



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pada era sekarang ini perkembangan dalam segala aspek berkembang dengan pesat, tanpa terkecuali perkembangan pembangunan pada sektor industri yang mampu menunjang perekonomian yang mandiri dan handal. Kebijakan sektor industri meliputi arah dan tujuan pembangunan industri yang tertuju pada terwujudnya sektor industri yang kuat dan maju.

Di Indonesia akan diterapkan pengembangan industri dengan nilai tambah yang tinggi dan strategis, sehingga semakin memperdalam struktur industri secara efisien dan mampu bersaing dengan industri luar negeri. Peran yang disebabkan sektor industri akan semakin meningkat, baik dalam jumlah produksi maupun dalam hal penyerapan tenaga kerja.

Industri dalam negeri yang cukup penting di antaranya adalah industri kimia, baik yang mengolah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi untuk keperluan industri selanjutnya dan menjadi bahan jadi yang mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi. Salah satu contoh produk sektor industri adalah senyawa asam adipat. Asam adipat  $C_6H_{10}O_4$  adalah salah satu bahan kimia yang diproduksi sebagai proses sintesis nilon 6,6. Nilon 6,6 bermanfaat sebagai cat, ban, resin dan bahan kain. Asam adipat juga dapat digunakan sebagai komponen agar-agar, elektronik, kabel, bahan pembersih permadani, plastik lapisan pelindung, bahan pembuat busa dan pengawet bahan makanan.

Dengan adanya prospek yang demikian dan dalam upaya pemerintah menyongsong era industrialisasi. Hal yang akan dicanangkan adalah pembangunan pabrik asam adipat setidaknya berguna untuk menutupi atau meminimalisasi kekurangan bahan tersebut di Indonesia. Pembangunan ini juga merupakan program pemerintah yang sangat penting dalam rangka proses alih teknologi dan membuka lapangan pekerjaan yang baru serta untuk penghematan devisa negara dan untuk merangsang pertumbuhan industri yang lain, khususnya industri kimia.



Pendirian pabrik asam adipat di Indonesia dapat dilakukan dan didukung oleh beberapa alasan, antara lain :

1. Dapat mencukupi kekurangan asam adipat dan meminimalisasi import asam adipat dari luar negeri.
2. Memotivasi industri-industri untuk menggunakannya sebagai bahan baku.
3. Dapat memberikan lapangan pekerjaan baru sehingga dapat menyerap tenaga kerja.
4. Mengurangi ketergantungan terhadap negara asing dan menghemat devisa negara.

## 1.2 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi pabrik akan mempengaruhi perhitungan ekonomi maupun teknis dalam perancangan pabrik. Oleh karena itu dalam menentukan kapasitas pabrik yang akan dirancang didukung oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Proyeksi konsumsi asam adipat.
2. Jumlah produksi asam adipat komersial yang sudah ada.
3. Kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang.
4. Jumlah kebutuhan produk yang dibutuhkan

Kebutuhan asam adipat di Indonesia relatif mengalami peningkatan tiap tahunnya, seperti tabel di bawah ini :

Tabel 1.1 Data kebutuhan asam adipat

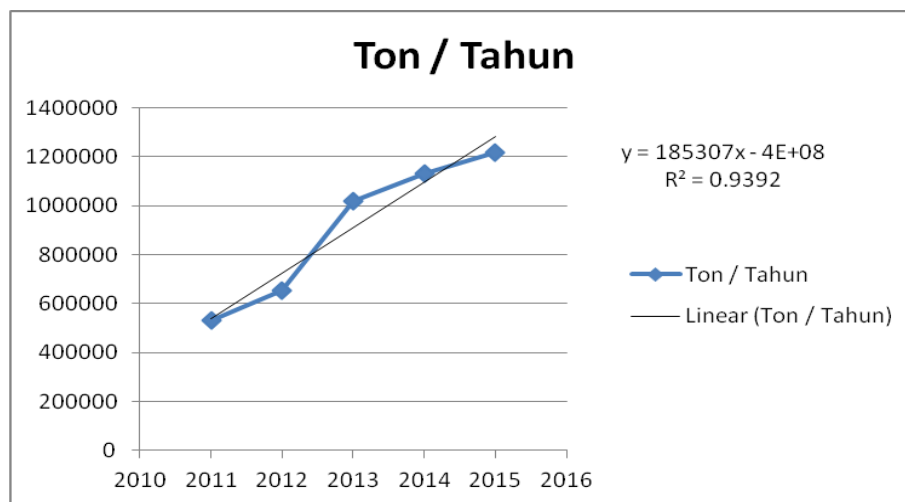
<b>Tahun</b>	<b>Ton / Tahun</b>
2011	5318583
2012	652924
2013	1018583
2014	1132540
2015	1218583

Sumber : BPS Yogyakarta



Berdasarkan dari data di atas didapat persamaan linier :

$y = 1853 \times 10^7 + 4 \times 10^8$ , maka dari persamaan tersebut dapat diprediksikan kebutuhan asam adipat di Indonesia pada tahun 2020 adalah seperti pada grafik di bawah ini :



Gambar 1.1 Grafik prediksi kebutuhan asam adipat di Indonesia

1. Kapasitas produksi pabrik komersial yang sudah ada.

Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi secara komersial dalam pembuatan asam adipat di luar negeri antara lain seperti terlihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1.2 Data kapasitas pabrik asam adipat di luar negeri (Kirk-Othmer, 1991).

NO	Pabrik	Kapasitas, Kton / tahun
1	Allied Chemical, Hopewell, Va.	11
2	Du Roux, Orange, Tex.	136
3	El Passo, Odessa, Tex.	36
4	Monseintro, Pensacola, Florida.	282
5	Thodia Ind, Brazil.	30
6	Kanto Denka, Shubukawa, Jepang.	10
7	Hansu Chemical, Wakayama, Jepang.	5
8	State Authority, Peking, Cina.	55
9	Rhone Poulenc, Chalempo, France.	250

Berdasarkan pertimbangan di atas maka diambil kapasitas produksi 75.000 ton/tahun.



### 1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsunga proses suatu pabrik, diantaranya adalah tersedianya bahan baku, pemasaran, tersedianya tenaga kerja, fasilitas, transportasi dan utilitas.

#### 1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi asam adipat adalah sikloheksanon dan asam nitrat. Kebutuhan sikloheksanon dapat dibeli dari dalam negeri yaitu fraksi minyak bumi PT. Pertamina unit pengolahan III Plaju Palembang. Untuk bahan baku asam nitrat dibeli dari PT. Multi Nitrotama Kimia.

#### 2. Pemasaran

Besar kecilnya mangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Pabrik asam adipat yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri. Produk asam adipat mudah disalurkan karena kawasan Cilegon dekat dengan pelabuhan.

#### 3. Fasilitas Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan bak dan pemasaran produk. Selain jalur darat, lokasi Cikampek dekat dengan pelabuhan. Dengan adanya kedua jalur transportasi diharapkan agar hubungan antar daerah tidak terhambat.

#### 4. Utilitas

Utilitas yaitu penunjang utama dalam mendirikan suatu pabrik. Cikampek merupakan daerah yang telah dilengkapi dengan listrik dan air. Kebutuhan air dalam jumlah besar dapat dipenuhi.

#### 5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang produktif berasal dari Perguruan Tinggi baik Strata 1 maupun Diploma 3 dan teknisi serta lulusan dari SMA/ SMK.



## 6. Kebijakan Pemerintah

Cilegon merupakan lokasi yang cocok untuk perindustrian, telah banyak industri lokal maupun asing yang berdiri disana. Hal ini menandakan perhatian terhadap perindustrian cukup baik.

### 1.4 Tinjauan Pustaka

Asam adipat berbentuk kristal berwarna putih yang tidak berbau dengan sedikit asam, kristal asam adipat dalam bentuk monoclinit, bentuk jarum dan mempunyai indeks refraksi 5461 A.

Asam adipat pertama kali dibuat pada tahun 1902 dari tetramethylene bromide, yaitu suatu unsur pokok yang terdapat pada gula bit. Setelah pada tahun 1937 asam adipat diproduksi secara komersial oleh perusahaan Du Pont, yang memperkenalkan sebagai bahan baku pembuatan Nylon66 ( Faith, 1957).

#### 1.4.1 Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

##### 1.4.1.1. Bahan Baku Utama

###### 1.4.1.1.1. Sikloheksanon (PT Pertamina Unit Pengolahan III)

###### 1) Sifat Fisis

Rumus molekul :  $C_6H_{10}O$

Berat molekul : 98 kg/kmol

Kemurnian : 99,5%

Fase : cair

Titik didih : 155 – 156°C

Titik lebur : -47°C

Densitas : 947 kg/m<sup>3</sup>

Viskositas : 2,2 Cp

Kelarutan : tidak larut dalam air tetapi larut dalam alcohol

*Spesific heat* : 1,81 J/kg.K

Sifat : beracun

###### 2) Sifat Kimia

- Mudah bereaksi dengan asam organik membentuk halida-halida yang sesuai dengan *dehydrating agent*.
- Merupakan tipe reaksi dari alkohol sekunder.



#### 1.4.1.1.2. Asam Nitrat (PT. Multi Nitrotama Kimia)

##### 1) Sifat fisis

Rumus molekul	: $\text{HNO}_3$
Berat molekul	: 63 kg/kmol
Kemurnian	: 70%
Fase	: cair
Titik didih	: $86^\circ\text{C}$
Titik lebur	: $-40,3^\circ\text{C}$
Densitas	: $1.502 \text{ kg/m}^3$
Viskositas	: 1,08 Cp
Kelarutan	: larut dalam air dingin maupun panas
Sifat	: korosif
<i>Spesific heat</i>	: 0,471 J/kg.K

##### 2) Sifat Kimia

- Asam nitrat merupakan asam *mono basic* kuat, bereaksi dengan alkali, oksidasi unsur basa membentuk garam.
- Densitas asam ini meningkat dengan bertambahnya prosentase oksidasi bebas.
- Sebagai oksidan, asam nitrat adalah *reagent* kuat dan relatif murah.
- Senyawa-senyawa organik seperti terpentin, *charcoal*, akan teroksidasi cepat oleh asam nitrat pekat.



### 1.4.1.2. Spesifikasi Produk

#### 1.4.1.2.1. Asam Adipat

1) Sifat Fisis

Rumus molekul	: $C_6H_{10}O_4$
Berat molekul	: kg/kmol
Kemurnian	: 99,95%
Fase	: padat
Titik didih	: $152^\circ C$
Titik lebur	: $265^\circ C$
Densitas	: $1.070 \text{ kg/m}^3$
Viskositas	: 4,54 Cps
Kelarutan	: 1,32 gr dalam 100 gr air pada suhu $40^\circ C$
Sifat	: beracun

2) Sifat Kimia

- Asam adipat stabil secara termis dalam nitrogen untuk menghilangkan warnanya dibutuhkan pemanas pada suhu  $232^\circ C$  selama 15 jam.
- Asam adipat pada titik didihnya selama 4 menit menjadi polimer *adipic anhidrid* 7%.
- Asam adipat stabil terhadap oksidasi metode untuk memurnikannya adalah dengan rekristalisasi dari asam nitrat. Pada kondisi tersebut kemungkinan terjadinya oksidasi oleh udara terhadap asam sangat kecil. Meskipun dipanaskan sampai  $275^\circ C$  pada tekanan tinggi.
- Pada kondisi lain, asam adipat teroksidasi oleh asam kromat membentuk karbon dioksida, air dan asam suksinat sebagai satu-satunya hasil yang dapat diambil.
- Oksidasi agent yang lain seperti *Potassium permanganate*, menyerang asam pada suhu kamar walaupun reaksinya sangat lambat. Hasil oksidasi pada reaksi ini adalah  $CO_2$  dan  $H_2O$ .



#### 1.4.1.2.2. Nitrogen Oksid (Kirk dan Othmer, 1991)

Rumus molekul	: NO
Berat molekul	: 30 kg/kmol
Titik didih	: -151°C
Titik lebur	: -161°C
<i>Spesific heat</i>	: 0,471 J/kg.K
Bentuk	: gas
Kelarutan	: larut dalam air dingin dan air panas

#### 1.4.2 Kegunaan Produk

Manfaat asam adipat sangat penting dalam industri kimia, antara lain :

- Bahan dasar untuk pembuatan Nylon 66
- Bahan pembentuk resin
- Plastik lapisan pelindung
- Bahan pembuat busa
- Sebagai pengawet makanan

#### 1.4.3 Proses Produksi Asam Adipat

Asam adipat dibuat dengan reaksi :



Dari proses pembuatan asam adipat dari sikloheksanon dan asam nitrat akan lebih baik dan ekonomis. Dengan pertimbangan akan mendapat derajat kemurnian yang tinggi dari asam adipat sehingga proses pemurnian akan lebih mudah. Asam Adipat biasa diproduksi dengan berbagai cara antara lain:

##### 1.4.3.1 Proses Oksidasi Menggunakan Katalis *Cobalt*

Oksidasi sikloheksan menggunakan katalis *Cobalt* adalah proses konvensional yang paling banyak digunakan, tidak hanya oleh produsen asam adipat akan tetapi juga oleh produsen *Caprolactam*. Bentuk proses komersial menggunakan udara yang tidak diencerkan pada suhu 150°C – 160°C dan tekanan 8 – 10 atm dengan konsentrasi katalis 0,3 – 3 ppm. Konversi sikloheksan biasanya dipertahankan berkisar 4 – 6 % mol dan langkah oksidasi dilakukan beberapa tahap guna meminimalkan oksidasi lanjut terhadap KA yang dihasilkan. Oksidasi





dilakukan dalam beberapa buah reaktor gelembung atau *multistage* kolom kontak. Karena konveksi sikloheksanon tiap reaktor cukup kecil, sikloheksanon keluar reaktor bersama produk hasil reaksi dipisahkan dari senyawa lain kemudian di *recycle* (Kirk dan Othmer, 1991).

#### 1.4.3.2 Proses *High Peroxide*

Suatu alternatif untuk memperbesar selektifitas dalam oksidasi sikloheksanon hidroperoksida diperbesar pada kondisi setiap step harus terus dikontrol. Pada tahap pertama umumnya oksidasi dilakukan tanpa katalis, menggunakan reaktor yang dilapisi dengan material seperti aluminium atau gelas. Dengan membatasi konversi kurang dari 50% proporsi sikloheksanon hidroperoksida dan produk dapat mencapai 40-60%, dilakukan pada suhu 80-165°C, dengan adanya katalis homogen atau heterogen dari Co, Cr, V, Ru dan NO (Kirk dan Othmer, 1991).

#### 1.4.3.3 Proses oksidasi sikloheksanon dengan asam nitrat

Untuk memproduksi asam adipat secara komersial adalah oksidasi asam nitrat dengan sikloheksanon. Kondisi operasi pada tekanan 3,5 atm, suhu 60-90°C dengan katalis amonium metavanadat, dengan perbandingan sikloheksanon dengan asam nitrat adalah 1 : 5. Reaktor yang dipilih adalah RATB yang akan menghasilkan produk dengan kemurnian yang tinggi. Reaktor didesain untuk perpindahan panas yang efektif, karena besarnya ratio HNO<sub>3</sub> terhadap *feed organic*, reaktor yang digunakan adalah reaktor alir berpengaduk. Dari ketiga proses di atas dipilih proses oksidasi sikloheksanon dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Reaktor yang digunakan reaktor RATB tidak beresiko tinggi dibandingkan dengan proses *high peroxide* yang menggunakan reaktor lapisan gelas atau aluminium.
- Pada reaksi tekanan 3,5–5 atm, suhu 60-90°C, tidak perlu menggunakan steam yang tinggi dibandingkan dengan proses menggunakan katalis *cobalt* (suhu 150-160°C dan tekanan 8-10 atm) karena pada kondisi ini asam nitrat sudah cukup menghasilkan produk dengan kemurnian dan kestabilan yang tinggi.



#### 1.4.4 Diskripsi Proses secara Umum

Proses yang dipilih pada pembuatan asam adipat ini adalah oksidasi sikloheksanon dengan asam nitrat. Pada proses ini dilakukan dengan cara mereaksikan larutan sikloheksanon dengan asam nitrat dengan perbandingan mol 1 : 2 dalam reaktor berpengaduk yang dijaga pada suhu 70°C, dan pada tekanan 3,5 atm. Konversi reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah 87%. Reaksi yang terjadi merupakan reaksi cair-cair, sehingga perpindahan massa terjadi pada lapisan yang sangat tipis.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

