

**LAPORAN  
TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK  
ASAM BORAT DARI BORAKS DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES ASIDIFIKASI  
KAPASITAS 21.500 TON PER TAHUN**



**Oleh :  
NOVILIA INDRI HAPSARI  
D 500 040 006**

**Dosen Pembimbing :  
ROIS FATONI, ST, MSc  
Ir.H.AHMAD. M. FUADI, MT**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
SURAKARTA  
2008**

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Pada saat ini salah satu bidang yang semakin hari semakin diperhatikan dan terus dikembangkan di negara kita adalah bidang industri, terutama industri yang berkaitan dengan industri kimia. Hal ini dikarenakan sampai saat ini banyak dari bahan-bahan kimia tersebut masih mengandalkan impor dari negara lain, sehingga dengan adanya pertumbuhan di bidang industri kimia diharapkan dapat menekan biaya produksi di dalam negeri. Untuk jangka panjang diharapkan kebutuhan akan bahan-bahan kimia tersebut dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri maupun dapat menjadi komoditi ekspor sehingga dapat menghasilkan pendapatan dan devisa negara.

Sampai saat ini salah satu bahan kimia yang masih mengimpor dari negara lain adalah asam borat (*Boric Acid*). Asam borat merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam industri saat ini.

Pendirian pabrik asam borat di Indonesia dapat didirikan karena didukung oleh beberapa alasan, yaitu :

- a. Pabrik-pabrik industri kimia seperti industri gelas, keramik, elektronik, obat dan farmasi semakin berkembang memungkinkan kebutuhan akan asam borat semakin meningkat.
- b. Dapat memberikan lapangan pekerjaan sehingga banyak menyerap tenaga kerja.

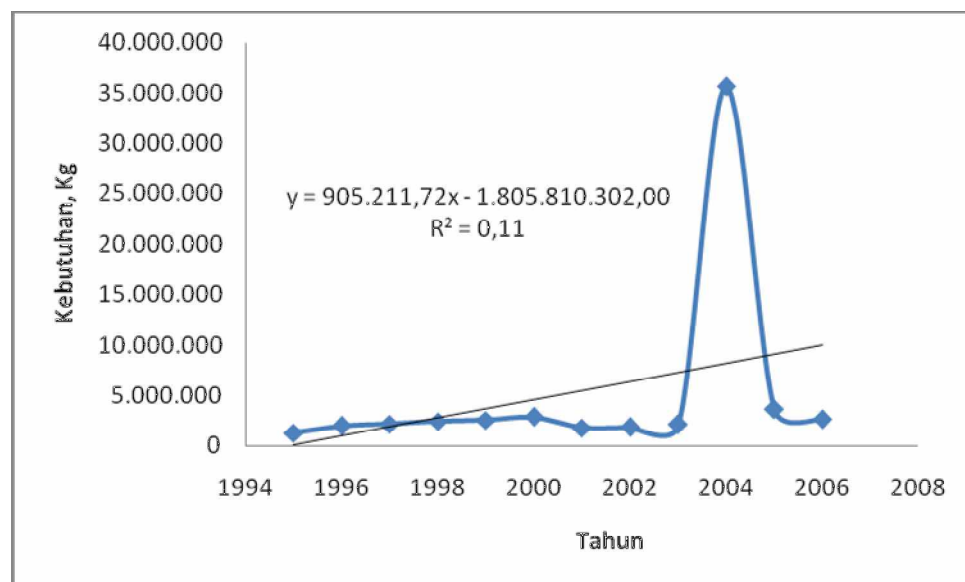
#### **1.2. Kapasitas Rancangan**

Penentuan kapasitas produksi Asam Borat didasarkan pada kebutuhan asam borat untuk industri di Indonesia. Seperti yang tertera pada tabel 1:

Tabel 1. Kebutuhan Impor Asam Borat di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (kg)
1.	1995	1.262.645
2.	1996	1.986.023
3.	1997	2.168.319
4.	1998	2.415.475
5.	1999	2.527.714
6.	2000	2.858.442
7.	2001	1.783.762
8.	2002	1.851.591
9.	2003	2.101.931
10.	2004	35.614.220
11.	2005	3.602.264
12.	2006	2.616.631

(Sumber : BPS data impor tahun 1995-2000)



Gambar 1.1. Grafik Hubungan tahun dengan Import

Dari hasil regresi diperoleh persamaan :

$$y = 905.211,72x - 1.805.810.302,00$$

---

Diperkirakan pada tahun 2012 kebutuhan mencapai :

$$\begin{aligned}y &= 905.211,72.(2012) - 1.805.810.302,00 \\ &= 15.475.678,64 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berdasarkan kebutuhan impor dan pabrik yang telah ada di Amerika Serikat dengan menggunakan proses yang sama dengan kapasitas produksi 10.000-30.000 ton per tahun, maka pada prarancangan ini diambil kapasitas 31.500 ton per tahun.

### 1.3. Lokasi Pabrik

Letak geografi suatu pabrik memberikan pengaruh yang besar terhadap suksesnya usaha. Oleh karena itu, penentuan letak atau lokasi pabrik harus didasarkan atas pertimbangan-pertimbangan baik secara teknis maupun ekonomis, antara lain meliputi : biaya produksi, distribusi bahan baku dan produk, di samping tidak mengabaikan kelestarian lingkungan hidup.

Pada prarancangan ini, pabrik Asam Borat akan didirikan di lokasi Industri Gresik, Jawa Timur.

Untuk menentukan lokasi pabrik harus diperhatikan beberapa faktor dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

#### 1. Bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan asam borat yaitu boraks dan asam sulfat. Bahan baku boraks diambil dari PT. Tunggak Waru, Jawa Timur. Sedangkan asam sulfat didapat dari Petrokimia, Gresik. Oleh karena itu dipilih lokasi yang dekat dengan pengambilan bahan baku untuk mempermudah pengiriman.

#### 2. Pemasaran

Asam Borat digunakan sebagai bahan baku pada industri gelas, keramik, kimia, elektronik, obat dan farmasi. Lokasi pemasaran akan sangat mempengaruhi harga produk dan biaya transportasi. Letak yang sangat berdekatan dengan pasar utama merupakan pertimbangan yang sangat penting karena akan lebih mudah terjangkau oleh konsumen.

3. Tenaga kerja

Karena terletak di Pulau Jawa maka tenaga kerja juga tersedia lebih dari cukup.

4. Karakteristik lokasi

Meliputi keadaan iklim yang menunjang misalnya kemungkinan terjadinya banjir. Termasuk dalam karakteristik ini adalah sosial masyarakat, apakah dapat menerima kehadiran pabrik serta kemungkinan pengembangannya.

5. Pembuangan limbah

Pabrik Asam Borat tidak mempunyai limbah yang berbahaya jika dilakukan pengawasan yang baik. Limbah dari pabrik Asam Borat adalah air serta hasil samping yang akan dijual lagi untuk diolah lebih lanjut.

6. Kebijakan pemerintah

Pendirian pabrik juga perlu memperhatikan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya, kebijaksanaan pengembangan industri dan hubungannya dalam pemerataan kesempatan kerja dan kesejahteraan serta hasil pembangunan.

7. Transportasi dan telekomunikasi

Dalam hal ini dipertimbangkan dari segi kemudahan dan kelancarannya, namun dalam hal ini bersifat relatif karena ada kalanya kemudahan transportasi tercipta karena berdirinya suatu pabrik.

8. Utilitas

Utilitas yang utama adalah air, *steam*, bahan bakar dan listrik.

Untuk kebutuhan listrik didapat dari PLN dan generator, kebutuhan bahan bakar dipenuhi dari Pertamina atau perusahaan petroleum lain, sedangkan kebutuhan air dipenuhi dari air laut yang ada di dekat pabrik atau pabrik pengolahan air disekitar lokasi pabrik.

## 1.4. Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Pemilihan Proses

Pada dasarnya ada dua proses untuk memproduksi asam borat, yaitu :

1. Proses Asidifikasi
2. Proses Ekstraksi Liquid-liquid

---

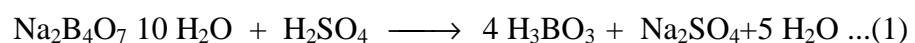
Uraian masing-masing proses diatas adalah sebagai berikut :

#### 1. Proses Asidifikasi

Pada proses ini asam borat dibuat dengan cara mereaksikan granular borak dengan larutan  $H_2SO_4$  di dalam reaktor, dengan ketentuan 3 bagian granular borak ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ ), 1 bagian asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan 12 bagian air ( $H_2O$ ). Untuk lebih jelasnya, proses pembuatannya akan diuraikan di bawah ini :

Pertama-tama memasukkan semua bahan yang diperlukan ke dalam reactor dan ditambahkan 1 bagian asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). dengan perbandingan 3 bagian granular borak ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$ ) dan 12 bagian air ( $H_2O$ ). Temperatur yang digunakan adalah  $80^\circ C$  dengan tekanan 1 atm dan berlangsung selama 1 jam. Kemudian larutan yang keluar dari reaktor dimasukkan ke dalam evaporator untuk mengurangi kandungan air, sehingga didapatkan sebuah larutan jenuh. Setelah itu dimasukkan ke dalam kristaliser untuk didinginkan. Kristal asam borat kemudian disaring untuk memisahkan kristal asam borat dengan larutan sodium sulfat di dalam centrifuge.

Kristal Asam Borat diumpankan ke dalam *rotary dryer* untuk mengalami proses pengeringan sehingga didapatkan kristal asam borat. Adapun reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut :



#### 2. Proses Ekstraksi Liquid-liquid

Pada proses ini digunakan bahan baku berupa garam yang mengandung sodium dan potassium borak. Untuk mendapatkan asam borat digunakan proses ekstraksi liquid-liquid dengan menggunakan pelarut kerosin yang merupakan *ekstraktant organic* pada ekstraksi fase ringan yang kaya akan garam-garam alkali dari kompleks *anionic diol* borak. Sedangkan fase berat banyak mengandung lumpur yang merupakan limbah. Kemudian fase ringan tersebut dimasukkan ke dalam striper dan dikontakkan dengan panas untuk merecovery pelarut, dalam striper juga ditambahkan larutan asam sulfat. Hasil atas

pada striper adalah pelarut *kerosene* sedangkan pada bagian bawah adalah asam borat yang masih mengandung sodium dan potassium sulfat. sodium dan potassium sulfat yang masih terlarut dihilangkan dari larutan dengan cara melewati ke dalam kolom karbon aktif untuk mendapatkan larutan asam borat, setelah itu larutan asam borat dimasukkan ke dalam evaporator dan dilanjutkan kristaliser untuk mendapatkan kristal asam borat.

Dari penjelasan di atas dapat dibandingkan antara proses asidifikasi dan proses ekstraksi liquid-liquid adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Perbandingan proses asidifikasi dan ekstraksi liquid-liquid

No		Proses Asidifikasi	Proses Ekstraksi Liquid-Liquid
1.	Pemurnian Bahan Baku	Tidak memerlukan pemurnian bahan baku	Memerlukan pemurnian bahan baku <i>brine</i>
2.	Penggunaan Bahan Pembantu	Tidak memerlukan bahan pembantu	Memerlukan bahan pembantu seperti kerosine dan karbon aktif
3.	Limbah	Tidak menghasilkan limbah melainkan produk samping	Menghasilkan limbah berupa <i>sludge</i>

Pada Tabel 2. terlihat bahwa proses asidifikasi lebih baik dari proses ekstraksi liquid-liquid.

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

Asam Borat banyak digunakan dalam industri kimia, antara lain :

##### 1. Industri Gelas

Penggunaan yang paling banyak adalah pada industri serat gelas. Asam borat akan mempercepat peleburan dan dapat mengikat bahan yang lain. Asam ini juga dapat memperbaiki warna dan meningkatkan ketahanan terhadap *shock thermal* dan *mekanis*.

2. Industri Keramik

Asam borat digunakan dalam pelapisan barang-barang tembikar, barang pecah belah, ubin, porcelen dan peralatan dapur.

3. Industri Kimia

Dalam industri kimia asam borat berfungsi sebagai *condensing agent*, dan juga berguna dalam berbagai analisa kimia. Asam borat sangat penting dalam industri sodium perborat yang digunakan sebagai bahan pemutih dalam industri pulp dan kertas.

4. Industri Elektronik

Asam borat digunakan untuk pembuatan kapasitor (kondensor elektronik) yang digunakan dalam sistem mesin automobil, pendingin elektrik, radio, TV dan barang-barang elektronik lainnya.

5. Industri Obat dan Farmasi

Asam borat digunakan dalam pembuatan obat yang berfungsi sebagai anti *septik*, *desinfektant*, penyegar dan deterjen. Asam borat juga bersifat bakteriostatis dan fungistatis, yaitu dapat menahan pertumbuhan bakteri dan jamur.

6. Fotografi

Asam Borat dalam bidang fotografi digunakan sebagai *reagent* dalam proses pencetakan film.

7. Bahan Pengawet

Asam Borat dalam industri pengawetan makanan berfungsi untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. Industri yang menggunakan asam borat untuk pengawetan hasil produksinya diantaranya adalah industri kulit, kayu dan tali.

8. Reaktor Nuklir

Asam Borat ditambahkan dalam air pendingin dalam suatu sistem tertutup yang bertekanan dalam suatu reaktor nuklir untuk mengontrol level tenaga.



---

(MC Ketta, 1983)

Selain untuk keperluan di atas, asam borat juga digunakan dalam pembuatan lilin (*wax*), selain itu juga digunakan pula untuk campuran pada tinta cetak. Asam borat digunakan juga dalam pembuatan barang-barang tahan api misalnya kertas tahan api, ubin tahan api, tekstil dan kayu tahan api. Dalam industri kulit penggunaan asam borat berfungsi untuk meningkatkan kekuatan serat kulit dan daya tahan terhadap warna produk.

### 1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia

#### a. Sifat Fisis dan Kimia Bahan baku

##### 1. Granular Borak ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ )

###### a. Sifat-sifat fisis

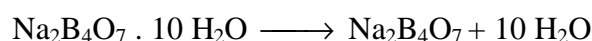
1. Berat molekul : 381,372 g/gmol
2. Bentuk : granular
3. *Spesific gravity (sg)* : 1,71
4. Titik leleh : 75 °C
5. Titik didih : 200 °C

(Perry's, 1990)

###### b. Sifat-sifat kimia

Granular borak ketika dipanaskan maka akan kehilangan air dan menjadi bentuk  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ .

Reaksi :



##### 2. Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

###### a. Sifat-sifat fisis

1. Berat molekul : 98,079 gr/gmol
2. *Spesific gravity (sg)* : 1,8357
3. Titik didih : 274 °C
4. Titik Leleh : 10, 49 °C

(Kirk-Othmer, 1982)

b. Sifat-sifat kimia

1. Merupakan asam yang kuat.
2. Bahan pengoksidasi dan pendehidrasi terhadap senyawa organik.
3. Dapat menguraikan garam dari sebagian besar asam-asam lain.

b. Sifat Fisika dan Kimia Produk

1. Asam Borat (  $H_3BO_3$  )

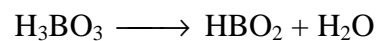
a. Sifat-sifat fisis

1. Berat molekul : 61,833 g/gmol
2. *Spesifik gravity (sg)* : 1,5172
3. Titik leleh : 170,9 °C
4. Titik didih : 300 °C
5. Bentuk : kristal berwarna putih

([www.chemicaland21.com](http://www.chemicaland21.com))

b. Sifat-sifat Kimia

1. Stabil di bawah kondisi-kondisi lingkungan higroskopik.
2. Asam borak jika dipanaskan diatas 170°C akan terdehidrasi



3. Sifat thermodinamika

Tabel 3. Sifat termodinamika Asam Borat

No	Suhu (K)	Cp (J/kg K)	H° (J/mol)
1.	0	0	-13.393
2.	100	35,92	-16.636
3.	200	58,74	-6.866
4.	298	81,34	0
5.	400	100,21	9.284

4. Kelarutan asam borat dalam air

Tabel 4. Kelarutan asam borat dalam air

No	Suhu (°C)	% Berat H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
1.	0	2,52
2.	20	4,72
3.	40	8,08
4.	60	12,97
5.	80	19,10
6.	100	27,53

5. Kelarutan asam borat dalam pelarut lainnya

Tabel 5. Kelarutan asam borat dalam pelarut lainnya

No	Pelarut	Suhu (°C)	% Berat Asam Borat
1.	<i>Glycerol (98,5 %)</i>	20	19,9
2.	<i>Glycerol (86,5 %)</i>	20	12,1
3.	<i>Ethylene glycol</i>	25	18,5
4.	<i>Diethylene glycol</i>	25	13,6
5.	<i>Ethylacetate</i>	25	1,5
6.	<i>Acetone</i>	25	0,6
7.	<i>Glacial acetic acid</i>	30	6,3
8.	<i>Ethanol</i>	25	94,4
9.	<i>Methanol</i>	25	179,3
10.	<i>n-Propanol</i>	25	59,4
11.	<i>Isobutyl alcohol</i>	25	42,8
12.	<i>Isoamyl alcohol</i>	25	35,3

---

### 1.5. Tinjauan Proses secara umum

Proses asidifikasi borak adalah suatu proses di mana terjadi reaksi kimia antara borak dan Asam Sulfat yang menghasilkan produk Asam Borat. Pengertian dari asidifikasi itu sendiri adalah penambahan asam, yang dalam proses ini adalah asam Sulfat.

Borak direaksikan dengan Asam Sulfat pada temperatur 80 °C dan tekanan 1 atm menghasilkan produk yang berupa Asam Borat. Reaksi yang terjadi :



Produk keluar reaktor akan dipekatkan konsentrasinya dengan menggunakan *evaporator triple effect*. Produk keluar evaporator dikristalkan dan dipisahkan kristalnya dengan menggunakan *centrifuge* dan dikeringkan menggunakan *rotary dryer*.