

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan proses industri pada era perdagangan bebas sekarang ini sangat ditentukan oleh adanya sumber daya alam dan sumber daya manusia yang berkualitas. Indonesia sebagai salah satu negara yang mempunyai sumber daya alam maupun sumber daya manusia yang berlimpah sangat berpotensi untuk mengembangkan industri dalam negeri terutama industri-industri yang bersifat padat modal maupun padat teknologi dan mempunyai prospek pemasaran yang menguntungkan. Salah satu industri yang mempunyai persyaratan diatas adalah industri pembuatan akrolein.

Pengembangan industri yang perlu mendapat perhatian pemerintah adalah pengembangan industri kimia dasar. Dengan berkembangnya industri ini akan membuka lapangan kerja baru bagi rakyat Indonesia sehingga dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat Indonesia. Peningkatan kebutuhan harus diimbangi dengan peningkatan industri, oleh sebab itu pemerintah telah menggalakkan pembangunan disektor industri terutama dalam bidang industri kimia dasar. Salah satu diantaranya adalah pendirian pabrik akrolein.

Akrolein banyak diproduksi oleh negara-negara Amerika, Eropa, dan Jepang. Mengingat terbatasnya produsen akrolein di Asia, maka pendirian pabrik akrolein di Indonesia dinilai dapat mendatangkan keuntungan yang cukup besar. Kebutuhan akrolein di Indonesia dapat dikatakan cukup kecil, sehingga pendirian pabrik akrolein di Indonesia lebih berorientasi ekspor ke negara-negara Asia, terutama Asia Tenggara.

Akrolein dengan nama IUPAC *Acraldehyde*, *Acrylic Aldehyde*, *Allyl Aldehyde*, *Ethylene Aldehyde* merupakan aldehida tak jenuh yang paling sederhana. Akrolein adalah perantara penting dalam proses produksi berbagai zat. Penggunaan utama akrolein terisolasi adalah dalam produksi D,L –metionin, tetapi dalam produksi yang jauh lebih banyak proses. Akrolein adalah bahan kimia yang

sangat efektif dan dalam konsentrasi yang sangat rendah, bertindak sebagai biosida berspektrum luas yang sangat efektif (Ullman's, 2003).

Akrolein (2-propenal / C_3H_4O / $CH_2=CHCHO$) adalah senyawa aldehid tidak jenuh yang paling sederhana. Akrolein adalah senyawa yang sangat beracun, mudah terbakar, dapat menimbulkan air mata. Pada temperatur kamar, akrolein berfase cair dengan volatilitas dan sifat mudah terbakar mirip dengan *acetone*, tetapi tidak sebagaimana aseton, akrolein sedikit larut dalam air.

Produksi akrolein dapat dilakukan dengan dua proses yaitu dengan proses Dehidrasi Gliserol dan proses Oksidasi Propena. Pada proses Dehidrasi Gliserol digunakan bahan baku gliserol dengan katalis HSiW *support* $\gamma-Al_2O_3$ pada tekanan 1-2 atm dan suhu yang tinggi yaitu 280-340°C. Sementara proses Oksidasi Propena menggunakan bahan baku propena dan oksigen dengan katalis Bismut Molibdat dengan temperatur 300-400°C dan tekanan 1-2 atm. Bahan baku yang propena diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang mempunyai kapasitas 240.000 ton/tahun.

Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2018 menyatakan bahwa konsumsi akrolein rata-rata sebanyak 8.784,57 ton/tahun dan terus meningkat setiap tahunnya. Kebutuhan bahan kimia dasar yang mendorong Indonesia memproduksi bahan-bahan kimia yang sangat diperlukan pemakainya di dalam negeri, karena selama ini Indonesia masih mendatangkan bahan-bahan tersebut dari luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan dari luar negeri maka dipandang perlu untuk mendirikan Industri kimia dasar khususnya akrolein. Seperti kita ketahui, akrolein dengan rumus C_3H_4O , merupakan produk intermediet untuk memproduksi produk lain seperti asam akrilat, *methionine*, *methionine hidroxy* dan asam amino sintesis. Lebih dari 80% akrolein yang telah diolah digunakan sebagai bahan baku dalam produksi *methionine*. *Crude* akrolein digunakan sebagai bahan baku untuk produksi asam akrilat. Akrolein juga dapat digunakan untuk herbisida dan algasida dalam aliran irigasi. Sebagai *biocide* pada *cooling* tower, untuk mengontrol alga, rumput dan sebagai *slimcide* dalam industri kertas (Kirk-Othmer, 2003).

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan semakin meningkatnya permintaan akan akrolein bagi industri kimia di banyak negara di dunia, termasuk salah satunya di Indonesia maka prospek untuk mendirikan pabrik akrolein akan terbuka semakin lebar. Selain itu, Indonesia merupakan salah satu negara produsen propena yang merupakan bahan baku untuk memproduksi akrolein. Pendirian pabrik pembuatan akrolein di Indonesia ini diharapkan dapat memperkecil ketergantungan Indonesia akan impor bahan-bahan kimia dari luar negeri, terutama akrolein yang juga dapat dijadikan komoditi ekspor. Hal ini juga tentunya akan berimbas terhadap penghematan devisa negara dan juga dapat menambah devisa negara. Tak hanya itu, pendirian pabrik akrolein ini juga dapat memicu pertumbuhan industri yang lain di Indonesia, sehingga akan membuka lapangan kerja baru dan memperluas kesempatan kerja bagi masyarakat.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Tujuan prancangan pabrik akrolein ini adalah merancang proses produksi akrolein dengan proses oksidasi propena, untuk menerapkan disiplin ilmu Teknik Kimia khususnya di bidang perancangan, proses dan operasi teknik kimia sehingga dapat memberikan gambaran kelayakan prarancangan pabrik akrolein. Secara khusus, tujuan prarancangan pabrik ini adalah untuk mengurangi ketergantungan impor Indonesia serta menjadi pemasok akrolein bagi negara lain untuk menambah devisa negara sekaligus membuka lapangan pekerjaan baru.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Pendirian pabrik akrolein akan sangat tepat dan banyak memberikan dampak positif dalam segala bidang, antara lain:

1. Mencukupi jumlah kebutuhan akrolein dalam negeri yang diperkirakan akan terus meningkat sekaligus mengurangi ketergantungan Indonesia pada negara lain dengan membatasi jumlah *import* setiap tahunnya.
2. Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku maupun bahan penunjang akrolein seperti industri *plastic*, tekstil dan industri petrokimia lainnya.

3. Dibukanya lapangan kerja baru, mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia, dan meningkatkan devisa Negara Batasan Masalah.

1.5 Batasan Masalah

Prarancangan pabrik akrolein, penyusun membatasi pada pemilihan bahan baku utama yaitu propena menggunakan proses oksidasi dengan katalis *bismuth molybdate*, neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan, tugas khusus, unit utilitas, kapasitas prarancangan pabrik, analisa ekonomi, aspen *hysys*, *autodesk P&ID*.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan produksi dan ekonomis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lainnya. Penentuan kapasitas pabrik dalam prancangan pabrik akrolein perlu memperhatikan data kebutuhan akrolein di Indonesia hingga dunia.

1.6.1 Kebutuhan Akrolein di Indonesia

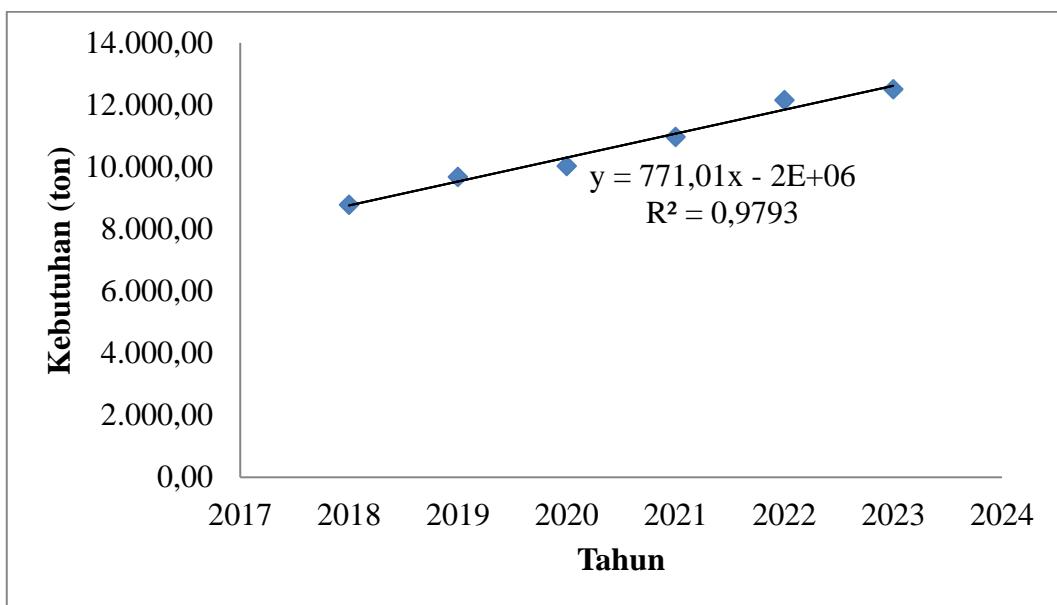
Data kebutuhan akrolein di Indonesia dilihat dari peninjauan data impor negara Indonesia terhadap akrolein. Berdasarkan data impor dari Badan Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2018-2023, Adapun data kebutuhan akrolein di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Akrolein di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)
2018	8.784,57
2019	9.678,97
2020	10.029,39
2021	10.967,46
2022	12. 160,17
2023	12.505,32

(Sumber : Badan Pusat Statik, 2024).

Dari data kebutuhan akrolein dari tahun 2018 sampai 2023 terus meningkat, untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor, serta diharapkan Indonesia menjadi negara pengekspor akrolein khususnya untuk wilayah Asia, ditargetkan dapat memenuhi kebutuhan akrolein khususnya wilayah ASEAN, maka perlu didirikan pabrik akrolein agar meningkatkan akrolein pada tahun-tahun yang akan mendatang. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat kebutuhan pada akrolein tahun 2029 dengan cara ekstrapolasi data. Hasil ekstrapolasi kebutuhan akrolein di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1. Adapun grafik kebutuhan akrolein di Indonesia setiap tahunnya berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik pada tahun 2023 dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Data Kebutuhan Akrolein di Indonesia Tahun 2018-2023

Berdasarkan Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa persamaan yang diperoleh adalah $y = 771,01x - 2E+06$ dengan $R^2 = 0,9793$. Kebutuhan asam akrolein di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 771,01x - 2E+06$ dimana y adalah kebutuhan akrolein pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan x adalah tahun ke yang akan dihitung. Kebutuhan impor akrolein di Indonesia pada tahun 2029 adalah sebagai berikut:

$$y = 771,01x - 2E+06$$

$$y = 771,01 (2029) - 2E+06$$

$$y = 17.209,33$$

Sehingga kebutuhan impor akrolein di Indonesia pada tahun 2029 diperkirakan sebesar 17.209,33 ton/tahun. Prediksi data kebutuhan impor pada tahun 2024 sampai 2029 menggunakan cara ekstrapolasi juga dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Data Kebutuhan Akrolein Dalam Negeri

No.	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
1.	2024	13.386,19
2.	2025	14.157,21
3.	2026	14.928,22
4.	2027	15.722,05
5.	2028	16.638,74
6.	2029	17.209,33

(Sumber : Data Ekstrapolasi, 2024).

Kebutuhan akrolein di dalam negeri untuk tahun 2029 dapat diperkirakan dengan cara ekstrapolasi hasilnya 17.209,33 ton/tahun. Untuk membantu memenuhi kebutuhan akrolein dalam negeri dan luar negeri, maka diambil 35.000 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 akrolein yang semakin meningkat. Selain dari data impor dan kebutuhan akrolein di dunia, pertimbangan dalam penentuan kapasitas produksi akrolein juga dapat dilihat dari kapasitas produksi pabrik yang sudah ada. Hal tersebut dikarenakan pabrik yang telah didirikan memiliki analisis ekonomi yang memberikan keuntungan sesuai dengan kapasitas produksi yang dihasilkan.

1.6.2 Kebutuhan Akrolein di ASEAN

Menurut data komoditi impor dan ekspor UN data, kebutuhan akrolein menunjukkan nilai yang meningkat dari tahun ke tahun. Adapun kebutuhan akrolein di beberapa Negara dapat dilihat pada tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Kebutuhan Akrolein di Beberapa Negara

Negara	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)
China	20.353,44
India	809.973
Malaysia	42.099,536
Korea	4.225,565
Thailand	57.314
Jepang	2.124,95
Singapura	765,483

Pada prarancangan pabrik akrolein ini direncanakan berdiri pada tahun 2029 dengan kapasitas 35.000 ton/tahun melalui pertimbangan diantaranya sebagai berikut:

1. Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan dan kapasitas pabrik baru yang menguntungkan (Mc. Ketta,1976).
2. Kapasitas produksi pabrik akrolein yang sudah beroperasi di dunia berkisar 4.000 ton/tahun sampai 110.000 ton/tahun.
3. Total kebutuhan dalam negeri pada saat pabrik beroperasi tahun 2029 adalah sebesar 17.209,33 ton/tahun dan kemungkinan akan terus meningkat.
4. Kapasitas prarancangan pabrik akrolein ini sebesar 35.000 ton/tahun mengacu pada Kebutuhan di Indonesia.
5. Produk akrolein yang dihasilkan direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri sebanyak 50% dari kapasitas prarancangan pabrik ini dan 50% akan di ekspor ke negara-negara lain.

1.6.3 Kapasitas Pabrik Akrolein di Dunia

Berikut ini adalah data-data kapasitas pabrik yang telah beroperasi penghasil akrolein di dunia dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Data Produksi Pabrik Akrolein Beserta Kapasitas di Dunia.

Negara	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
Amerika serikat	Dow Chemical	72.000
Jerman	Degussa	110.000
Rusia	Volzhzhskiy Orgsynthese	8.000
Perancis	Elf Atochem	30.000
Jepang	Daicel	9.000
	Ohita	4.500
	Sumimoto	15.000
China	Xing Jing	4.000

(Sumber : Kirk-Othmer, 2005).

Produk propena telah diproduksi dalam negeri oleh PT. Chandra Asri Petrochemical Center, Cilegon, Banten yang memiliki Kapasitas 240.000 ton/tahun, PT.PERTAMINA (Persero) dengan kapasitas 230.000 ton/tahun.

1.6.4 Ketersediaan Bahan Baku

Sehubungan dengan rencana pendirian pabrik di Indonesia, diperlukan informasi ketersediaan bahan baku untuk produksi akrolein. Persediaan bahan baku utama pembuatan akrolein yaitu propena diperoleh dari pabrik propena yang ada di Indonesia. Saat ini produsen propilen yang terbesar adalah PT. PERTAMINA (Persero) dengan kapasitas 230.000 ton/tahun dan PT. Chandra Asri Petrochemical Center, Cilegon, Banten yang memiliki kapasitas 240.000 ton/tahun. Dari kapasitas produksi tersebut propena yang diproduksi PT. Chandra Asri Petrochemical Center hanya dipakai oleh PT. Tri Polyta Indonesia, Tbk sebesar 204.000 ton/tahun (sumber : www.tripolyta.com). Dari sini, masih ada sisa produksi propena di PT. Chandra Asri Petrochemical Center sebesar 36.000 ton/tahun.

Untuk memproduksi akrolein dengan kapasitas 35.000 ton/tahun diperlukan propena kira-kira 40.000 ton/tahun. Sehingga dengan kapasitas rancangan 35.000 ton/tahun diperkirakan bahan baku akan dapat terpenuhi dari

PT. Chandra Asri Petrochemical Center dan PT. PERTAMINA (Persero), sedangkan untuk oksigen dari PT. Samator Indo Gas Tbk dan katalis bismut molibdat dari AEM Metal Refractory Metal Materials Manufacturer. Dengan tersedianya bahan baku di Indonesia maka harga pembelian bahan baku akan jauh lebih murah daripada bahan baku yang diimpor dan juga dapat meningkatkan efisiensi produk propilen dalam negeri. Dekatnya bahan baku dengan lokasi pembangunan pabrik menjadi faktor utama pemilihan lokasi ini.

1.7 Seleksi Pemilihan Proses

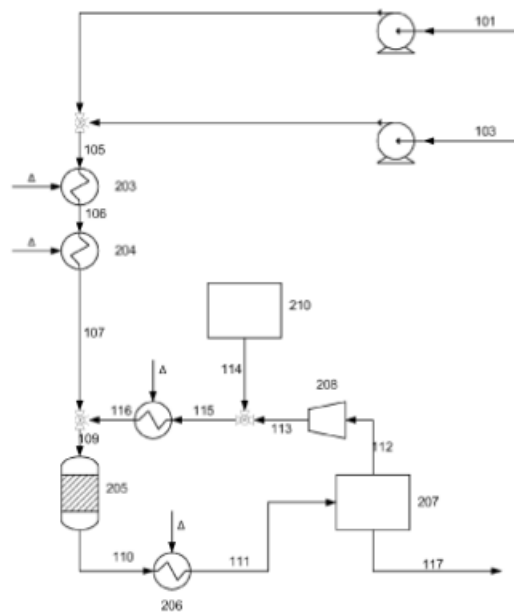
Terdapat beberapa proses pembuatan akrolein yang pernah dijadikan proses komersial, diantaranya yaitu proses dehidrasi gliserol dan proses oksidasi propena reaksi oksidasi menjadi proses yang dipilih, oksidasi adalah penambahan oksigen ke senyawa organik (Speight, 2002).

1.7.1 Proses Dehidrasi Gliserol

Proses dehidrasi gliserol adalah proses pelepasan gugus air pada gliserol sehingga terbentuk akrolein. Proses ini berlangsung pada fase gas dalam reaktor *fixed bed* dengan katalis HSiW *support* γ -Al₂O₃. Reaksi yang berjalan dalam reaktor adalah sebagai berikut:



Proses ini terjadi secara endotermis pada fase gas dengan konversi 80%, sedangkan gliserol didapat pada fase cair sehingga gliserol perlu diuapkan dengan *furnance*. Kondisi optimum reaktor pada suhu 450°C, konsentrasi umpan gliserol 10% berat dalam air.

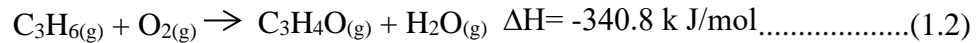


Gambar 1.2 Flowsheet Dasar Akrolein dengan Proses Dehidrasi Gliserol

Proses pembuatan akrolein dari gliserol dilakukan dengan dehidrasi gliserol pada suhu 430-550°C dengan tekanan 1-2 bar dalam reaktor *plug flow reactor*. Sebelum masuk reaktor, gliserol cair diuapkan dan dipanaskan dalam *furnace* hingga suhu 310°C. Umpan gliserol masuk reaktor dari bagian bawah reaktor dan produk akan keluar melalui bagian atas reaktor. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi endotermis, sehingga terjadi penurunan temperatur fluida di dalam reaktor. Namun karena panas reaksi yang terlibat relatif kecil sehingga tidak diperlukan penambahan panas ke dalam reaktor. Inhibitor hidroquinon perlu ditambahkan ke dalam proses untuk menghindari poimerisasi akrolein karena asam, alkali dan karbon dioksida (Kiakalaieh, 2015).

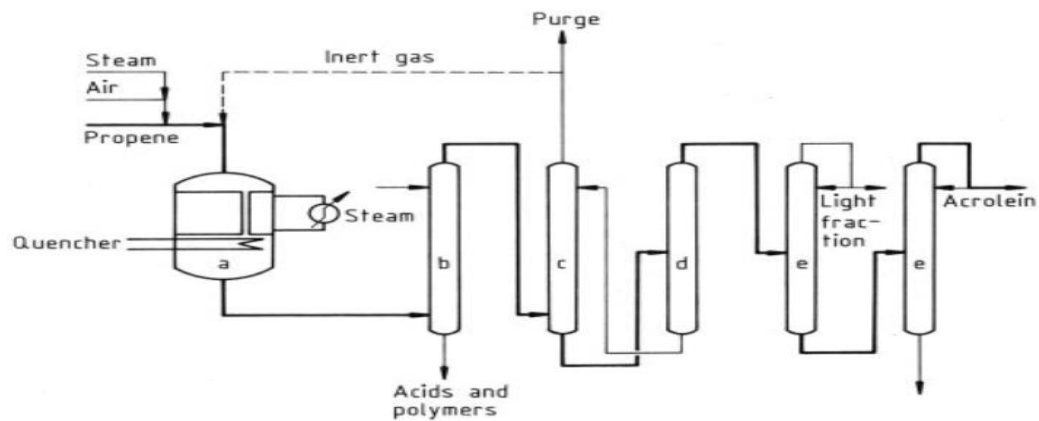
1.7.2 Proses Oksidasi Propena

Pada proses ini juga terjadi oksidasi propena menggunakan oksigen yang diambil dari udara bebas. Katalis yang digunakan adalah senyawa kompleks metal oksida, yakni campuran bismut molibdat, nikel, cobalt, besi, natrium, boron, kalium, dan silika. Pada proses ini digunakan reaktor *multitube fixed bed* dengan katalis bismuth molibdat. Proses yang terjadi secara eksotermis pada suhu 300-400 °C dengan tekanan 150 – 250 kPa. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah sebagai berikut:



Reaksi ini berjalan pada fase gas dengan konversi 98%. Adapun komposisi umpan reaktor dengan perbandingan propena, oksigen dan steam (1:8:(1-6)).

(Kirk-Othmer, 2005).



a.) Oxidation reactor, b.) Scrubber, c.) Absorber, d.) Desorber, e.) Fractionators

Gambar 1.3 Flowsheet Dasar Akrolein dengan Proses Oksidasi Propena

Pada proses ini, untuk produksi akrolein melalui oksidasi propena ditunjukkan pada Gambar 1.3. Propena, udara dan uap diumpankan dengan perbandingan molar 1 : 8 : (1 – 6), uap dapat diganti dengan gas *inert*, misalnya gas buang dari penyerap. Campuran gas masuk diumpankan ke reaktor fixed bed multitube (a) yang beroperasi pada suhu 300 – 400°C dengan tingkat konversi propena naik hingga 98% dan tekanan masuk 150 – 250 kPa. Keluaran reaktor didinginkan untuk mencegah reaksi akrolein selanjutnya. Gas reaksi kemudian diserap dengan air atau campuran air/pelarut dalam kolom *scrubber* (b) untuk menghilangkan asam akrilat dan senyawa polimer. Asam akrilat produk sampingan dapat diambil dari bawah *scrubber* dan dimurnikan, asam akrilat biasanya terbentuk 5 hingga 10% mol berdasarkan komposisi propena. Gas tersebut kemudian dialirkan ke penyerap (c) di mana larutan akrolein berair diperoleh dengan menyerap gas dalam air dingin. Sebagian gas sisa dari penyerap dapat digunakan sebagai gas *inert* untuk reaktor karena hanya mengandung komponen yang tidak dapat terkondensasi, seperti propena yang tidak bereaksi, karbon oksida, oksigen, dan nitrogen. Sisanya dibersihkan sebagai gas buang

setelah melewati sistem pembakaran. Larutan akrolein dalam air dialirkan ke kolom desorpsi (d), di mana larutan tersebut dipisahkan untuk menghasilkan akrolein yang dihasilkan, aliran bawah dari kolom ini didinginkan dan digunakan kembali sebagai penyerap. Akrolein yang dihasilkan dipisahkan kembali untuk menghilangkan produk samping dengan titik didih rendah, seperti asetaldehida, dan komponen lainnya. Akrolein kemudian diperoleh sebagai produk murni 96% yang hanya mengandung sedikit air.

1.7.3 Alasan Pemilihan Proses

Proses pembuatan akrolein secara umum terbagi menjadi dua, yaitu Proses dehidrasi gliserol dan Proses oksidasi propena. Dalam perancangan pabrik akrolein ini proses yang dipilih adalah proses oksidasi propena dengan katalis *Bismuth molybdate*. Untuk Perbandingan dari macam-macam proses pembuatan akrolein dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Akrolein

No.	Faktor Pembanding	Proses Pembuatan	
		Proses Dehidrasi Gliserol	Proses Oksidasi Propena
1	Bahan Baku	Gliserol	Propena dan Oksigen
2	Tekanan	1-2 atm	1 – 2 atm
3	Suhu	430-550°C	300-400°C
4	Katalis	HSiW <i>support</i> γ -Al ₂ O ₃	Bismut Molibdat
5	Reaksi	Eksotermis	Eksotermis
6	Jenis Reaktor	<i>Plug Flow Rector</i>	<i>Plug Flow Reactor</i>
7	Konversi	80 %	98,74%
8	Kemurnian	75%	90-95%
9	<i>Yield</i>	56,74%	74,65%
10	Produk Samping	Air	Air

(Sumber : Ulman's, 2003).

Berikut ini kelebihan dan kekurangan masing-masing proses :

1. Proses Dehidrasi Gliserol

kelebihan dan kekurangan pada proses Dehidrasi Gliserol dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Kelebihan dan Kekurangan Proses Dehidrasi Gliserol

Kelebihan	Kekurangan
1. Tekanan atmosferik	1. Koversinya rendah (80%) 2. Suhu operasi tinggi 430-550°C 3. Kemurniannya rendah (75%) 4. Yieldnya rendah (56,74%)

2. Proses Oksidasi Propena

Kelebihan dan kekurangan pada proses Oksidasi Propena dapat dilihat pada Tabel 1.7.

Tabel 1.7 Kelebihan dan Kekurangan Proses Oksidasi Propena

Kelebihan	Kekurangan
1. Konversinya lebih tinggi (98,74%) 2. Suhu lebih rendah dari dehidrasi gliserol (300-400°C) 3. Yieldnya lebih tinggi dibandingkan dehidrasi gliserol (74,65%) 4. Tekanan atmosferik	1. Menggunakan dua bahan baku pada proses oksidasi propena

Berdasarkan penjelasan tabel dari kedua proses maka dalam prancangan pabrik akrolein dipilih proses oksidasi propena dengan katalis *Bismuth mulybdate* oksida mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Konversi yang diperoleh tinggi yaitu 98,86% dengan kemurnian 90-95%
2. Bahan baku yang digunakan berupa propena dan oksigen yang tersedia dalam jumlah yang cukup sehingga pengendalian proses relatif mudah.
3. Proses dan peralatan yang digunakan sederhana sehingga biaya pemeliharaan dan pengendalian lebih lebih murah.
4. Dampak lingkungan yang tidak berbahaya dibandingkan dengan proses lain.

1.8 Uraian Proses

Pembuatan akrolein dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

1. Tahap penyimpanan dan persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk

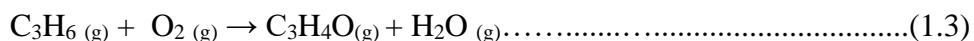
1.8.1 Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi akrolein adalah propena dan oksigen. Propena disimpan pada tanki (T-101) dengan suhu 30°C dan tekanan 13 atm hal ini agar propena tetap berfase cair. Dan oksigen disimpan pada tanki (T-102) dengan suhu -150°C dan tekanan 13 atm dalam fase cair.

Sebelum masuk ke reaktor (PFR-201) Propena dan oksigen dipompakan (P-101) dan (P-102) dengan tekanan 14 atm mengalir menuju *heat exchanger* (HE-101) dan (HE-102) untuk dinaikkan suhu awal menjadi 150°C kemudian dialirkan menuju *heater* (H-101) dan (H-102) untuk dipanaskan sampai suhu 350°C. Lalu tekanan diturunkan kembali hingga 2 atm menggunakan *valve* (VLV-101) dan (VLV-102) kemudian dialirkan ke reaktor (R-301).

1.8.2 Tahap Reaksi

Umpan reaktor terdiri dari arus umpan tangki propena (T-101) dan arus umpan tangki oksigen (T-102) masuk ke dalam reaktor (PFR-201). Reaktor yang digunakan yaitu *plug flow reactor* dengan kondisi operasi 2 atm dan 350°C. Katalis yang digunakan yaitu *bismuth molybdate*. Reaksi berlangsung secara eksotermis. Reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut:



Reaksi ini menghasilkan konversi 98,74%. Karena reaksi bersifat eksotermis, diperlukan pendingin untuk mencegah reaksi melewati rentang suhu yang diizinkan yaitu 300-400°C dengan waktu kontak 1,5 detik (Kirk Othmer, 2003). Hasil keluaran reaktor (PFR-201) selanjutnya dilakukan pemurnian pada absorber (ABS-301).

1.8.3 Tahap Pemurnian Produk

Proses ini berfungsi memisahkan akrolein dari impuritis untuk mendapatkan akrolein dengan kemurnian yang tinggi. Gas hasil keluaran reaktor

(PFR-201) diturunkan suhunya menjadi 60°C menggunakan *cooler* (CI-301) kemudian masuk kedalam absorber (ABS-301). Di kolom absorber ini, akrolein terserap sempurna oleh air pada suhu 60°C dan pada tekanan 2 atm lalu keluar sebagai hasil bawah pemisahan. Sedangkan hasil atas berupa gas sisa reaktan yang akan dibuang melalui *flare*.

Akrolein yang keluar dari absorber (ABS-301) diumpungkan ke menara distilasi (MD-301) untuk memisahkan akrolein dan air. Distilasi beroperasi pada suhu 50°C dengan tekanan 3 atm. Hasil atas menara distilasi (MD-301) adalah produk akrolein dengan kemurniaan 98,74%, sedangkan hasil bawah sebagian besar air dengan sedikit kandungan akrolein.

1.8.4 Tahap Penyimpanan Produk

Akrolein disimpan pada tangki penyimpanan (T-301) dengan suhu 30°C dan tekanan 2 atm. Dan produk samping berupa air langsung dialirkan menuju unit utilitas.

1.9 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam tahap perancangan pabrik. Hal ini dikarenakan mempengaruhi kelangsungan operasi pabrik, baik produksi produk maupun distribusi produk. Pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik diharapkan dapat memberikan keuntungan yang optimum. Lokasi yang dipilih harus memberikan biaya produksi dan distribusi yang minimum, dengan tetap memperhatikan ketersediaan tempat untuk pengembangan pabrik dan kondisi yang aman untuk operasi pabrik (Peter and timmerhaus, 2003).



Gambar 1.4 Lokasi Pendirian Pabrik

Adapun beberapa faktor yang harus diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik yang kita rancang agar secara teknis dan ekonomis menguntungkan. Adapun faktor-faktor yang harus dipertimbangkan.

1.9.1 Faktor Primer

A. Penyediaan bahan baku

Kriteria penilaian dititik beratkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Dalam hal ini, bahan baku utama (propena) diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center, Cilegon, Banten yang berkapasitas produksi 240.000 ton/tahun.

B. Pemasaran produk

Faktor yang perlu diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan akrolein dan jumlah kebutuhannya. Daerah Cilegon merupakan daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik karena dekat dengan Jakarta sebagai pusat perdagangan Indonesia

C. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Dengan adanya fasilitas jalan raya, rel kereta api dan pelabuhan laut yang memadai, maka pemilihan lokasi di Cilegon sangat tepat.

D. Tenaga kerja

Tersedianya tenaga kerja yang terampil mutlak diperlukan untuk menjalankan mesin-mesin produksi. Dan tenaga kerja dapat direkrut dari daerah Cilegon, Jakarta dan sekitarnya.

E. Penyediaan utilitas

Perlu diperhatikan sarana-sarana pendukung seperti tersedianya air, listrik, dan sarana lainnya sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Sebagai suatu kawasan industri yang telah direncanakan dengan baik dan tempat industri berskala besar (PT. Krakatau Steel dan PT. Chandra Asri Petrochemical Center), Cilegon telah mempunyai sarana-sarana pendukung yang memadai.

1.9.2 Faktor Sekunder

A. Perluasan areal pabrik

Cilegon memiliki kemungkinan untuk perluasan pabrik karena masih mempunyai areal yang cukup luas. Hal ini perlu diperhatikan karena dengan semakin meningkatnya permintaan produk akan menuntut adanya perluasan pabrik.

B. Karakteristik lokasi

Karakteristik lokasi ini menyangkut iklim di daerah tersebut, kemungkinan terjadinya banjir, serta kondisi sosial masyarakatnya. Dalam hal ini, Cilegon sebagai kawasan industri adalah daerah yang telah ditetapkan menjadi daerah industri sehingga pemerintah memberikan kelonggaran hukum untuk mendirikan suatu pabrik di daerah tersebut.

C. Kebijakan pemerintah

Dalam hal ini, pendirian pabrik juga perlu memperhatikan beberapa faktor kepentingan yang terkait di dalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri dan hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan dan hasil-hasil pembangunan. Disamping itu, pabrik yang didirikan juga harus berwawasan lingkungan, artinya keberadaan pabrik tersebut tidak boleh mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

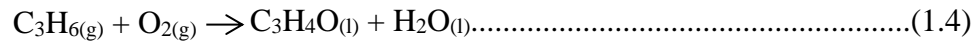
D. Kemasyarakatan

Dengan masyarakat yang akomodatif terhadap perkembangan industri dan tersedianya fasilitas umum untuk hidup bermasyarakat, maka lokasi di Cilegon dirasa tepat.

Dari pertimbangan faktor-faktor di atas, maka dipilih daerah Cilegon, Provinsi Banten sebagai lokasi pendirian pabrik akrolein.

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 1.6



Analisa ekonomi awal berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.6.

Tabel 1.8 Analisa Ekonomi Awal

	Bahan Baku			Produk	
	Propena	Oksigen	Bismut Molibdat	Akrolein	Air
Berat Molekul	42,08 gr/mol	32 gr/mol	28,98 gr/mol	56,06 gr/mol	18,02 gr/mol
Harga Per Kg	Rp. 5.390	Rp. 3.742	Rp. 21.000	Rp. 56.000	Rp. 0
Kebutuhan	1 mol × 42,08 gr/mol = 42,08 gr = 0,042 kg	1 mol × 32 gr/mol = 32 gr = 0,032 kg	1 mol × 28,98 gr/mol = 28,98 gr = 0,20898 kg	1 mol × 56,06 gr/mol = 56,06 gr = 0,056 kg	1 mol × 18,02 gr/mol = 18,2 gr = 0,018 kg
Harga Total	0,042 kg × Rp.6.390 = Rp 268,38	0,032 kg × Rp.3.742 = Rp 119,74	0,20898 kg × Rp. 21.000 = Rp 608,58	0,056kg × Rp 56.000 = Rp 3.136	0,018 kg × Rp. 0 = Rp. 0
Analisa Ekonomi	= Produk – Reaktan = (Rp 3.136 + Rp. 0) – (Rp. 268,38 + 119,74 + 608,58) = Rp 3.136 – Rp. 995,700 = Rp.2.140,300 / kg = Rp. 2.140.300 / Ton				

Berdasarkan Analisa ekonomi awal maka persentase keuntungan diperoleh berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{Keuntungan} &= \frac{\text{Rp. 2.140,300 / kg}}{\text{Rp. 995,700}} \times 100\% \\ &= 214,954 \% \end{aligned}$$

Maka persen keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 214,954 % dari produksi.