

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Pertumbuhan ilmu pengetahuan serta teknologi diiringi oleh kemajuan zona industri menuntut seluruh negara ke arah industrialis. Hingga disaat ini, pembangunan industri di Indonesia terus hadapi kenaikan paling utama pembangunan industri kimia. Tetapi, Indonesia banyak mengimpor bahan baku serta produk industri kimia dari luar negeri. Contohnya ialah *acrylamide* yang berperan penting untuk bahan baku ataupun bahan penunjang proses industri. Ketergantungan bahan baku impor yang lebih besar dibandingkan dengan bahan baku ekspor menimbulkan devisa negara menurun, sehingga butuh usaha penanggulangan. Salah satu triknya adalah mendirikan pabrik guna memenuhi kebutuhan dalam negeri.

*Acrylamide* ialah bahan dasar bermacam tipe industri antara lain *polyacrylamide* yang bermanfaat untuk flokulan proses pembelahan padatan halus tersuspensi. Tidak hanya itu *polyacrylamide* pula berperan untuk thickening agent untuk air serta untuk bahan pembantu penyerapan zat warna pada proses pembuatan kertas. Sepanjang ini kebutuhan baik dalam wujud monomer serta polimernya, masih diimpor dari negara lain.

Penyebab utama pendirian pabrik *acrylamide* ialah pabrik *acrylamide* yang terdapat belum sanggup penuhi kebutuhan *acrylamide* di Indonesia, sebaliknya kebutuhan bahan flokulan serta *thickening* agent cukup besar paling utama sebagai pabrik kertas, pengolahan air serta pengolahan mineral.

Kenaikan industri kimia di Indonesia wajib diimbangi dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku ataupun bahan penunjang. Karenanya, pabrik *acrylamide* butuh didirikan dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- a. Penghematan devisa negara, serta adanya pabrik *acrylamide* di dalam negeri hingga impor *acrylamide* bisa dikurangi.
- b. Penambahan devisa negara serta mengekspor untuk hasil produksi *acrylamide* ke luar negeri.

- c. Perluasan lapangan kerja baru ke masyarakat di sekitar daerah industri yang didirikan.
- d. Pemicu pendirian beberapa pabrik baru menggunakan bahan baku *acrylamide*. Pabrik *acrylamide* ini direncanakan didirikan di Cilegon, Jawa Barat. Pemilihan ini dikarenakan Cilegon ialah kawasan industri dan dekat dengan pelabuhan sehingga mempermudah proses distribusi bahan baku.

## I.2. Tinjauan Pustaka

*Acrylamide* ditemukan pada tahun 1893, tetapi produksinya dimulai secara komersil setelah ditemukan *acrylonitrile* di tahun 1940. Dan pertama kalinya *acrylamide* diperkenalkan ke dunia perdagangan di tahun 1952 oleh *American Cyanamid Company* serta diproduksi secara komersil di tahun 1954. Di masa sekarang pabrik *acrylamide* sudah tersebar di Rusia, USA, Eropa dan Jepang.

*Acrylamide* ialah bahan *intermediete* yang sebagian digunakan sebagai pembuatan *polyacrylamide*. *Polyacrylamide* digunakan dalam *Enchanted OilRecovery* (EOR) untuk bahan adiktif, sebagai flokulan pada pengolahan air limbah, dan juga sebagai adiktif pada industri kertas.

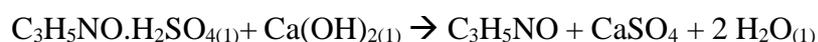
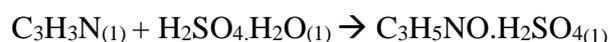
*Acrylonitrile* memiliki rumus molekul  $C_3H_3N$  yakni molekul tak jenuh yang mempunyai ikatan rangkap karbon-karbon terkonjugasi sebagai gugus nitril. Ini ialah molekul polar karena keberadaan heteroatom nitrogen. *Acrylonitrile* diproduksi dalam jumlah komersial hampir secara eksklusif oleh proses ammoksidasi propilena katalitik fase-uap yang dikembangkan oleh Sohio. (Kirk & Othmer, 1991)

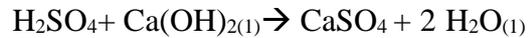
### I.2.1. Metode Proses Produksi Acrylamide

Proses pembuatan *acrylamide* ada 3 macam, yakni :

#### I.2.1.1 Metode Asam Sulfat

Reaksi yang terjadi :





Pada proses ini mula-mula antara H<sub>2</sub>O dengan asam sulfat pekat dicampur menjadi larutan asam sulfat encer. Kemudian direaksikan dengan akilonitril menjadi *acrylamide sulfat* pada suhu 90°C dan tekanan 1,5 atm. Setelah itu dinetralkan dengan Ca(OH)<sub>2</sub> untuk mengikat sulfat, sehingga akan dihasilkan *acrylamide* dan CaSO<sub>4</sub>. Larutan *acrylamide* dipekatkan dan dikristalkan. Kristal *acrylamide* kemudian akan dikeringkan. Reaksi hidrolisis berlangsung selama 0,5 jam.

Reaksi hidrolisis ini relatif mudah dan memberikan hasil akrilamida sulfat yang tinggi. Proses netralisasi dilakukan dengan menggunakan Ca(OH)<sub>2</sub> di tangki Netraliser. Proses ini merupakan tahap yang penting, karena dalam proses ini terjadi pemisahan antara *acrylamide* dengan asam sulfat sebagai CaSO<sub>4</sub>, berdasarkan kelarutannya. Penggunaan Ca(OH)<sub>2</sub> dalam proses netralisasi yaitu karena antara CaSO<sub>4</sub> yang terbentuk dalam akrilamida merupakan senyawa yang tidak saling melarutkan sehingga memudahkan proses pemisahannya. Dalam proses memisahkan *acrylamide* dengan *ammonium sulfat* merupakan bagian tersulit dan mahal. Pada proses ini sulit didapatkan kemurnian yang tinggi. Saat ini proses tersebut tidak digunakan lagi untuk memproduksi *acrylamide* secara komersil (Kirk & Othmer, 1991).

### **I.2.1.2 Proses Biologi**

Proses biologi dikembangkan oleh *Nitto Chemical Industry* pada tahun 1985 menggunakan mikroorganisme untuk menghasilkan *acrylamide* dari *acrylonitrile* melalui proses hidrolisis enzimatik dengan tekanan 1 atm. Reaksi ini menggunakan katalis *nitrile hidrolase* yaitu enzim *nitrially active* yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti

*Corynebacterium N-774*, *Bacillus*, *Bacteridium*, *Micrococcus*, *Nocardia*, dan *Pseudomonas*. Jenis bakteri ini dikembangkan adalah *Rhodococcus rhodocous*, yang dapat meningkatkan kapasitas dari 6000 ton/tahun menjadi 20.000 ton/tahun. Reaksi ini dijalankan pada suhu 0- 15°C dan pH 7-9 dengan konversi yang hampir sempurna sebesar 98% dan produk samping seperti asam akrilat dalam jumlah kecil. (Kirk & Othmer, 1991)

### **I.2.1.3 Metode Hidrasi Katalitik**

Reaksi yang terjadi :



Pada proses ini menggunakan katalis padat berupa logam tembaga. Reaksi berlangsung selama 1 jam, *acrylonitril* yang tidak bereaksi diupkan sehingga akan terbentuk akrilamida murni. Proses hidrasi berlangsung pada suhu 50 °C atau lebih tinggi. Kecepatan hidrasi akan lebih tinggi dengan meningkatkan suhu. Pada suhu 150 °C atau lebih, proses polimerisasi dari *acrylonitril* maupun *acrylamide* murni mulai berlangsung, oleh karena itu temperatur optimal adalah 70 sampai 150 °C. Proses ini menghasilkan selektivitas hampir 100% tergantung pada jenis katalis yang digunakan (Kirk & Othmer, 1991). Katalis *ronney cooper* terdiri dari 2-45% berat alumunium dengan kisaran diameter 0,002-0,5 inch (US Patent No. 3.920.740, 1985). Katalis yang digunakan jika sudah tidak aktif perlu diaktifkan kembali dengan proses regenerasi yang merupakan reaksi yang sangat eksotermis.

### **I.2.2. Pemilihan Proses**

Dari berbagai macam proses pembuatan *acrylamide* yang telah dijelaskan maka perbandingan ketiga proses diatas tercantum pada Tabel I.1 sebagai berikut :

Tabel I. 1 Perbandingan Beberapa Proses Pembuatan *Acrylamide*

	Metode asam sulfat	Proses biologi	Metode Hidrolisis Katalitik
suhu	90°C	0- 15°C	50 °C-150°C
tekanan	1,5 atm	1 atm	2 atm
konversi	80%	98%	95%
Fase reaksi	Cair	Cair	Cair
Jenis reaktor	Fixed bed	-	RATB
Jenis katalis	Asam sulfat	<i>nitrile hidralase</i>	<i>Raney Copper</i>

(Kirk &amp; Othmer, 1991)

Setelah memperhatikan perbandingan proses pada Tabel I.3 di atas, proses yang dipilih adalah proses dengan metode hidrolisis katalitik dengan pertimbangan proses ini mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan proses asam sulfat yaitu tidak ada produk samping reaksi sehingga pemurnian yang mahal dapat dihindari dan terjadi peningkatan konversi dari 80% dengan asam sulfat menjadi 95%. Kisaran komposisi reaktan masuk reaktor adalah 5-50% berat untuk *acrylonitrile* (US Patent No. 4.302.597, 1981).

### I.2.3. Tinjauan Kinetika Reaksi

Orde reaksi yang digunakan yaitu orde dua. Data yang didapat dari EP0635484A1 adalah sebagai berikut :

Suhu operasi	: 85°C
Waktu reaksi	: 60 menit
Konversi (X <sub>a</sub> )	: 0,95
Massa H <sub>2</sub> O	: 608,07 kg/jam
Massa C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N	: 1790,91 kg/jam
Densitas H <sub>2</sub> O	: 998 kg/liter
Densitas C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N	: 2.503 kg/liter

Data-data yang dihitung untuk mendapatkan konsentrasi awal, antara lain:

Tabel I. 2 Data Komponen Reaksi Awal

Komponen	Mr ( )	$\rho (g)_3$	Fw ( )	Fm ( )	Fv ( <sup>3</sup> )
C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> N	53,064	2.503	1944,73239	103.195,28	0,7769
H <sub>2</sub> O	18	998	679,3223	12.227,8014	0,6807
Total	71,064	3.501	2.624,0547	115.423,081	1,4576

Berdasarkan persamaan:

$$-r_a = k \cdot C_A \cdot C_B$$

Dimana :

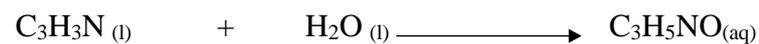
$-r_a$  = kecepatan reaksi zat A (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>N)

$k$  = konstanta kecepatan reaksi, (kmol/jam)

$C_A$  = konsentrasi *acrylonitrile*, (kmol/m<sup>3</sup>)

$C_B$  = konsentrasi air (kmol/m<sup>3</sup>)

Reaksi



M	$F_{A0}$	$F_{B0}$	
B	$-F_{A0}X_A$	$-F_{A0}X_A$	$+F_{A0}X_A$
S	$F_{A0}(1-X_A)$	$F_{B0}-F_{A0}X_A$	$F_{A0}X_A$

$C_{A0} = F_{A0}/V$  (volume di dalam reaktor dianggap tetap/*steady*) Jika

$$C_A = C_{A0}(1-X_A)$$

Maka :

$$(-r_a) = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$(-r_a) = k \cdot C_{A0} \cdot (1-X_A) \cdot (C_B - C_{A0} X_A)$$

$$(-r_A) = k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) \cdot (C_B - C_{A0} X_A)$$

$$(-r_A) = k \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) \cdot C_{A0} \left( \frac{C_{B0}}{C_{A0}} - X_A \right)$$

$$(-r_A) = k \cdot C_{A0}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot (M - X_A)$$

Neraca mol komponen A (*steady state*)

$$R_{in} - R_{out} - R_{gen} = R_{acc} \quad F_v \cdot C_{A0} - F_v \cdot C_{A0} \cdot (1 - X_A) - (-r_A) \cdot V_L = 0 F_v$$

$$C_{A0} \cdot X_A = (-r_A) \cdot V_L$$

$$\frac{v}{v} = \frac{0}{(-)} \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{v}{v} = \frac{0}{k \cdot C_{A0}^2 \cdot (1 - X_A) \cdot (M - X_A)} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

$$v = \dots \dots \dots (3)$$

Dari persamaan (3) harga konstanta laju reaksi dapat dicari dengan mensubstitusikan data-data yang telah diketahui, sehingga didapat:

$$\begin{aligned} &= \frac{K}{0 \cdot (0 / (1 - K)) \cdot (-K)} \\ &= \frac{1}{60 \cdot e \times 60 \cdot e^{(0,047)} \cdot \frac{0,95}{e^{(1 - 0,95)} \cdot (1 - 0,95)}} \\ &= 8085,1064 \frac{i}{/j} \end{aligned}$$

#### I.2.4. Mekanisme Reaksi

Reaksi pembuatan acrilamide dengan proses hidrolisis acrylonitrile adalah termasuk reaksi heterogen yang melibatkan 2 fase yaitu reaktan dalam fase cair dan katalis dalam fase padat.

Mekanisme yang terjadi adalah sebagai berikut :

1. Transfer massa reaktan dari badan utama fluida ke permukaan luar katalis atau (external diffusion)
2. Adsorpsi reaktan pada permukaan katalis
3. Reaksi pada permukaan katalis
4. Desorpsi produk reaksi dari permukaan dalam katalis

5. Transfer massa produk dari permukaan dalam ke permukaan luar katalis
6. Transfer massa produk dari permukaan luar ke badan utama fluida.

(Fogler, 1999)

### I.2.5. Tinjauan Termodinamika

Untuk menentukan suatu reaksi apakah berjalan non isothermal non adiabatik maka dibutuhkan pembuktian dengan menghitung panas reaksi ( $H_r$ ) dari panas pembentukan standar ( $H_f^0$ ) pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K dari reaktan dan produk.

Reaksi :



Kondisi operasi :  $T = 85^\circ\text{C} = 358\text{ K}$

Untuk mengetahui apakah reaksi dapat berlangsung pada suhu  $85^\circ\text{C}$  secara spontan maka perlu dicek dengan menggunakan energi bebas Gibbs.

Tabel I. 3 Panas Pembentukan Standar ( $\Delta H_f^0$ )

Senyawa	$\Delta H_f^0$ (298) (KJ/mol)
$\text{C}_3\text{H}_3\text{N}$	185
$\text{H}_2\text{O}$	-241,8
$\text{C}_3\text{H}_5\text{NO}$	-170

(Carl L, Yaws, 1999)

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0(298\text{K}) &= \Delta H_f^0 \text{produk} - \Delta H_f^0 \text{reaktan} \\ &= \{\Delta H_f^0 \text{C}_3\text{H}_5\text{NO}\} - (\Delta H_f^0 \text{C}_3\text{H}_3\text{N} + \Delta H_f^0 \text{H}_2\text{O}) \\ &= \{-170\} - \{(185) - 241,8\} \\ &= -113,2 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Tabel I. 4 Kapasitas Panas Bahan

Komponen	$C_p = A + B.T + C.T^2 + D.T^3$ ( $C_p = \text{joule/mol.K}$ )			
	A	B	C	D
$C_3H_3N$	33,362	5,8644E-1	-1,8625E-3	2,4956E-6
$H_2O$	92,053	-0,3995 E-1	-0,2110E-3	0,5347E-6
$C_3H_5NO$	-48,597	10,6370E-1	-2,3221E-3	1,9286E-6
$\Delta CP$	-174,012	5,1721E-1	-0,2486E-3	-1,1017E-6

(Carl L, Yaws, 1999)

Dengan persamaan :  $C_p = A + BT$

+  $CT^2 + DT^3$  Maka:

$$\Delta H_R(T) = \Delta H_R^0(298K) + \int \Delta C_p dT$$

$$= -113,2 \times 10^3 + \int -174,012 + 5,1721E-1T + -0,2486E-3T^2 - 1,1017E-6T^3 dT$$

$$= -113,2 \times 10^3 + (-174,012 (T-298)) + (5,1721E-1 (T^2 - 298^2)/2)$$

$$+ (-0,2486E-3 (T^3 - 298^3)/3) + (-1,1017E-6 (T^4 - 298T^4)/4)$$

$$= -113,2 \times 10^3 + (-174,012 T + 51855,576) +$$

$$(0,2586T^2 - 22965,16) + (-8,2867E-5T^3 + 2192,9584) + (-2,7543E-7 T^4 + 2172,0824)$$

$$= -79944,5432 - 174,012 T + 0,2586T^2 - 8,2867E-5T^3 - 2,7543E-7 T^4$$

Mencari  $\Delta H_{R358}$

$$\Delta H_{R343} = -79944,5432 - 174,012 T + 0,2586T^2 -$$

$$\begin{aligned}
& 8,2867E-5T^3 - 2,7543E-7T^4 \\
& = -79944,5432 - 174,012(358) + 0,2586(358)^2 - \\
& 8,2867E- \\
& \quad 5(358)^3 - 2,7543E-7(358)^4 \\
& = -183710,4285 \text{ j/mol} \\
& = -183,71043 \text{ Kj/mol}
\end{aligned}$$

Karena nilai  $\Delta H_r(358)$  negatif berarti reaksi eksotermis konstanta kesetimbangan :

$$\Delta G = -RT \ln K$$

$$R = 8,314 \cdot 10^{-3} \text{ KJ/mol.K}$$

Tabel I. 5 Energi Bebas Gibb's Standar  $\Delta G(298K)$

Senyawa	$\Delta G^0(298)$ (KJ/mol)
$C_3H_3N$	195,31
$H_2O$	-228,6
$C_3H_5NO$	-97,9

(Carl L, Yaws, 1999)

$$\begin{aligned}
*\Delta G(298K) & = \Delta G_{\text{produk}} - \Delta G_{\text{reaktan}} \\
& = \{-97,9\} - \{(195,31) + (-228,6)\} \\
& = -64,61 \text{ KJ/mol.}
\end{aligned}$$

$$\ln(298) \text{ — } = \Delta$$

$$= \frac{-64,61 / o}{(-0,0083 \text{ } \frac{k}{\text{.}})(298)}$$

$$= 26,0779$$

$$\ln \frac{K(358)}{K(298)} = \frac{-183,71043}{-0,008314} \left( \frac{1}{358} - \frac{1}{298} \right)$$

$$\ln K(358) - \ln K(298) = -12,4273$$

$$\ln K(358) - 26,0779 = -12,4273 \quad K(358) = 847969,5448$$

$$*\Delta G(358 \text{ K}) = -RT \ln K = -40,6298 \text{ KJ/mol.}$$

Dari hasil perhitungan,  $\Delta G(358\text{K})$  bernilai negatif sehingga produk dapat terbentuk dan reaksi ini berlangsung *irreversible*.

### I.3. Kegunaan Produk

Acrylamide merupakan bahan intermediate yang sebagian besar digunakan untuk pembuatan *polyacrylamide*. *Polyacrylamide* digunakan dalam *Enhanced Oil Recovery* (EOR) sebagai bahan aditif, sebagai *flokulan* pada pengolahan air limbah, dan digunakan sebagai aditif pada industri kertas (Kirk Othmer, 1991).

### I.4. Penentuan Kapasitas Pabrik

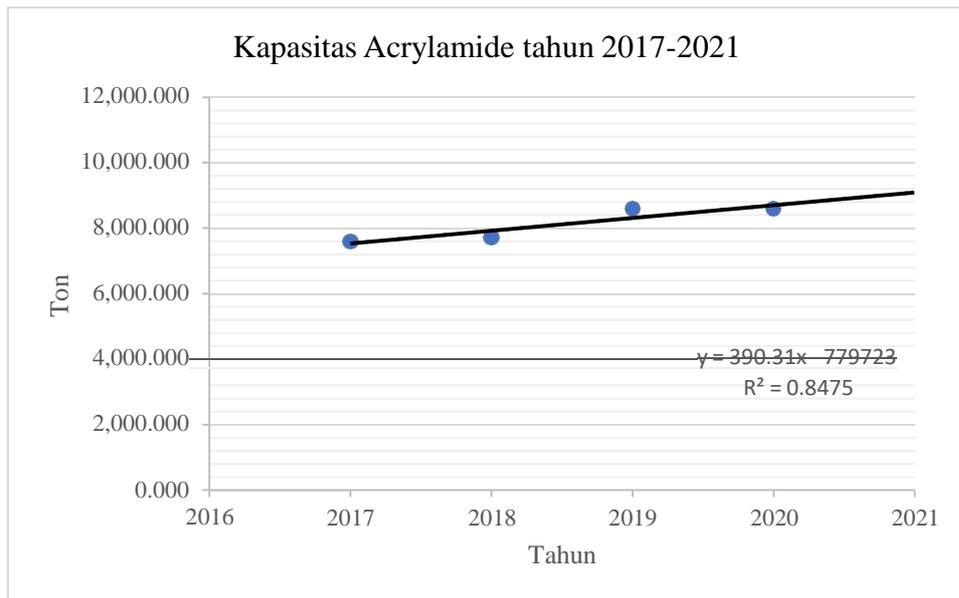
Kapasitas pabrik adalah faktor paling penting untuk mendirikan pabrik sebab mempengaruhi ekonomi serta perhitungan teknik. Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik *acrylamide* dilandasi oleh beberapa pertimbangan sebagai berikut :

#### I.4.1. Proyeksi Kebutuhan *Acrylamide* di Indonesia

Tabel I. 6 Data Impor *Acrylamide* Di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2017	7589,925
2018	7708,334
2019	8589,763
2020	8597,155
2021	9441,000

(Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia)



Gambar I. 1 Grafik Impor *Acrylamide* Di Indonesia

$$\begin{aligned}
 Y &= 390,31X - 779723 \\
 &= 390,31X (2027) - 779723 \\
 &= 11.435,37 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan tersebut didapatkan kapasitas sebesar 11.435,337 ton/tahun maka ditentukan kapasitas pabrik berdasarkan pertimbangan :

1. Karena ditinjau dari kapasitas tersebut mendekati nilai rata-rata kapasitas ekonomis pabrik *acrylamide* diindonesia yang sudah berdiri.
2. Ketersediaan bahan baku dalam negeri sangat mencukupi
3. Pemenuhan kebutuhan *acrylamide* dalam negeri, potensi pasar dalam negeri yang memiliki peluang besar merupakan alasan untuk mendirikan pabrik ini
4. Pabrik *acrylamide* diharapkan dapat membantu pemerintah dalam menjadikan industri kimia sebagai salah satu penggerak perekonomian nasional

#### I.4.2. Kapasitas Komersil dan Kebutuhan di Dunia

Kapasitas komersil dan kebutuhan *acrylamide* di dunia dapat dijelaskan melalui Tabel I.7 di bawah ini sebagai berikut :

Tabel I. 7 Kapasitas Produksi Pabrik *Acrylamide* di Dunia

Nama Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
Ascend Performance Materials Chocolate Bayou(Texas)	590.000
Cornerstone Chemical (Fortier, Louisiana)	240.000
INEOS Nitriles (Green Lake, Texas)	545.000
INEOS Nitriles (Lima, Ohio)	190.000
PT Tridomain Chemical (Cilegon)	10.000

Berdasarkan Tabel I.7 diperoleh kapasitas pabrik minimal yaitu 10.000 ton/tahun dan kapasitas maksimal yaitu 590.000 ton/tahun. Sedangkan pabrik yang sudah berdiri di Indonesia yaitu PT. Tridomain Chemical, Cilegon, mempunyai kapasitas 10.000 ton/tahun. Berdasarkan hasil prakiraan impor *acrylamide* pada tahun 2027 sebesar 11.435,37 ton/tahun kapasitas terkecil dari pabrik-pabrik yang sudah beroperasi sebesar 10.000 ton/tahun maka dari itu pemilihan kapasitas dengan pertimbangan tersebut maka dari itu kami akan mendirikan pabrik dengan kapasitas 15.000 ton/tahun.

#### I.5. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik juga faktor yang paling penting dalam pendirian pabrik dalam kelangsungan operasi pabrik. Untuk menentukan lokasi pabrik

memiliki beberapa pertimbangan yaitu jarak dari pabrik ke sumber bahan baku, jarak pabrik dengan pasar, transportasi, tersedia tenaga kerja, serta adanya sumber air dan tenaga. Hal yang wajib diperhatikan ialah suatu pabrik wajib dilokasikan sedemikian rupa sampai memiliki biaya produksi serta distribusi seminimal mungkin dan mempunyai kemungkinan yang baik untuk bisa dikembangkan.

Berdasarkan beberapa faktor di atas maka lokasi pabrik *acrylamide* akandidirikan di Cilegon, Banten memiliki pertimbangan sebagai berikut :

#### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku ialah kebutuhan penting untuk keberlangsungan operasi sehingga ketersediaannya wajib diperhatikan. *Acrylonitrile* yang menjadi bahanbaku didapatkan dari Formosa *Plastics*, Mailiao, Taiwan dan air dari sungai sekitar kawasan pabrik yakni Sungai Ciujung, Banten dan katalis *Raney Copper* diimpor dari Trade Co., Ltd. dari China & Zhejiang *Bainianyin Industry*, oleh karena itu Cilegon dipilih sebab letaknya dekat dengan pelabuhan untuk meminimalisir biaya transportasi.

#### 2. Pemasaran Produk

Produk *Acrylamide* akan diekspor setelah kebutuhan dalam negeri terpenuhi. *Acrylamide* ialah bahan *intermediate* yang sebagian besar dipakai untuk membuat *polyacrylamide*. Lokasi pabrik dalam negeri dipilih dekat dengan target penjualan utama yakni pabrik-pabrik pembuat polimer (*polyacrylamide*) untuk industri kertas, seperti *Rohm and Hass*, *water treatment*, *Clariant*, serta BASF.

#### 3. Ketersediaan Tenaga Kerja

Daerah industri Cilegon dekat dengan daerah Jabodetabek, Jawa Barat dan juga dekat dengan lembaga pendidikan non formal serta formal dimana banyak menghasilkan tenaga kerja non ahli serta ahli yang bisa menunjang proses produksi.

#### 4. Utilitas

Kebutuhan air proses dari sungai di sekitar daerah pabrik yakni Sungai Ciujung, Banten. Selain itu energi listrik juga dapat diperoleh dengan menggunakan generator diesel (jika listrik mati) yang bisa menyediakan listrik pada pabrik ini. Kebutuhan bahan bakar dibeli dari PT. PERTAMINA.

#### 5. Transportasi

Di kawasan Cilegon terdapat sarana transportasi yang memadai, baik laut ataupun darat sebagai kebutuhan transportasi impor-ekspor sehingga mempermudah dalam pengangkutan bahan pembantu, bahan baku, dan produk.