

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Akrolein (C_3H_4O) dikenal sebagai aldehida 2-propenal atau akrilik yang merupakan aldehida tak jenuh. Akrolein juga merupakan zat kimia berbentuk cair yang mengandung alkohol yang terdapat pada asap hasil dari pembakaran suatu tembakau atau rokok^[1].

Akrolein adalah bahan yang sangat beracun dengan sifat bahan menguap dengan cepat. Sifat akrolein sama dengan aseton akan tetapi mempunyai kelarutan dalam air yang berbeda. Akrolein disimpan dengan hidroquinon dan asam asetat sebagai inhibitor. Karakteristik utama dari akrolein adalah reaktivitasnya yang tinggi dikarenakan konjugasi gugus karbonil dengan gugus vinil. Akrolein banyak dibutuhkan secara komersial dari produk besar hingga produk kecil. Jumlah akrolein mentah yang jauh lebih besar diproduksi sebagai perantara dalam produksi asam akrilik. Lebih dari 85% asam akrilik yang diproduksi di seluruh dunia diproduksi dengan proses oksidasi^[2].

Produk akrolein sangat dibutuhkan dalam bahan pembuatan zat-zat organik maupun elektroplating untuk kebutuhan industri yang ada di Indonesia. Sampai saat ini pemenuhan akrolein di Indonesia masih dilakukan dengan cara mengimpor dari beberapa negara besar, dikarenakan pabrik akrolein masih belum ada di Indonesia. Data impor menunjukkan bahwa konsumsi akrolein di Indonesia sangat tinggi per tahunnya yaitu sebesar 12,41%.

Berdasarkan pada kebutuhan dan kegunaan produk akrolein maka pendirian pabrik akrolein di Indonesia perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah impor dan memanfaatkan sumber daya manusia yang ada di Indonesia.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Akrolein diproduksi secara komersial sejak tahun 1938. Proses produksi komersial pertamanya berdasarkan kondensasi asetaldehid dan formaldehid. Pada tahun 1940-an dikembangkan produksi akrolein dengan katalis tembaga oksida dan tembaga selenit dengan proses oksidasi fase uap propilen. Proses tersebut menghasilkan konversi yang lebih kecil yakni 15% sehingga memerlukan *recycle* dari propilen yang tidak terkonversi^[2].

Pada tahun 1957 *Standard Oil of Ohio* (Sohio) menemukan katalis bismuth molybdate yang dapat memproduksi akrolein dengan konversi yang besar yakni >90% dan pada kondisi tekanan rendah. Selama 30 tahun pula terdapat banyak penelitian dan perkembangan industri dan akademik untuk meningkatkan efisiensi dari katalis yang digunakan pada pembuatan akrolein, asam akrilik, dan akrilonitril. Sehingga pada masa sekarang telah diketahui proses produksi akrolein secara komersial yang berdasarkan pada oksidasi propilen dengan menggunakan katalis bismuth molybdate^[2].

1.3. Kegunaan Produk

Akrolein merupakan salah satu produk industri kimia yang saat ini semakin dibutuhkan. Penggunaan produk akrolein dalam dunia perindustrian sangat luas. Berikut beberapa kegunaan akrolein:

- Bahan pembuatan zat-zat organik
- Bahan pembuatan sintetik resin, keramik dan elektroplating
- Bahan pengawet minyak dan lemak^[1].

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

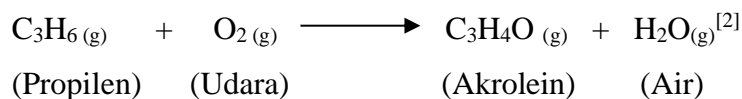
1.4.1. Bahan Baku Utama

1. Propilen^[3]

a. Sifat-sifat fisika

- Rumus molekul : C_3H_6
- Berat molekul : 42,081 g/mol
- Bau : ringan
- Kelarutan : larut dalam air
- Fase : gas
- Warna : tidak berwarna
- Densitas : 0,51 g/cm³
- Titik didih : -47,7 °C
- Titik leleh : -185 °C
- Temperatur kritis : 91,85 °C
- Tekanan uap : 136,6 psig
- Kemurnian : propilen $\geq 99,4$ %, impurities $CO_2 \leq 0,6$ %

b. Sifat-sifat kimia



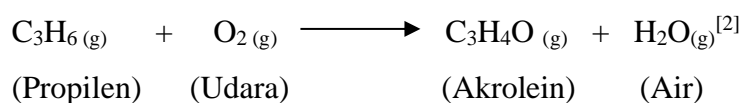
- Propilen dan udara yang direaksikan dengan proses oksidasi pada suhu 320 °C akan terurai menjadi akrolein dan air

2.Udara^{[4][5][6]}

a. Sifat-sifat fisika

- Berat molekul : 28,975 g/mol
- Bau : tidak berbau
- Kelarutan : larut dalam air
- Fase : gas
- Warna : tidak berwarna
- Densitas : 1,2 kg/m³
- Titik didih : -194,3 °C
- Titik leleh : -216,2 °C
- Temperatur kritis : Nilai terendah yang diketahui: -146,95 °C (nitrogen)
- Kemurnian : Nitrogen 79%, Oksigen 21%

b. Sifat-sifat kimia



- Propilen dan udara yang direaksikan dengan proses oksidasi pada suhu 320 °C akan terurai menjadi akrolein dan air

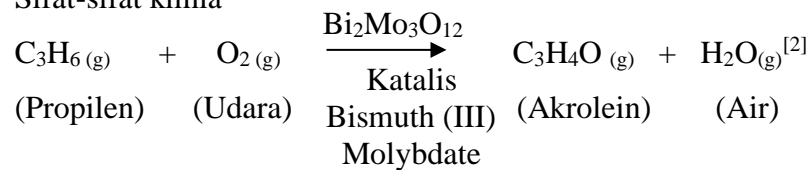
1.4.2.Bahan Pendukung**1.Katalis Bismuth (III) Molybdate**^[7]

a. Sifat-sifat fisika

- Rumus molekul : Bi₂Mo₃O₁₂
- Berat molekul : 897,77g/gmol
- Bentuk : kristal
- Fase : padat
- Warna : abu-abu
- Densitas : 35,950 g/cm³

- Umur katalis : 10 tahun

b. Sifat-sifat kimia



- Bismuth (III) Molybdate sebagai katalis untuk membantu propilen dan udara dalam mempercepat proses reaksi dalam membentuk akrolein

2. Hidroquinon^[8]

a. Sifat fisika

- Rumus molekul : C₆H₆O₂
- Berat molekul : 110,11 g/mol
- Bau : tidak berbau
- Kelarutan : larut dalam air
- Bentuk : kristal
- Fase : padat
- Warna : tidak berwarna hingga menjadi putih, dan pada paparan cahaya mengalami perubahan warna
- Densitas : 1,32 g/cm³
- Titik didih : 285 - 287 °C
- Titik leleh : 170 - 172 °C
- Tekanan uap : 2,34 × 10⁻³ Pa pada 25°C
- Kemurnian : hidroquinon >99%, impurities <1% air

1.4.3. Produk Utama

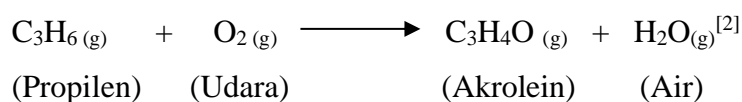
1. Akrolein^{[2][9][10]}

a. Sifat fisika

- Rumus molekul : C₃H₄O
- Berat molekul : 56,06 g/mol
- Bau : menyengat
- Kelarutan : larut dalam air
- Fase : cair
- Warna : tidak berwarna sampai kuning muda
- Densitas : 0,8412 kg/L

- Titik didih : 52,69 °C
- Titik leleh : -87,0 °C
- Temperatur kritis : 233 °C
- Tekanan kritis : 5,07 Mpa
- Kemurnian : akrolein 97%, air <3%, hidroquinon <0,1%,
asetaldehid <0,3%

b. Sifat kimia



- Propilen dan udara yang direaksikan dengan proses oksidasi pada suhu 320 °C akan terurai menjadi akrolein dan air sebagai produk utama

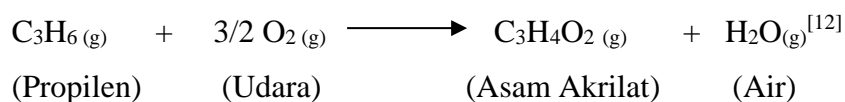
1.4.4. Produk Samping

1. Asam Akrilat^[11]

a. Sifat-sifat fisika

- Rumus molekul : C₃H₄O₂
- Berat molekul : 72,06 g/mol
- Bau : berbau
- Kelarutan : larut dalam air
- Fase : cair
- Warna : tidak berwarna
- Densitas : 1,051 g/cm³
- Titik didih : 139 °C
- Titik leleh : 13 °C
- Tekanan uap : 0,53 kPa pada 20 °C
- Kemurnian : 99,5% (min)

b. Sifat kimia



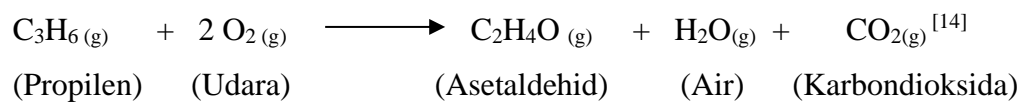
- Propilen dan udara yang direaksikan dengan proses oksidasi pada suhu 320 °C akan terurai menjadi asam akrilat dan air

2. Asetaldehid^[13]

a. Sifat-sifat fisika

- Rumus molekul : C₂H₄O
- Berat molekul : 44,05 g/mol
- Bau : berbau tajam (buah)
- Kelarutan : mudah larut dalam air
- Fase : cair
- Warna : tidak berwarna
- Densitas : 0,783 g/cm³
- Titik didih : 21 °C
- Titik leleh : -123,5 °C
- Temperatur kritis : 188 °C
- Tekanan uap : 101,3 kPa pada 20 °C
- Kemurnian : 99%

b. Sifat kimia



- Propilen dan udara yang direaksikan dengan proses oksidasi akan terurai menjadi asetaldehid, air dan karbon dioksida

1.5. Analisa Pasar

1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk akrolein bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri kimia dalam negeri yang tersebar di seluruh Indonesia. Apabila kebutuhan dalam negeri telah terpenuhi maka produk akan dipasarkan keluar negeri (ekspor). Oleh karena itu untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk^{[15][16]}

No.	Bahan	Berat Molekul	Harga (\$/kg)
1.	C ₃ H ₆	42,08	1,5
2.	C ₃ H ₄ O	56,08	90

$$\begin{aligned}
 \text{EP (Ekonomi Potensial)} &= \Sigma (\text{koef reaksi} \times \text{BM} \times \text{harga})_{\text{produk}} - \Sigma (\text{koef reaksi} \\
 &\quad \times \text{BM} \times \text{harga})_{\text{reaktan}} \\
 &= (1 \times 56,08 \times 90) - (1 \times 42,08 \times 1,5) \\
 &= \text{US\$ } 4984,08/\text{kmol}
 \end{aligned}$$

Kurs dollar pada tanggal 17 Februari 2022, Bank Indonesia = Rp. 14.316,-

Dari hasil hitungan di atas didapatkan bahwa pabrik akrolein memiliki nilai ekonomi dan dapat didirikan pada tahun 2027.

1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi dalam perencanaan suatu pabrik sangat penting. Perencanaan digunakan untuk mengetahui jumlah produk yang dibutuhkan dalam negeri dan juga luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan dengan mengetahui nilai permintaan atau konsumsi setiap tahunnya dengan melihat perkembangan industri dalam skala kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pabrik akrolein akan berdiri pada tahun 2027. Sebagai acuan perkiraan data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2017-2021, sehingga perkiraan penggunaan akrolein pada tahun 2027 dapat diketahui dengan hitungan rumus sebagai berikut :

$$M = P (1+i)^n \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana :

M = Jumlah impor pada tahun 2027 (ton/tahun)

P = Jumlah impor pada tahun 2017 (ton/tahun)

i = Rata – rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = Jangka waktu pabrik berdiri (2021 – 2027) = 6 tahun

Tabel 1.2. Data Impor Akrolein di Indonesia^[17]

No.	Tahun	Jumlah Impor (ton)	Pertumbuhan
1.	2016	6282,11	-
2.	2017	8462,91	19,40%
3.	2018	9823,13	13,85%
4.	2019	10098,15	2,72%
5.	2020	10249,73	1,48%
6.	2021	13593,87	24,60%
Rata – rata			12,41%

Dari data diatas dapat diketahui kapasitas impor akrolein pada tahun 2027 yakni :

$$\begin{aligned} M &= P (1 + i)^n \\ &= 13.593,87 \times (1 + 0,1240)^6 \\ &= 27.426,54 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Kegiatan ekspor dapat memperlancar kinerja dari suatu pabrik, dimana secara umum diasumsikan ekspor pendirian pabrik sekitar 40-60%. Oleh karena itu pendirian pabrik ini diambil nilai asumsi ekspor sebesar 60% dari kapasitas pabrik baru untuk menaikkan devisa negara, sehingga kebutuhan impor dapat diminimalisir, maka:

$$M_{\text{ekspor}} = 0,6 M \dots\dots\dots(1.2)$$

Dari hasil di atas dapat dihitung kapasitas pabrik akrolein pada tahun 2027 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

Sehingga kapasitas pabrik baru,

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik baru (M)} &= M_{\text{ekspor}} + M_{\text{impor}} \\ M &= 0,6M + 27426,54511 \\ 0,4M &= 27426,54511 \\ M &= 69986,04 \\ M &= 70000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2027 adalah sebesar 70.000 ton/tahun.

1.6. Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangatlah menentukan dalam kemajuan dan keberlangsungan industri pada masa kini dan pada masa mendatang. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya faktor lokasi pabrik tersebut beroperasi. Faktor lokasi meliputi biaya produksi dan distribusi serta pertimbangan sosial dan budaya masyarakat sekitar. Berikut beberapa faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik:

1. Faktor utama:

A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait bahan baku yaitu:

- Letak sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada

- Kapasitas sumber bahan baku
- Cara mendapatkan bahan baku serta distribusinya

B. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait daerah pemasaran yaitu:

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Kemampuan daya serap pasar dan prospek pasar di masa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait tenaga listrik dan bahan bakar yaitu:

- Ada atau serta jumlah tenaga listrik
- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Pusat Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

D. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu:

- Dari air sungai atau sumber air
- Dari air kawasan industri
- Dari perusahaan air minum (PDAM)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait iklim yaitu:

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksinya
- *Humidity* dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Meliputi pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan. Selain itu terdapat beberapa terkait fasilitas lain yakni jalan raya, sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut dan pelabuhan yang ada.

B. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Tingkat penghasilan tenaga kerja pada daerah tersebut
- Perburuhan dan serikat buruh
- Mudah atau sukarnya mendapatkan tenaga kerja di sekitar pabrik

C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan-terkait daerah industri
- Ketentuan terkait jalan umum yang ada
- Ketentuan terkait jalan umum bagi industri yang ada di daerah tersebut

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi pabrik
- Harga tanah
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru
- Kondisi jalan serta pengaruh air

E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Adat istiadat atau kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, tempat ibadah, poliklinik, dan sekolah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya

F. Pembuangan limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh unit buangan pabrik berupa gas, cair, maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, maka pembangunan pabrik Akrolein akan didirikan di Kawasan Industri Estate Cilegon, Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan, Cilegon, Banten. Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomis. Ada beberapa faktor pemilihan lokasi pabrik di Kawasan Industri Estate Cilegon yang meliputi:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama berupa propilen yang digunakan dalam produksi akrolein dapat diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk, Cilegon yang memiliki kapasitas 600.000 ton/tahun, sedangkan udara diperoleh langsung dari lingkungan.

2. Transportasi

Sarana transportasi pada daerah kawasan ini sangatlah mudah diakses baik darat ataupun laut karena tersedianya jalan tol serta pelabuhan yang dekat dengan lokasi pabrik yang akan direncanakan.

3. Utilitas

Kebutuhan pendukung seperti air, energi dan bahan bakar di lingkungan kawasan Industri Estate, Cilegon, Banten tersedia cukup memadai. Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai Cidanau. Kebutuhan energi listrik dipenuhi oleh PT. PLN Rayon Cilegon. Dan kebutuhan bahan bakar berupa solar untuk menjalankan generator diperoleh dari Pertamina.

4. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat tercukupi dari masyarakat sekitar maupun dari berbagai daerah di Indonesia.

5. Biaya untuk Tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.



Gambar 1.1. Peta Negara Indonesia



Gambar 1.2. Peta Wilayah Banten



Gambar 1.3. Peta Lokasi Pabrik Akrolein

Kawasan Industri Estate Cilegon, Gunung Sugih, Kecamatan Ciwandan,
Cilegon, Banten