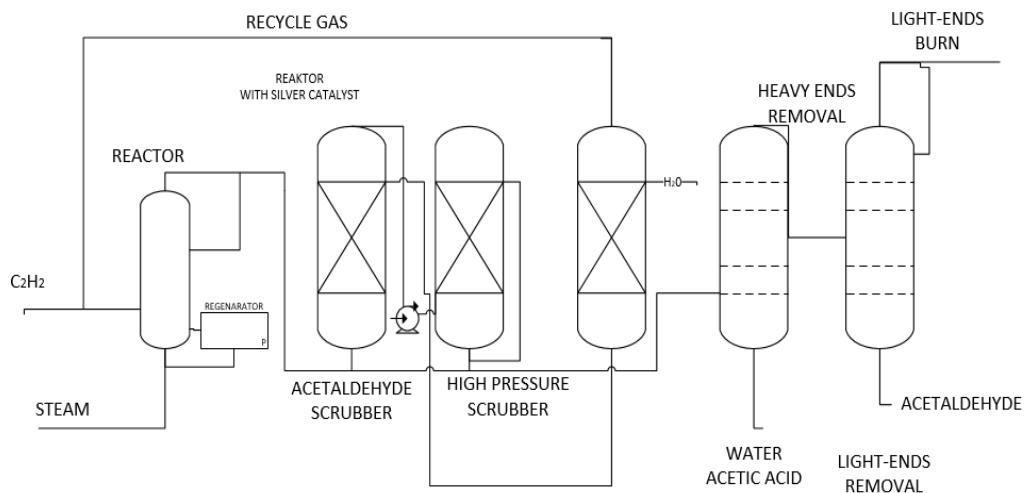


Terdapat dua jenis proses yang pernah digunakan yaitu *German Process* dan *Chisso Process*. Pada *German Process*, digunakan asetilen dengan kemurnian yang tinggi dengan persentase minimal sebesar 97% dan adanya *recycle* asetilen berfase gas yang diumpankan ke dalam alat *Rubber lined vertical reactor* bersamaan dengan arus steam. Hidrasi asetilen menjadi *Asetaldehida* memerlukan katalis yang terdiri dari garam merkuri, asam sulfat, ferri dan ferro serta air yang dijaga suhunya pada kisaran 90-95°C dengan tekanan 1 sampai 2 atm. Konversi asetaldehid yang diperoleh setiap pass 55%. Bahan baku asetilen yang tidak bereaksi akan dikompres dan dibersihkan menggunakan alat *scrubber column* melalui metode penyerapan.

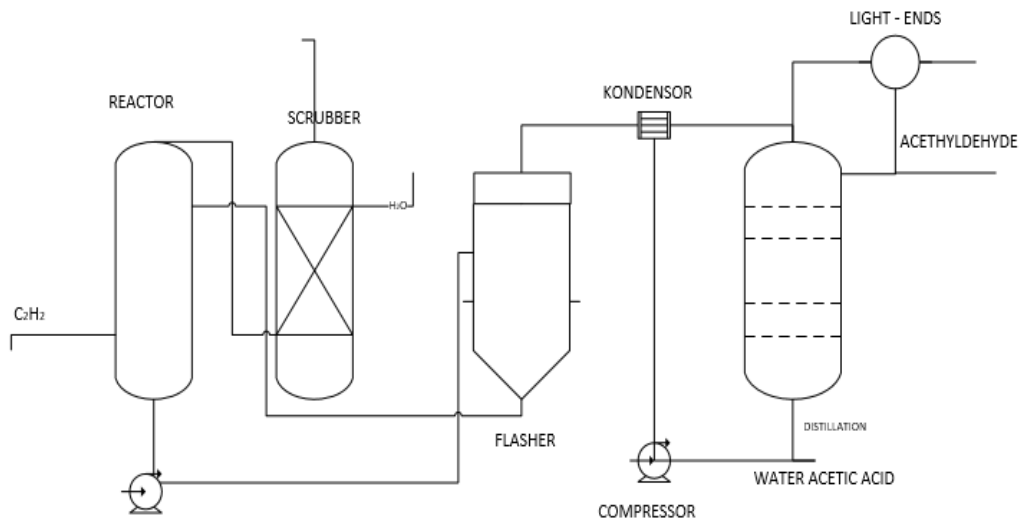
Untuk *Chisso Process* merupakan pengembangan yang dilakukan pada *German Process*, perbedaan yang terjadi pada suhu reaksi yaitu 68-78°C dan tekanan atmosfer serta penggunaan katalis berupa asam sulfat, merkuri sulfat serta air. Perlakuan terhadap asetilen yang tidak bereaksi, asetilen akan dipisahkan dari produk Asetaldehida dalam aliran *scrubber*. Keluaran dari reaktor akan memiliki komposisi berupa asetaldehida, asam sulfat, air dan asam asetat.

Dari kedua proses tersebut, ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menghindari terbentuknya garam merkuri menjadi *metallic mercury* dan *grey sludge*. Selain itu, penggunaan asam sulfat yang termasuk dalam senyawa korosif dan reaktif mengakibatkan ketahanan alat perlu mendapat perhatian lebih. Harga merkuri yang relatif mahal dan dampaknya yang merupakan senyawa beracun memerlukan penanganan tertentu terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan serta penanganan terhadap reaktivitas dari senyawa asetilen.

Analisa *Flowsheet Dasar German Process* dan *Chisso Process* dapat dilihat pada Gambar 1.4 dan Gambar 1.5.



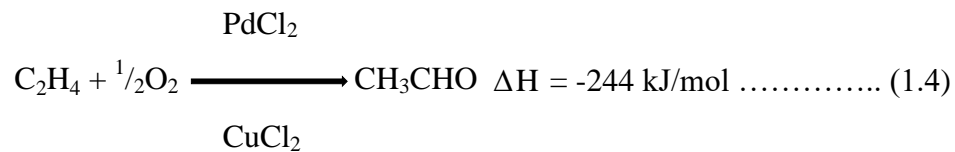
Gambar 1.3 Flowsheet Dasar *German Process*



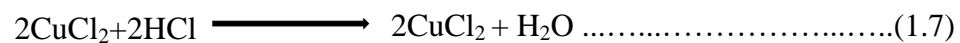
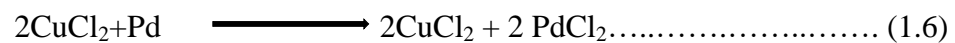
Gambar 1.4 Flowsheet Dasar Chisso Process

1.7.4 Oksidasi Etilen

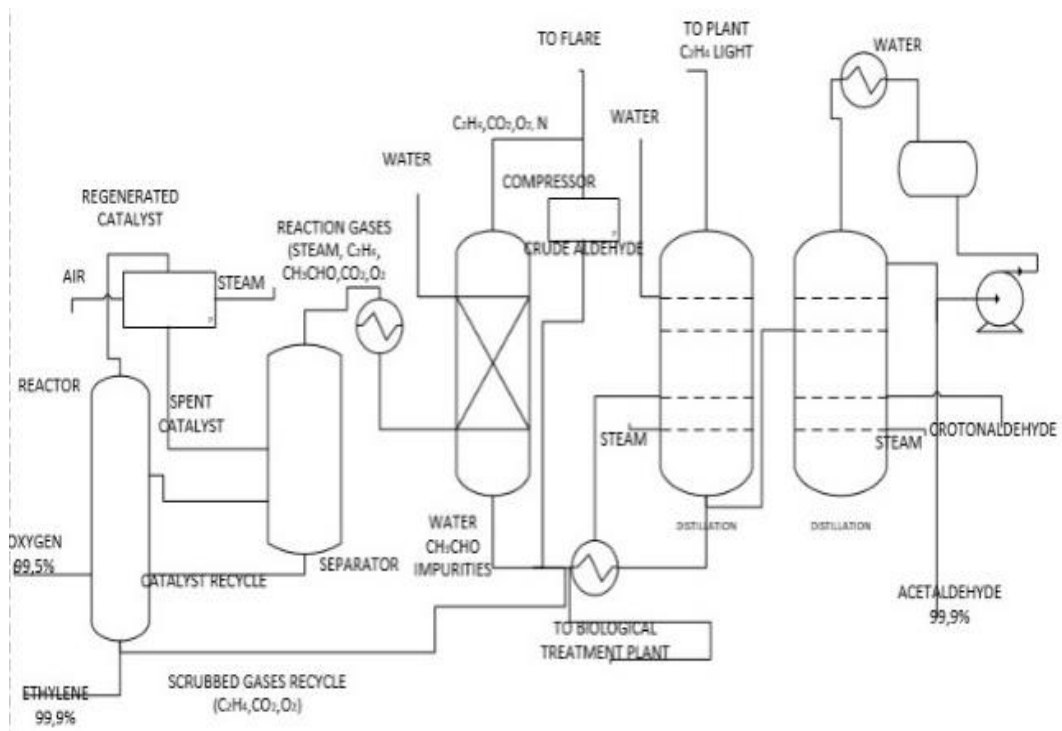
Proses Oksidasi Etilen, ditunjukkan pada Persamaan 1.4



Selain menggunakan etanol dan asetilen sebagai bahan baku pembuatan Asetaldehida, etilen mulai digunakan pada awal tahun 1960 sebagai alternatif pilihan. Proses ini terbagi menjadi dua jenis proses yaitu *One stage* dan *Two stage*. Untuk proses *One stage* atau lebih dikenal dengan Wacker Process terdiri dari tiga reaksi sebagai berikut:

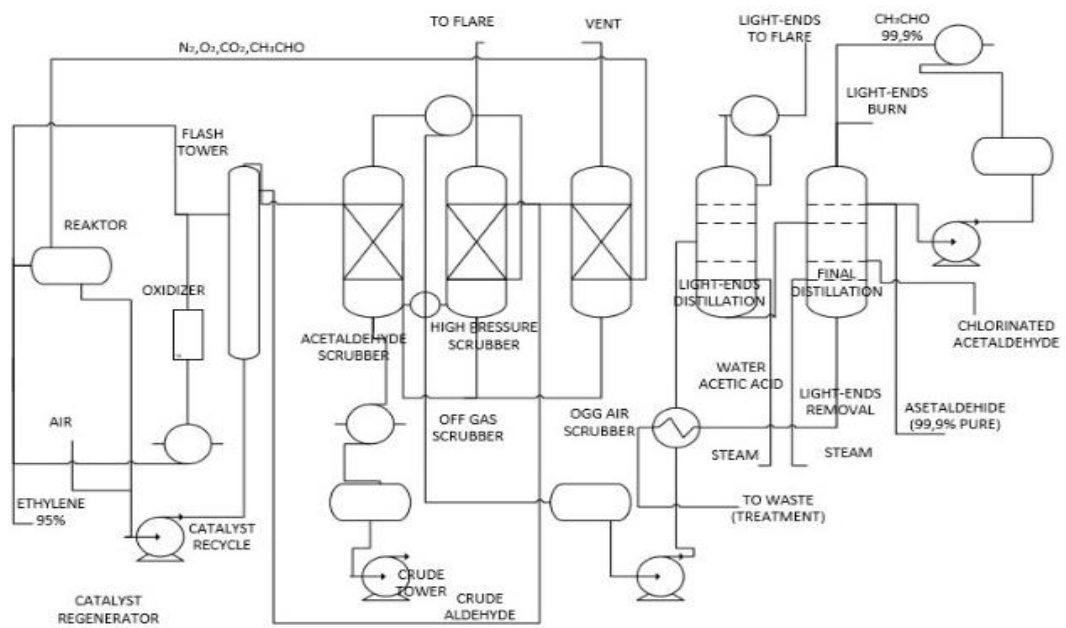


Kondisi operasi yang digunakan berupa suhu 120-130°C dan tekanan berkisar 4 atm dengan konversi etilen untuk tiap pass sebesar 75%. Oksigen pada gas recycle harus dibatasi dalam jumlah tertentu karena mudah terbakar. Jumlah reaktor yang digunakan hanya satu dimana proses reaksi dan oksidasi beralngsung secara bersamaan. Analisa *Flowsheet* Dasar *Process One Stage* dapat dilihat pada Gambar 1.6



Gambar 1.5 Flowsheet Dasar Proses *One Stage*

Proses *Two stage* akan berlangsung dalam dua reaktor terpisah dimana konversi etilen setiap pass cukup tinggi. *Two stage* proses terjadi pada kondisi operasi yang digunakan berupa suhu 125-130°C dan tekanan berkisar 10 atm. Untuk reaktor pertama akan terbentuk Asetaldehida dan pada reaktor kedua terjadi *recycle* larutan katalis untuk melakukan proses oksidasi garam tembaga. Hasil pemisahan akhir proses ini terdiri dari Asetaldehida dengan kemurnian tinggi pada hasil atas dan residu yang sebagian besar terdiri dari air dengan sejumlah asam asetat dan asetaldehid terkloronasi dalam jumlah kecil. Analisa *Flowsheet Dasar Process Two Stage* dapat dilihat pada Gambar 1.7.



Gambar 1.6 Flowsheet Dasar Proses *Two Stage*

Tabel 1.6 Perbandingan Proses Produksi

Proses	Oksidasi Etanol	Dehidrogenasi Etanol	Hidrasi Asetilen	Oksidasi Etilen (<i>One Stage</i>)	Oksidasi Etilen (<i>Two Stage</i>)
Fase	<i>Vapor</i>	<i>Liquid</i>	<i>Vapor</i>	<i>Liquid</i>	<i>Liquid</i>
Suhu (°C)	500	260-290	70-100	130	125-130
Tekanan (atm)	1	1	1-2	4	10
Katalis	Asam Asetat, Etil Asetat, Karbon Dioksida	Tembaga-Krom	Merkuri, Asam Sulfat, Besi	Palladium	Palladium

	dan Metana				
Konversi	25-35	98-99	55-60	75	95
<i>Yield</i> (%)	85-95	99	93-98	95	95

Sumber: Mc. Ketta, 1992

Adapun kelebihan dan kekurangan dari proses produksi dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Kelebihan dan Kekurangan Proses Produksi

Proses Produksi	Kelebihan	Kekurangan
Oksidasi Etanol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan baku etanol mudah diperoleh di Indoensia. 2. Proses sederhana untuk dilakukan dan produk samping tidak berbahaya bagi lingkungan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu reaksi tergolong sangat tinggi dibandingkan proses lainnya dan memungkinkan terjadinya dekomposisi Asetaldehida. 2. Katalis yang digunakan memiliki umur yang tidak lama dibanding proses lainnya. 3. Memerlukan kontrol suhu reaksi untuk menghindari oksidasi berlebih asetaldehida menjadi senyawa CO₂. 4. Campuran antara etnaol dan oksigen mudah terbakar. 5. Pada suhu diatas 400°C, senyawa asetaldehida akan terdekomposisi membentuk

		metana dan karbondioksida. 6. Konversi etanol cenderung rendah
Dehidrogenasi Etanol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan baku etanol mudah diperoleh di Indoensia. 2. Proses sederhana untuk dilakukan dan produk samping tidak berbahaya bagi lingkungan. 3. Umur katalis Cu-Cr termasuk lama dan dapat diregenerasi. 4. Jumlah produk samping dapat menurun apabila suhu yang digunakan agak tinggi. 5. Tidak ditemukan produk samping apabila reaksi terjadi dibawah suhu 300°C. 6. Sistem <i>recovery</i> Energy rendah. 7. Biaya operasi proses lebih sedikit dibandingkan proses lainnya. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu reaksi tergolong agak tinggi dibandingkan proses lainnya. 2. Konversi Asetaldehida cenderung sedang dibanding proses lainnya.

Hidrasi Asetilen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu operasi cenderung rendah dibandingkan dengan proses lain. 2. Tekanan operasi masih tergolong rendah. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan baku asetilen memiliki sifat yang reaktif sehingga cukup berbahaya. 2. Katalis merkuri memiliki harga yang mahal serta memiliki sifat beracun. 3. Pelarut asam sulfat termasuk senyawa reaktif dan korosif.
Oksidasi Etilen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konversi etanol cenderung tinggi. 2. Suhu operasi cenderung sedang dibandingkan proses lainnya. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekanan operasi sangat tinggi dibandingkan proses lainnya. 2. Proses yang dilakukan terlalu sulit dibandingkan dengan keseluruhan proses. 3. Sifat katalis yang digunakan memiliki tingkat korosifitas yang sangat tinggi. 4. Limbah proses sulit diolah akibat jumlah kronotaldehid yang tinggi. 5. Proses oksidasi katalis yang terjadi cenderung mudah terbakar.

Sumber: Mc. Ketta, 1992.

Berdasarkan (Mc. Ketta, 1992) ada empat jenis proses yang telah dipaparkan diatas, dipilih proses yang akan digunakan dalam pembuatan Asetaldehida, dengan proses dehidrogenasi etanol dari Etanol dengan katalis Cu-Cr, dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Bahan baku etanol mudah diperoleh di Indonesia sehingga dapat menjaga kontinuitas produksi.
2. Perolehan asetaldehida cukup tinggi.

3. Produk samping dari reaksi tidak berbahaya bagi lingkungan (jumlah produk samping menurun pada kondisi suhu terlalu tinggi). Umur katalis panjang.
4. Proses yang dilakukan sederhana dengan tekanan atmosfer meskipun suhu yang digunakan cukup tinggi.
5. Katalis yang digunakan memiliki umur kegunaan yang cukup lama.
6. Tidak memiliki risiko korosifitas yang tinggi sehingga perawatan alat tidak sulit.

1.8 Uraian Proses

Proses pembuatan Asetaldehida ini menggunakan metode dehidrogenasi etanol dikarenakan suhu yang digunakan pada proses ini lebih tinggi, yield yang didapatkan tinggi, kemurniaan produk yang didapat yaitu 98,03% serta keuntungan yang didapat lebih besar.

Prarancangan pabrik Asetaldehida dengan proses dehidrogenasi etanol secara garis besar dapat dikelompokkan dalam tiga tahapan proses yaitu:

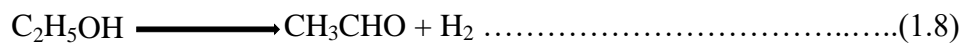
1.8.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi asetaldehida adalah etanol. Etanol 95% dan impuritisnya air 5% dengan fase cair disimpan dalam tangki penyimpanan, dengan suhu 30°C dengan tekanan 1 atm. Kemudian bahan baku dipompakan untuk dinaikkan tekanannya menjadi 1,5 atm. Setelah itu etanol diubah fasenya menjadi gas dengan menggunakan *het exchanger*. Dari *heat exchanger*, etanol dipanaskan menggunakan *heater* sampai suhu 260°C, setelah itu diumpankan masuk kedalam *reactor*.

1.8.2 Proses Reaksi Dehidrogenasi Etanol

Proses dehidrogenasi etanol berlangsung dalam *Plug Flow Reactor* (PFR) dengan bantuan katalis krom dan tembaga (Cu-Cr) untuk menghasilkan asetaldehida. Umpan yang masuk kedalam reaktor berupa gas melalui bagian bawah reaktor, yang dimana gas yang naik keseluruhan bagian reaktor dan akan berkontak dengan katalis. Kondisi operasi dalam reaktor tekananya 1,5 atm dengan suhu 260°C. reaksi berlangsung secara endotermis. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut :

Cu-Cr aktif

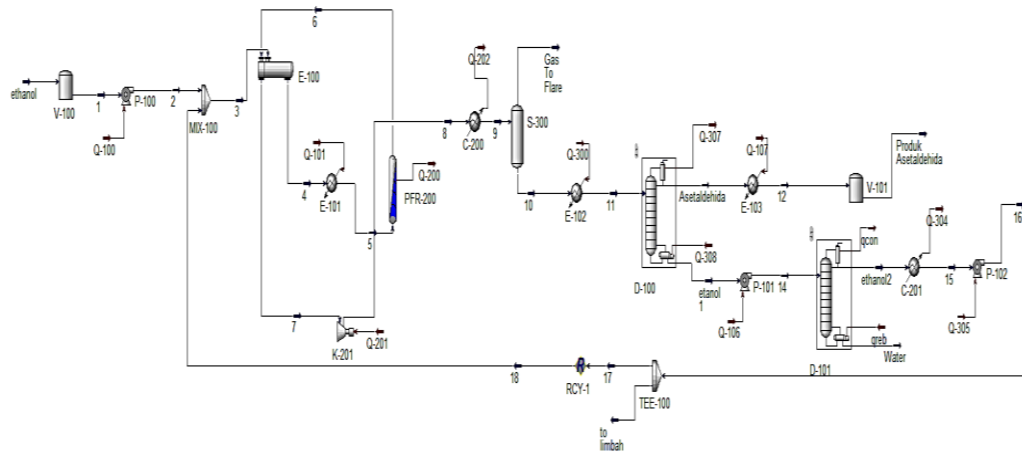


Hasil keluaran reaktor berupa gas asetaldehida dan gas hidrogen dengan konversi 98,03%.

1.8.3 Proses Pemurnian Produk

Produk keluaran reaktor berupa campuran etanol, hidrogen, asetaldehida dan air. Kemudian dialirkan menggunakan kompresor menuju separator yang dimana bagian atas berupa hidrogen yang diumpankan ke *flare gas system* sedangkan bagian bawah berupa asetaldehida, dengan komposisi etanol dan air yang dipompakan menuju distilasi I yang bertujuan untuk memperoleh asetaldehida dengan kemurnian 99,98%. Hasil atas menara distilasi I yang berupa asetaldehida 99,98% yang dipanaskan menggunakan heater untuk menaikkan suhu 5^oC, kemudian asetaldehida disimpan kedalam tangki penyimpanan produk yang siap untuk dipasarkan, sedangkan hasil bawah menara distilasi I berupa etanol dan air yang dipompakan menuju distilasi II untuk menaikkan tekanan menjadi 3 atm dengan suhu 70,83^oC, kemudian etanol dan air dialirkan menuju menara distilasi II yang bertujuan untuk memurnikan etanol, Hasil keluaran atas distilasi II etanol *direcycle* menuju ke *mixer* yang bertujuan untuk mencampurkan bahan baku etanol murni dengan etanol yang *direcycle* yang kemudian disimpan kedalam tangki penyimpan untuk dipakek kembali. Sedangkan keluaran bawah menara distilasi II berupa air yang dialirkan menuju ke proses utilitas.

Adapun *Flowshet* Pembuatan Dehidrogenasi etanol dapat dilihat pada Gambar 1.9.

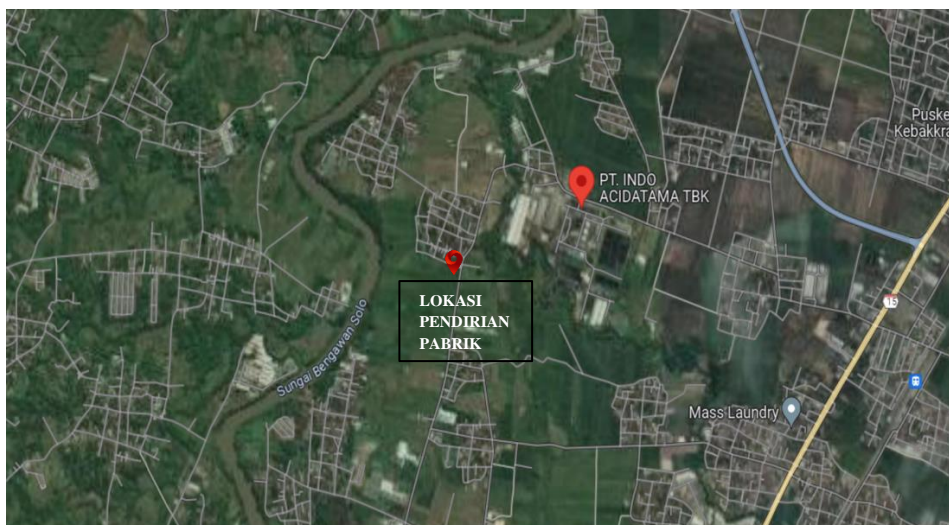


Gambar 1.9 *Flowsheet* Pembuatan Dehidrogenasi Etanol dari Etanol

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik akan berpengaruh dalam penentuan kelangsungan produksi serta keberhasilan pabrik. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan akan menentukan harga jual produk yang dapat memberikan keuntungan dalam jangka panjang. Sehingga jika pabrik mendapatkan keuntungan secara terus menerus, maka dapat memperluas pabrik untuk peningkatan kapasitas produksi.

Rencana pembangunan pabrik Asetaldehida didirikan didaerah Desa Sroyo, Kecamatan jaten, Kabupaten karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Peta pendirian pabrik di wilayah tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.10.



Gambar 1.10 Peta pendirian lokasi pabrik di wilayah Karanganyar

Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomis. Ada dua faktor pemilihan lokasi pabrik di Karanganyar meliputi:

1.9.1 Faktor Utama

1) Sumber Bahan Baku

Pemilihan daerah Sragen sebagai lokasi pendirian pabrik dikarenakan dekatnya sumber bahan baku yaitu etanol yang diperoleh dari PT. Indo Acidatama dimana kapasitas produksinya sebesar 39450 ton/tahun dengan kebutuhan etanol yang telah dirancang sebesar 24759,2648 ton/tahun. Berdasarkan kondisi tersebut, diharapkan kebutuhan akan bahan baku pabrik dapat dengan mudah terpenuhi sehingga mampu menjaga kontinuitas operasional pabrik asetaldehida yang akan didirikan. Waktu tempuh antara lokasi pendirian pabrik dan pabrik pemasok bahan baku etanol berkisar 3 menit perjalanan dengan jarak tempuh sekitar 1,3 km.

2) Pemasaran Produk

Penjualan dari produk yang dihasilkan suatu pabrik harus jelas, karena dapat mempengaruhi nilai penjualan dari produk yang dihasilkan. Produk yang dihasilkan harus sesuai dengan permintaan dari konsumen baik dari segi kualitas produk, harga, bentuk dan ketentuan lainnya yang harus dipenuhi. Pabrik yang memerlukan asetaldehida sebagai bahan baku diantaranya PT. Petro Oxo

Nusantara (Produsen Etil Heksanol dan Butil Alkohol), PT. Polygon Mas (Produsen Polivinil Asetat), PT. Pamolite Adhesive Industry (Produsen Polivinil Asetat), PT. Indo Asia Tirta Manunggal (Produsen resin dan vinil asetat), serta dilakukan aktivitas ekspor ke beberapa negara seperti Jerman dan Cina melalui Pelabuhan Tanjung Mas.

3) Utilitas

Pendirian suatu pabrik harus dekat dengan sumber air. Dalam hal ini, lokasi yang dipilih di atas dekat dengan salah satu sumber air terbesar yaitu Bengawan Solo sehingga jalannya suatu pabrik menjadi lebih mudah. Jarak antara Sungai Bengawan Solo dan lokasi pendirian pabrik tidak terpaut terlalu jauh. Dengan dekatnya pabrik dari sumber air akan memudahkan jalannya aktivitas-aktivitas yang membutuhkan air dalam jumlah yang besar seperti proses produksi, aktivitas kantor dan sebagainya. Selain itu, sungai tersebut memiliki jumlah air yang besar sehingga pabrik dapat mengantisipasi permasalahan kekurangan jumlah kebutuhan air.

4) Tenaga Kerja

Berjalannya suatu pabrik tidak hanya dipengaruhi oleh ketersediaan peralatan proses yang memadai dan jumlah bahan baku yang memadai diperlukan pula tenaga kerja. Dengan jumlah tenaga kerja yang cukup, proses produksi mulai dari pengolahan bahan baku hingga diperolehnya produk akhir dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, pemilihan lokasi pendirian pabrik dirancang tidak jauh serta tidak terlalu dekat dengan lokasi pemukiman agar tidak kesulitan dalam mencari tenaga kerja. Daerah Karang Anyar memiliki beberapa Kawasan industri yang cukup besar, salah satunya PT. Indo Acidatama Tbk. sehingga dalam mencari tenaga kerja berpengalaman tidak akan terlalu sulit.

1.9.2 Faktor Khusus

1) Sarana Transportasi dan Komunikasi

Pendirian pabrik harus ditempatkan dekat dengan pasar, sumber bahan baku maupun persimpangan antara pasar dan sumber bahan baku serta Pelabuhan, jalan kereta api, jalan raya yang bertujuan untuk memudahkan transportasi dan meminimalkan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan maupun

karyawan. Lokasi yang dipilih berdekatan dengan akses jalan umum sehingga pabrik tidak perlu membangun akses jalan raya kembali. Selain itu, lokasi pabrik tidak jauh dari Pelabuhan Tanjung Mas yang akan digunakan untuk keperluan ekspor.

2) Peraturan daerah

Dalam mendirikan suatu bangunan pabrik diwajibkan memiliki surat-surat dari instansi yang berhubungan dengan keberlangsungan pabrik, baik itu pemda ataupun badan pertanahan setempat serta dari instansi lainnya yang terkait. Lahan yang akan digunakan untuk pendirian pabrik harus bebas dari kemungkinan sengketa, agar pendirian pabrik tidak mengalami kesulitan pada saat membangun maupun pada saat mendatang.

3) Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik perlu diperhitungkan sebagai rencana kegiatan pabrik dalam perkiraan kurun waktu 10 – 20 tahun kedepan. Hal ini perlu dilakukan mengingat dalam kurun waktu tersebut memungkinkan terjadinya peningkatan jumlah konsumsi terutama lingkup domestik yang mana memerlukan area pabrik yang lebih luas sebagai upaya peningkatan kemampuan produksi sehingga tidak akan mengalami kesulitan dalam mencari lahan untuk perluasan.

Pemilihan lokasi diatas telah melalui beberapa pertimbangan terhadap dampak yang mungkin ditimbulkan, perluasan dapat dilakukan dibagian timur lokasi pabrik yang mana area tersebut memiliki jarak yang cukup jauh terhadap area pemukiman warga sehingga tidak akan mengganggu aktivitas warga sekitar.

1.9.3 Peraturan Kawasan Ekonomi Khusus

Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 2019 Tentang Kawasan Ekonomi Khusus Karanganyar

Pasal 1

Dengan Peraturan Pemerintahan ini ditetapkan Kawasan Ekonomi Khusus Karanganyar.

Pasal 2

Kawasan Ekonomi Khusus Karanganyar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 memiliki luas 2.135 hektar yang terletak dalam wilayah kecamatan Gondangrejo, Kebakkramat, Tasikmedu Dan Jaten.

Pasal 5

1. Bupati Karanganyar menetapkan badan usaha pembangun dan pengelola Kawasan Ekonomi Khusus Karanganyar paling lama 90 hari sejak Peraturan Pemerintah diundangkan.
2. Badan usaha harus bertanggung jawab atas pembiayaan pembangunan dan pengelolaan Kawasan Ekonomi Khusus Karanganyar.

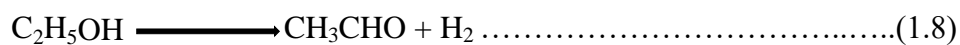
Pasal 6

1. Badan usaha sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) melakukan pembangunan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Karanganyar sampai dengan siap beroperasi paling lama 3 tahun sejak Peraturan Pemerintahan ini diundangkan.
2. Dewan Nasional Kawasan Ekonomi Khusus melakukan evaluasi setiap tahun terhadap pembangunan Kawasan Ekonomi Khusus Karanganyar belum siap beroperasi Dewan Nasional Kawasan Ekonomi Khusus :
 - a. Melakukan perubahan luas wilayah atau zona
 - b. Memberikan perpanjangan waktu paling lama 2 tahun
 - c. Melakukan penggantian badan usaha
 - d. Pengusulan pembatalan dan pencabutan KEK Karanganyar
3. Dalam hal perpanjangan waktu KEK Karanganyar belum siap beroperasi karena bukan dari kelalaian atau *force majeure* badan usaha, Dewan Nasional KEK dapat memberikan perpanjangan waktu pembangunan.

1.10 Analisa Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknik dan ekonomi. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu seperti diperlihatkan pada Tabel 1.8.

Cu-Cr aktif



Analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.8

Tabel 1.8 Analisa Ekonomi Awal

	Bahan Baku	Produk	
	Etanol	Asetaldehida	Hidrogen
Berat Molekul	46,07 gr/mol	44,05 gr/mol	2,02 gr/mol
Harga Per Kg	Rp.21.000	Rp.54.385,42	Rp.1.587.600
Kebutuhan	1 mol x 46 gr/mol = 46 gr = 0,046 kg	1 mol x 44,05 gr/mol = 44,05 gr = 0,044 kg	1 mol x 2,02 gr/mol = 2 gr =0,02 kg
Harga Total	0,046 kg x Rp.21.000 = Rp.966	0,044 kg x Rp.54.385,42 = Rp.2.392,95	0,02 kg x Rp.0 = Rp.0
Analisa Ekonomi	= Produk – Reaktan = (Rp.2.392,95 + Rp.0) – (Rp.966) = Rp. 1.426,95/kg = Rp. 1,5729/Ton		

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2023

Berdasarkan Analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh berikut :

$$\begin{aligned} \% \text{ Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. 1,5729 /kg}}{\text{Rp.966}} \times 100\% \\ &= 1,4771\% \end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 1,4771% dari produksi.