

**TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM ADIPAT DARI  
SIKLOHEKSANON DAN ASAM NITRAT DENGAN  
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Oleh :**

**Ahmad Abu Amar  
D 500 050 029**

**Dosen Pembimbing :  
Agung Sugiharto, ST. M.Eng  
Ir.Haryanto, AR. M.S**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA  
2010**



---

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sejalan semakin berkembangnya pembangunan sektor industri di Indonesia, salah satu industri yang cukup penting diantaranya adalah Industri kimia, baik yang mengolah bahan baku menjadi bahan yang siap pakai maupun bahan yang setengah jadi.

Asam adipat  $C_6H_{10}O_4$  adalah kristal berwarna putih yang digunakan secara khusus dalam pembuatan *Nylon 66*, *Polymide* ini dibentuk dengan mereaksikan Asam Adipat dengan *1,6 Hexamethy Lenediane*. Mula-mula produksi asam adipat secara komersial dilakukan di USA tahun 1937 oleh perusahaan *Du Pont*, jumlah terbesar dari material ini dibutuhkan untuk pembuatan tekstil sintesis. Selain itu penggunaan lain Asam Adipat yaitu sebagai resin, plastik lapisan pelindung, bahan pembuat busa dan pengawet bahan makanan.

Kebutuhan akan Asam Adipat di Indonesia sampai saat ini dipenuhi dengan mengimport dari luar negeri, maka rencana pendirian pabrik Asam Adipat dapat dipertimbangkan.

Adapun maksud dan tujuan pendirian pabrik Asam Adipat antara lain :

1. untuk menghemat devisa Negara
2. untuk merangsang timbulnya industri yang menggunakan bahan baku Asam Adipat
3. untuk mengurangi pengangguran karena banyak tenaga kerja yang terserap.

#### **1.2 Kapasitas Produksi**

Untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan dirancang didukung beberapa faktor :

1. Jumlah kebutuhan produk yang dibutuhkan

Kebutuhan Asam Adipat di Indonesia relatif mengalami peningkatan tiap tahunnya, seperti tabel dibawah ini :



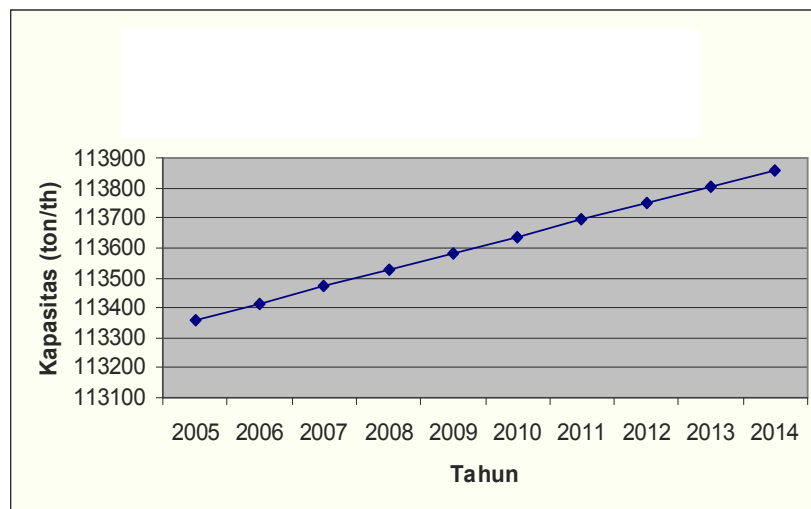
**Tabel 1.1 Data kebutuhan asam adipat di Indonesia**

Tahun	Ton / Tahun
2001	1.835,751
2002	2.428,859
2003	1.745,903
2004	1.878,266

Sumber : BPS Yogyakarta

Berdasarkan dari data di atas didapat persamaan linier :

$y = 55541x + 2E+06$ , maka dari persamaan tersebut dapat diprediksikan kebutuhan Asam Adipat di Indonesia pada tahun 2014 adalah seperti pada grafik di bawah ini :



**Gambar 1.1 Grafik Prediksi Kebutuhan Asam Adipat di Indonesia**

2. 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 dibawah ini :



**Tabel 1.2 Data kapasitas pabrik asam adipat diluar negeri**

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

( Krik-Orhmer, 3<sup>rd</sup> ed, 1991 )

Berdasarkan pertimbangan di atas maka diambil kapasitas produksi 20.000 ton/tahun.

### 1.3. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan proses suatu pabrik, diantaranya adalah tersedianya bahan baku, pemasaran, tersedianya tenaga kerja, air, iklim, kebijakan pemerintah mengenai kawasan industri, pajak dan peraturan serta komunikasi.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka lokasi pabrik Asam Adipat dipilih di kawasan industri Cilegon dengan pertimbangan sebagai berikut :

#### 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 Cikampek.

#### 2. Pemasaran

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa 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. Tersedianya fasilitas transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku, pemasaran produk. Fasilitas transportasi meliputi : darat (jalan raya), laut (terdapat dua pelabuhan yaitu pelabuhan Banten-Merak, dan pelabuhan Karangantu). Dengan adanya jalur transportasi ini maka hubungan antar daerah diharapkan tidak mengalami hambatan.

4. Tersedianya air

Kebutuhan pabrik akan air sangat besar, untuk itu diperlukan lokasi yang memungkinkan penyediaan air yang memadai. Pabrik-pabrik di Cilegon mayoritas berada di daerah pantai dan pemenuhan kebutuhan airnya dengan desalinasi air laut. Instalasi air bersih PT. Krakatau Tirta Industri dengan produksi maksimal 200 liter/detik, memasok kebutuhan air untuk kawasan dan sekitarnya.

5. Tersedianya tenaga kerja

Tenaga kerja yang produktif berasal dari Perguruan Tinggi baik yang S1 maupun D3 dan teknisi serta lulusan SMK/SMA.

#### 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 Nylon 66.

( Faith, 1975 )



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

#### A. Bahan Baku Utama

##### a. Sikloheksanon

###### 1) Sifat Fisis

Rumus Molekul	: $C_6H_{10}O$
Berat Molekul	: 98 kg/kmol
Kemurnian	: 99,5% ( dengan pengotor 0,5% )
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 alkohol
Spesific Heat	: 1,81 J/kg.°K
Sifat	: beracun

(PT Pertamina Unit pengolahan III)

###### 2) Sifat Kimia

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

##### b. Asam Nitrat

###### 1) Sifat fisis

Rumus Molekul	: $HNO_3$
Berat Molekul	: 63 kg/kmol
Kemurnian	: 70% ( dengan <i>impurity</i> 30% )
Fase	: cair
Titik Didih	: 86 °C
Titik Lebur	: -40,3 °C
Densitas	: 1.502 kg/m <sup>3</sup>



---

---

Viskositas	: 1,08 Cp
Kelarutan	: larut dalam air dingin maupun panas
Specific Heat	: 0,47 J/kg.°K
Sifat	: korosif

(PT. Multi Nitrotama Kimia)

## 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.

## B. Spesifikasi Produk

### a. Asam Adipat

#### 1) Sifat Fisis

Rumus Molekul	: $C_6H_{10}O_4$
Berat Molekul	: 146 kg/kmol
Kemurnian	: 99,95 %
Fase	: padat
Titik Didih	: 152 °C
Titik Lebur	: 265 °C
Densitas	: 1.070 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas	: 4,54 Cps
Kelarutan	: 1,32 gr dalam 100 gr air pada suhu 40°C
Sifat	: beracun

#### 2) Sifat Kimia

- Asam adipat stabil secara termis dalam nitrogen untuk menghilangkan warnanya dibutuhkan pemanas pada suhu 232°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°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<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

(Kirk-Othmer, 3<sup>rd</sup> ed, 1991)

#### b. Nitrogen Oksid

Rumus Molekul	: NO
Berat Molekul	: 30 kg/kmol
Titik Didih	: -151 °C
Titik Lebur	: -161 °C
Spesifik Gravity	: 1,269 J/kg.°K
Bentuk	: gas
Kelarutan	: larut dalam air dingin dan air panas

(Kirk-Othmer, 3<sup>rd</sup> ed, 1991)

#### 1.4.2 Kegunaan Produk

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

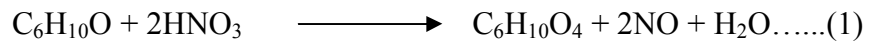
- a. Bahan dasar untuk pembuatan Nylon 66
- b. Bahan pembentuk resin
- c. Plastik lapisan pelindung
- d. Bahan pembuat busa
- e. Sebagai pengawet makanan





### 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. 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  $150^\circ\text{C} - 160^\circ\text{C}$  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. Selektivitas terhadap KA berkisar 75 – 80 % mol, dengan perbandingan A : K kira-kira 2 : 1. Oksidasi dilakukan dalam beberapa buah reaktor gelembung atau *multistage* kolom kontaktor. Karena konveksi sikloheksan tiap reaktor cukup kecil, sikloheksan keluar reaktor bersama produk hasil reaksi dipisahkan dari senyawa lain pada menara distilasi kemudian di *recycle*.

( Kirk-Othmer, 3<sup>rd</sup> ed, 1991 )

#### 2. Proses *High Peroxide*

Suatu alternatif untuk memperbesar selektivitas dalam oksidasi sikloheksan hidroperoksid 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 sikloheksan hidroperoksid dan produk dapat mencapai 40-60%, dilakukan pada suhu  $80-165^\circ\text{C}$ , dengan adanya katalis homogen atau heterogen dari Co, Cr, V, Ru dan NO.



### 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 –5 atm, suhu 60-90°C dengan katalis Amonium Metavanadat , dengan perbandingan sikloheksanon dengan asam nitrat 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 diatas dipilh proses oksidasi sikloheksanon dengan pertimbangan sebagai berikut :

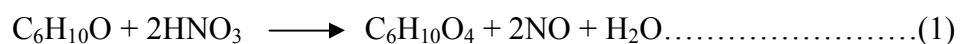
- a. Reaktor yang digunakan reaktor RATB tidak beresiko tinggi dibandingkan dengan proses *high peroxide* yang menggunakan reaktor lapisan gelas atau aluminium.
- b. Pada reaksi tekanan 3,5–5 atm,suhu 60-90°C, tidak perlu menggunakan stem yang tinggi dibandingkan dengan proses menggunakan katalis *cobalt* (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.

( Kirk-Othmer, 3<sup>rd</sup> ed, 1991 )

#### 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 didalam 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 :



( Kirk-Othmer, 3<sup>rd</sup>