



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang disertai dengan kemajuan sektor industri, menuntut semua negara ke arah industrialisasi.

Sebagai negara yang sedang berkembang, pembangunan industri di Indonesia terus mengalami peningkatan. Terutama pembangunan industri kimia. Namun, Indonesia belum seluruhnya dapat menghasilkan produk kimia sendiri untuk memenuhi kebutuhan sektor industri kimia. Salah satu contohnya adalah akrilamida yang berfungsi penting sebagai bahan baku, maupun bahan penunjang proses industri. Ketergantungan impor yang lebih besar dari ekspor menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga perlu usaha penanggulangan. Salah satu caranya dengan pendirian pabrik akrilamida untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, namun juga berorientasi ekspor.

Akrilamida (atau amida akrilat) adalah senyawa organik sederhana dengan rumus kimia C_3H_5ON dan nama IUPAC-nya adalah 2-propenamida. Senyawa ini merupakan salah satu bahan dasar berbagai jenis industri, diantaranya *polyacrylamide* yang digunakan sebagai flokulan proses pemisahan padatan halus tersuspensi. Selain itu, Akrilamida juga dapat digunakan sebagai *thickening agent* bagi air dan sebagai bahan pembantu penyerapan zat warna pada proses pembuatan kertas.

1.2 Kapasitas Prarancangan

Dalam penentuan kapasitas rancangan suatu pabrik, diperlukan beberapa pertimbangan. Kapasitas dari suatu pabrik dapat mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis. Dari segi teknis, industri akrilamida yang direncanakan harus senantiasa memperhatikan kebutuhan pasar akan produk, ketersediaan bahan baku dan kapasitas minimum.



I.2.1 Kebutuhan Akrilamida

Kapasitas pabrik akrilamida ditentukan berdasarkan dari kebutuhan impor dalam negeri yang berasal dari negara lain.

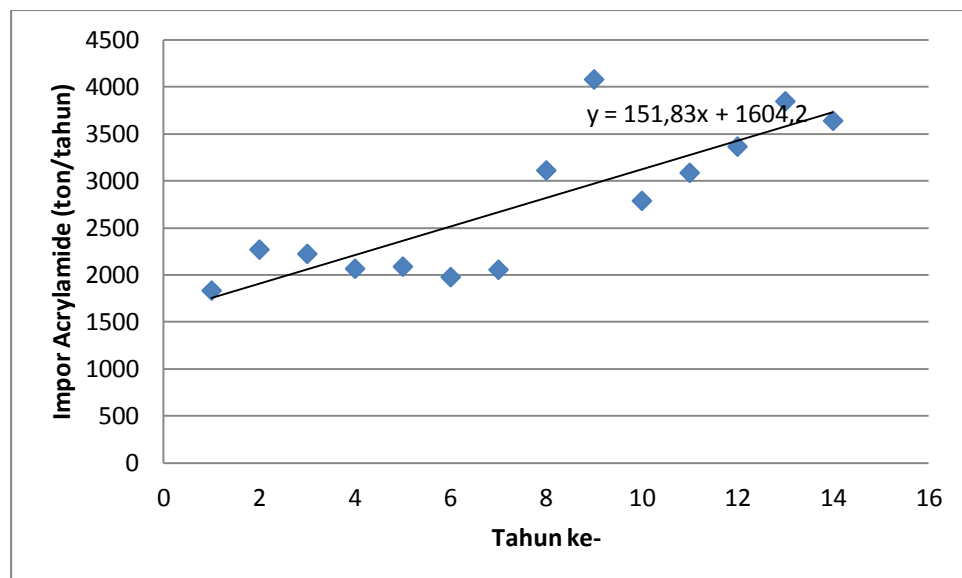
Hal ini dapat dilihat dalam tabel dibawah ini :

Tabel 1.1 Kebutuhan Impor Akrilamida Tahun 2003-2013

No	Tahun	Impor (kg/tahun)
1	2003	2.064.359
2	2004	2.086.706
3	2005	1.974.561
4	2006	2.053.649
5	2007	3.109.372
6	2008	4.076.955
7	2009	2.786.230
8	2010	3.084.470
9	2011	3.362.811
10	2012	3.843.869
11	2013	3.673.250

(Biro Pusat Statistik, 2014)

Dari data pada tabel 1.1 dapat dibuat regresi linier hubungan antara tahun dengan jumlah impor akrilamida :



Gambar 1.1 Grafik impor akrilamida tiap tahun

Dari gambar 1.1 diperoleh persamaan regresi jumlah impor tahun ke – adalah = $151,8x - 1604$. Jadi, pada tahun 2020 diperkirakan Indonesia membutuhkan akrilamida sebesar 5.000 ton/tahun.



I.2.2 Kapasitas Rancangan Minimum

Kapasitas rancangan produksi akrilamida harus diperkirakan sesuai kapasitas produksi yang menguntungkan. Perkiraan dari kapasitas pabrik dapat dilakukan dengan melihat kapasitas pabrik akrilamida yang sudah berdiri. Dari tabel 1.2 terlihat bahwa kapasitas 15.000 ton/tahun telah cukup menguntungkan. Produksi ini terdistribusi sebanyak 35% untuk pemenuhan kebutuhan dalam negeri dan 65% diekspor ke Australia dan New Zealand. Akrilamida tidak diproduksi di Australia. Kebutuhan impor akrilamida rata-rata di Australia sebanyak 11.400 ton/tahun sedangkan di New Zealand sebanyak 600 ton/tahun.

Tabel 1.2 Produsen Akrilamida

Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Kemira Water Solution	Amerika	41.000
Mitsui	Jepang	10.000
Nalco	Amerika	20.000
Nanjing Lanya Chemical	China	36.000

(Icis Chemical Business Americas, 2005)

I.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku perlu diperhatikan guna untuk menjamin kontinuitas produksi dari suatu pabrik. Bahan baku pembuatan akrilamida yaitu akrilonitril. Bahan baku akrilonitril diperoleh dari Candra Asih Petrochemical Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 340.000 ton/tahun. Sehingga dengan demikian bahan baku cukup tersedia dan mudah diperoleh.

I.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam perancangan suatu pabrik karena hal ini menyangkut langsung pada nilai ekonomi, keamanan dan kelancaran operasional pabrik yang akan dibangun.

Pabrik akrilamida direncanakan didirikan dikawasan industri Cilegon, Banten. Adapun dasar pertimbangan pemilihan lokasi tersebut adalah sebagai berikut :



1. Prospek pasar

Dipilih lokasi pabrik dikawasan industri Cilegon, Banten karena mengingat kawasan Cilegon sebagai pusat industri yang berkembang pesat. Dengan prioritas utama pasar dalam negeri maka diharapkan lokasi ini tidak jauh dari konsumen, sehingga biaya distribusi akan lebih murah dan memperoleh hasil penjualan yang maksimal. Kelebihan kapasitas yang mungkin terjadi dapat dengan mudah diekspor melalui pelabuhan yang terletak relatif dekat dengan lokasi pendirian pabrik.

2. Letak sumber bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi keberlangsungan operasi produksi sehingga keberadaannya harus diperhatikan. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan akrilamida yaitu akrilonitril yang dapat diperoleh dari Tong Suh Petrochemical, Korea Selatan, sehingga dipilih cilegon karena letaknya yang berdekatan dengan pelabuhan sehingga meminimalkan biaya transport.

3. Utilitas

Utilitas pabrik ini meliputi tenaga listrik, air dan bahan bakar. Pengadaan listrik disuplai dari PLN setempat dan generator disel sebagai sumber cadangannya. Kebutuhan bahan bakar dapat diperoleh dari PT. Pertamina (persero). Sedangkan untuk memenuhi kebutuhan air, dapat langsung mengambil dari air waduk.

4. Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran suatu proses produksi. Tenaga kerja ahli biasa didapatkan didaerah yang dekat dengan pusat pendidikan. Pemerataan tenaga kerja disesuaikan dengan pendidikan dan keterampilan. Kawasan Cilegon merupakan kawasan yang padat penduduk sehingga tenaga kerja dapat dengan mudah terpenuhi.



5. Tersedianya fasilitas transportasi

Transportasi merupakan penunjang utama dalam penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi darat (jalan raya) dan laut (pelabuhan merak dan pelindo II).

6. Kebijakan pemerintah

Cilegon, Banten adalah kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah. Sehingga memudahkan hal yang menyangkut kebijakan pemerintah perihal perijinan, pajak dan teknis pendirian pabrik.

I.4 Tinjauan Pustaka

Akrilamida ditemukan sejak tahun 1893, namun mulai diproduksi secara komersial setelah ditemukannya akrilonitril pada tahun 1940. Akrilamida ditawarkan untuk pertama kali pada tahun 1952 oleh American Cinamid Company dan diproduksi secara komersial mulai tahun 1954. Pada saat ini pabrik akrilamida sudah tersebar di Eropa, USA, Jepang.

(Kirk and Orthmer, 1911).

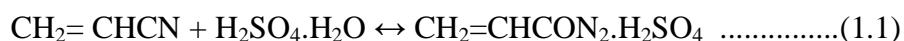
I.4.1 Macam-macam Proses

Ada beberapa cara pembuatan akrilamida antara lain :

1. Proses Asam Sulfat

Proses asam sulfat merupakan, metode konvensional yang mereaksikan akrilonitril dengan asam sulfat monohidrat ($H_2SO_4 \cdot H_2O$) diikuti dengan pemisahan produk dari garam sulfat menggunakan netralisasi basa.

Reaksi yang terjadi :



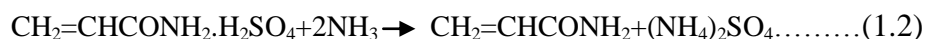
Proses ini menghasilkan *yield* monomer yang cukup besar, baik dalam bentuk kristal maupun larutan. Tapi proses ini juga menghasilkan produk sulfat yang tidak dikehendaki. Reaksi biasanya berlangsung pada *glass-line equipment* pada suhu 90-100°C dengan waktu tinggal 1 jam. Reaksi yang terjadi sangat eksotermis. Semakin lama waktu



Pendahuluan

tinggal dan semakin tinggi suhu dapat menaikkan selektivitas dari impuritas, terutama polimer dan asam akrilat. Akrilamid sulfat yang dihasilkan dinetralsir dengan penambahan ammonia hingga dihasilkan kristal akrilamida dan ammonium sulfat sebagai hasil samping.

Reaksi yang terjadi :



Bagian tersulit dan mahal dari proses ini adalah pemisahan akrilamida dengan ammonium sulfat. Pada saat ini proses ini tidak lagi digunakan untuk memproduksi akrilamida secara komersial.

(Kirk and Othmer, 1991)

2. Proses Biologi

Proses biologi dikembangkan oleh Nitto Chemical Industry pada tahun 1985 menggunakan mikroorganisme untuk menghasilkan akrilamida dari akrilonitril melalui proses hidrolisis enzimatis. Reaksi ini menggunakan katalis nitril hidrolase yaitu enzim *nitriasiacally active* yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti *Corynebacterium N-774*, *Bacillus*, *Bacteridium*, *Micrococcus*, *Nocardia* dan *Pseudomonas*. Jenis bakteri yang dikembangkan adalah *Rhodococcus rhodochous*, yang dapat meningkatkan kapasitas dari 6000 ton/tahun menjadi 20.000 ton/tahun. Reaksi ini dijalankan pada suhu 0-15°C dan pH antara 7-9 dengan konversi yang hampir sempurna dan produk samping seperti asam akrilat dalam jumlah kecil.

(Kirk and Othmer, 1991)

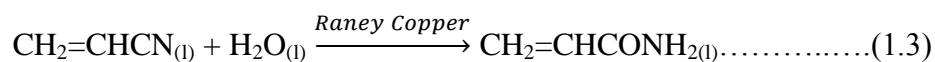
3. Proses Hidrolisis Katalitik

Kelemahan pada proses asam sulfat dapat diatasi dengan mengembangkan proses hidrolisis katalitik menggunakan katalis padat, misalnya mangan dioksida, tembaga oksida, tembaga krom oksida, *raney copper*. Proses ini menghasilkan selektivitas hampir 100% tergantung dari jenis katalis yang digunakan.

Katalis *raney copper* terdiri dari 2-45% berat aluminium dengan kisaran diameter 0,0002 - 0,5 inci.



Reaksi yang terjadi (Onuoha & Wainwright, 1984) :



Reaksi terjadi pada kisaran suhu 70-100 °C. Proses ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan proses asam sulfat yaitu tidak adanya produk samping reaksi sehingga pemurnian yang mahal dapat dihindari dan terjadi peningkatan konversi dari 80% menjadi 97% Kisaran komposisi reaktan masuk reaktor adalah 5-50% berat akrilonitril.

I.4.2 Alasan Pemilihan Proses

Proses yang dipilih dalam pembuatan akrilamida adalah proses hidrolisis katalitik fase cair dengan mempertimbangkan nilai konversi yang tinggi, tidak memerlukan unit pemisahan katalis, dan tidak memerlukan pemurnian yang mahal karena tidak memiliki produk samping.

I.4.3 Kegunaan Produk

Akrilamida merupakan bahan *intermediate* yang sebagian besar digunakan untuk pembuatan *polyacrylamide*. Selain itu akrilamida juga digunakan pada proses pengolahan plastik dan sebagai pemurni air. Gel akrilamida berperan pada proses elektroforesis sedangkan *polyacrylamide* berfungsi juga sebagai bahan flokulasi dan pengental.

(Kirk and Othmer, 1991)

I.4.4 Sifat Fisis dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

1. Akrilonitril

Sifat Fisis :

- Rumus kimia : C₃H₃N
- Berat molekul : 53 gr/mol
- Bentuk : cair
- Titik beku : -83,5 °C



-
- Titik didih : 77,3 °C
 - Densitas pada 20 °C : 806 kg/m³
 - Tekanan uap pada (20°C) : 0,115 bar
 - Kelarutan pada air (20°C) : 7,3% berat
 - Viskositas (25°C) : 0,34 cP

(kirk and Othmer, 1991)

Sifat Kimia :

Reaksi pada akrilonitril terjadi pada ikatan rangkap karbon dan atau bagaian nitril. Homopolimer dan kopolimer paling mudah terjadi pada fase cair

Reaksi – reaksi yang terjadi pada akrilonitril diantaranya ;

- Hidrolisis dengan asam sulfat menjadi akrilamida sulfat ($C_3H_3NO.H_2SO_4$) dan dapat berubah menjadi akrilamida dengan netralisasi menggunakan basa.
- Hidrolisis total menghasilkan asam akrilat dengan menggunakan mineral basa.
- Hidrolisis parsial menghasilkan akrilamida dengan menggunakan katalis tembaga maupun biokatalisator.
- Adisi Diels-Alder membentuk produk senyawa siklis.
- Hidrogenasi dengan menggunakan katalitis metal menghasilkan propionitril (C_3H_5N) dan propilamina (C_3H_9N)
- Hidrodimerisasi menghasilkan adiponitril
- Adisi halogen menghasilkan dihalopropionitril

(kirk and Othmer, 1991)

2. Air

Sifat Fisis :

- Rumus kimia : H₂O
- Berat molekul : 18,015 gr/mol
- Bentuk : cair
- Titik didih : 100°C



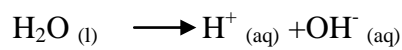
- Titik beku : 0 °C
- Densitas pada 25 °C : 1000 kg/m³

(Kirk and Othmer, 1991)

Sifat Kimia :

- Merupakan kovalen polar
- Elektrolit lemah, mampu menghantarkan listrik karena terionisasi

Reaksi :



- Dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa
- Bereaksi dengan oksida logam membentuk hidroksida yang bersifat ion (basa)

(Faith and Keyes, 1957)

3. Katalis

Raney Copper

- Bentuk : Padat
- Bulk Density : 1,200 kg/m³
- Kadar : 48% Cu, 21% Al
- Diameter : 0.032 m
- Umur katalis : 2 tahun

(BASF, 2009)

B. Sifat Fisis dan Kimia Produk

1. Akrilamida

Sifat Fisis :

- Rumus kimia : C₃H₅ON
- Berat molekul : 71,08 gr/mol
- Bentuk : cair
- Tekanan uap : 9,3 x 10⁻⁵ bar
- Titik didih (0,03 bar) : 136 °C
- Densitas pada 25 °C : 1,122 kg/L



Sifat Kimia :

Akrilamida merupakan monomer yang memiliki ikatan rangkap yang reaktif dan ikatan amida. Sehingga reaksi yang terjadi pada akrilamida juga melibatkan kedua jenis ikatan tersebut.

Berikut ini beberapa jenis ikatan akrilamida :

- Reaksi non katalis akrilamida dengan amina primer menghasilkan produk mono atau bis.

Reaksi :



- Bereaksi dengan keton aktif menghasilkan *adducts* yang akan berubah menjadi *lactam*. *Lactam* dapat terhidrolisis menjadi propionat.
- Pada kondisi asam, akrilamida dapat dipisahkan dari air dengan cara klorinasi.
- Bereaksi dengan *Dienes* membentuk *Diels – Alder*.
- Akrilamida dapat teroksidasi menggunakan katalis *osmium tetroxide* menghasilkan glikol dengan natrium hipoklorit.
- Oksidasi akrilamida tanpa katalis menghasilkan N-vinil-N'-akrilolilurea.
- Bereaksi dengan asam sulfat berkonsentrasi menghasilkan garam akrilamid sulfat yang apabila reaksi dilanjutkan dengan alkohol akan menghasilkan akrilat ester.
- Dehidrolisis akrilamida menggunakan mangan dioksida atau fosfor pentaoksida pada 500°C menghasilkan akrilonitril.
- Aldehid bereaksi dengan akrilamida pada kondisi netral atau basa menghasilkan N-metiloakrilamide.

(Kirk and Othmer, 1991)