

**LAPORAN TUGAS PRARANCANGAN PABRIK**  
**PRARANCANGAN PABRIK**  
***PRECIPITATED SILICA* DARI SODIUM SILIKAT**  
**KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**



Oleh :

**Nur Afiah D500 050 017**

Dosen Pembimbing :

**Agung Sugiharto, S.T, M.Eng**

**Hamid Abdillah, S.T.**

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

**2010**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri *precipitated silica* sebelum krisis ekonomi berkembang cukup baik. Namun, setelah krisis ekonomi pada pertengahan tahun 1997 lalu, industri *precipitated silica* mengalami stagnansi bahkan kemunduran. Keadaan ini diperburuk oleh impor produk sejenis yang dipasarkan dengan harga yang lebih murah. Akibatnya salah satu produsen *precipitated silica* di Indonesia terpaksa menghentikan operasinya. Padahal kalau dilihat permintaan dalam negeri masih cukup besar bahkan meningkat.

Tiga perusahaan yang memproduksi *precipitated silica* di Indonesia mencapai kapasitas local 24.000 ton pertahun. Ketiga perusahaan itu adalah PT. Tensindo Sejati (PT. TS), PT. Tirta Bening Mulia (PT. TBM), dan satu lagi yang belum lama beroperasi adalah PT. Crossfield Indonesia. PT. Tensindo Sejati didirikan pada tahun 1998 dengan total investasi sebesar US\$ 12,5 juta. Pabrik yang didirikan dalam rangka penanaman modal dalam negeri (PMDN) ini beralokasi di Semarang Jawa Tengah dengan kapasitas produksi sebesar 6000 ton per tahun. Krisis *precipitated silica* menyebabkan penjualan salah satu produksi *precipitated silica* (Tensi 92OP) yang diproduksi PT. Tensindo Sejati turun tajam. Kenyataan tersebut menyebabkan PT. Tensindo Sejati tidak lagi beroperasi memproduksi *precipitated silica* jenis 902P sejak tahun 2000.

*Precipitated silica* adalah senyawa silika yang merupakan senyawa non logam dengan rumus  $\text{SiO}_2$ . *Precipitated silica* berbentuk serbuk padat berwarna putih, tidak berbau dan tidak berasa, tidak larut dalam air maupun asam kecuali asam fluoride. *Precipitated silica* mempunyai titik lebur/cair yang cukup tinggi yaitu sebesar  $1.710^\circ\text{C}$  dengan titik didih  $2.230^\circ\text{C}$ .

*Precipitated silica* dapat digunakan dalam industri barang-barang dari karet (sepatu olah raga, ban dll), pestisida (insektisida), bahan baku atau bahan tambahan dalam industri kosmetik, makanan/minuman, industri keramik dan

penyaring air. Dalam bentuk amorph. *Precipitated silica* ini berfungsi sebagai silica gel.

Indonesia masih melakukan impor *precipitated silica* untuk mencukupi kebutuhan lokal meskipun bahan kimia ini sudah dapat diproduksi di dalam negeri. Oleh karena itu, pendirian pabrik *precipitated silica* di Indonesia diharapkan dapat memenuhi kebutuhan industri pemakaian *precipitated silica* lokal dan menembus pasar ekspor.

## **1.2. Penentuan Kapasitas Pabrik**

Kapasitas produksi suatu pabrik yang akan didirikan ditentukan oleh beberapa pertimbangan, yaitu :

- a. Proyeksi kebutuhan *precipitated silica*
- b. Kapasitas produksi pabrik komersial yang sudah ada
- c. Ketersediaan bahan baku.

### **1.2.1. Proyeksi Kebutuhan *Precipitated Silica***

Perkembangan produksi *precipitated silica* di Indonesia pada tahun 1998 menurun tajam. Kemudian setelah tahun 2000 menunjukkan fluktuasi cenderung meningkat. Impor *precipitated silica* didatangkan dari berbagai negara pada tahun 2000, tidak kurang dari 21 negara pemasok *precipitated silica* ke Indonesia. Negara yang pemasokannya cukup besar antara lain : Cina sebesar 3.965 ton, disusul Korea sebesar 3.839 ton, kemudian Taiwan sebesar 2.104 ton.

Ekspor *precipitated silica* Indonesia belum maksimal karena harga dari *precipitated silica* yang belum mampu bersaing dengan produk China dan Thailand. PT. Crossfield Indonesia mulai mengembangkan ekspor *precipitated silica* setelah tahun 1998. Pada tahun 2000 ada beberapa Negara yang mengimpor *precipitated silica* produksi Indonesia, beberapa Negara diantaranya adalah Filipina (434 ton), Vietnam (332 ton), India (254 ton) dan Saudi Arabia (214 ton).

Pada tahun 1998, konsumsi *precipitated silica* menurun karena terjadi krisis ekonomi nasional. Laju perkembangan konsumsi bahan kimia tersebut sebesar minus 1,7 % pertahun. Setelah memasuki tahun 1999, konsumsi

*precipitated silica* mulai membaik. Perkembangan produksi, konsumsi, impor dan ekspor dari tahun 1996 hingga tahun 2000 diperlihatkan oleh tabel berikut :

**Tabel 1.1. Perkembangan *Precipitated Silica* di Indonesia pada Tahun 1996-2000 dalam ton**

Tahun	Produksi	Konsumsi	Import	Eksport	Kenaikan
1996	6.515	24.429	17.916	2	-
1997	6.045	23.434	17.390	1	-4.1
1998	2.819	15.214	12.435	40	-35.1
1999	7.126	18.220	13.282	2.188	19
2000	7.579	21.532	18.983	2.030	18.82
Jumlah Pertumbuhan Rata-rata/Tahun (%)					-0.3

Sumber CIC 323 1 Agustus 2003

Permintaan terhadap *precipitated silica* mengalami penurunan yang sangat tajam pada tahun 1998 dan mulai meningkat dua tahun berikutnya (pada tahun 2000). Beberapa industri yang mengkonsumsi *precipitated silica* antara lain industri sepatu olah raga, pasta gigi, industri ban, *mechanical rubber goods* serta industri konsumen. Tabel 1.2 dan 1.3 menunjukkan besarnya presentase pertambahan konsumsi *precipitated silica* di Indonesia sepanjang tahun 2001 hingga 2005

**Tabel 1.2. Proyeksi Kenaikan Konsumsi *Precipitated silica* di Indonesia Periode Tahun 2001-2005 dalam prosentase**

Tahun	Industri Pemakai(%)				
	Sepatu	Pasta Gigi	Ban	MRG	Lainnya
2001	5	3.5	5	3.5	5
2002	7.5	7.5	7	6.5	5
2003	9.5	10	9	9	5
2004	12.5	12.5	11.5	11.5	5
2005	15	15	13	13.5	5

Sumber : CIC No. 323 1 Agustus 2003

Proyeksi konsumsi *precipitated silica* dalam bentuk angka adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.3. Proyeksi Konsumsi *Precipitated Silica* di Indonesia Periode Tahun 2001-2005**

Tahun	Industri Pemakai (%)					Total (Ton)
	Sepatu	Pasta Gigi	Ban	MRG	Lainnya	
2000	13.602	2.058	1.967	1.627	2.278	21.532
2001	14.282	2.130	2.065	1.684	2.392	22.533
2002	15.353	2.290	2.210	1.793	2.511	24.157
2003	16.815	2.519	2.409	1.995	2.637	26.332
2004	18.913	2.834	2.686	2.179	2.769	29.381
<b>2005</b>	<b>21.750</b>	<b>3.259</b>	<b>3.049</b>	<b>2.463</b>	<b>2.907</b>	<b>33.428</b>

Sumber : CIC No. 323 1 Agustus 2003

### 1.2.2. Kapasitas produksi pabrik komersial yang sudah ada

Sebagaimana yang telah disebutkan di atas, ada tiga perusahaan yang memproduksi *precipitated silica* di Indonesia. Salah satunya, PT Tirta Bening Mulya sudah tidak memproduksi *precipitated silica*, sedangkan PT Tensindo Sejati dan PT Crosfield Indonesia masih memproduksi sodium silikat dan *precipitated silica* di dalam negeri dapat dilihat pada tabel 1.4.

**Tabel 1.4. Produsen *Precipitated Silica* di Indonesia dan Kapasitasnya Tahun 2003**

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
PT Tensindo Sejati	Semarang, Jawa Tengah	6000
PT Tirta Bening Mulya	Indramayu, Jawa Barat	8000
PT Crosfield Indonesia	Pasuruan, Jawa Timur	10.000
Total Kapasitas		24.000

\*) menghentikan produksi *precipitated silica*

**Tabel 1.5. Data Kebutuhan Import Precipitated Silica**

<b>Tahun</b>	<b>Import(Kg)</b>
2000	9.940.526
2001	10.352.214
2002	10.618.551
2003	10.578.714
2004	9.362.641
2005	6.631.321

(Badan Pusat statistika)

### **1.2.3. Ketersediaan bahan baku**

Bahan baku pembuatan *precipitated silica* terdiri dari sodium silikat dan asam sulfat. Sodium silikat merupakan produk utama dari PT Tirta Bening Mulia yang berkapasitas 48.000 ton per tahun. Bahan baku sodium silikat dapat diperoleh dengan mengadakan perjanjian/kerjasama dengan PT Tirta Bening Mulia sedangkan pemenuhan kebutuhan asam sulfat dapat bekerjasama dengan PT Indo Lysaght, Bogor dengan kapasitas operasi 82.500 ton/tahun

### **1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi kegiatan pabrik, baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Lokasi pabrik biasanya ditetapkan atas dasar orientasi pasar, karena hal ini bersifat ekonomis. Pemilihan lokasi yang tepat akan memberikan keuntungan maksimal karena investasi serta produksi dan distribusi dapat dilakukan semaksimal mungkin.

Lokasi pabrik dikatakan ekonomis apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Bahan baku yang mudah di dapat
2. Tenaga kerja yang mudah diperoleh
3. Utilitas yang cukup tersedia
4. Transportasi dan distribusi yang cukup lancar

Berdasarkan pertimbangan di atas maka lokasi pabrik *precipitated silica* ini direncanakan didirikan di kawasan industri Cilegon Kabupaten Banten,

Propinsi Jawa Barat. Dipilihnya Cilegon sebagai lokasi pabrik berdasarkan pertimbangan–pertimbangan sebagai berikut :

a. Faktor Utama

1. Bahan Baku

Bahan baku harus tersedia dalam jumlah yang cukup untuk kelancaran suatu proses industri. Mudah diperoleh serta harga murah. Untuk pembuatan precipitated silika digunakan bahan baku sodium silika dapat diperoleh dengan mengadakan kerjasama dengan PT Tirta Bening Mulia. Pemenuhan kebutuhan asam sulfat dapat bekerjasama dengan PT Indo Lysaght, Bogor.

2. Utilitas

Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia, sehingga penyediaan utilitas utamanya air pendingin dan umpan boiler, bahan bakar dan listrik dapat mudah terpenuhi dan tidak mengalami kesulitan. Pengadaan air dapat diambil dari sumur bor dan apabila tidak mencukupi di kawasan industri Cilegon terdapat penyediaan air yaitu PT. Krakatau Tirta Indonesia.

3. Transportasi

Sistem transportasi yang dominan adalah darat dan laut. Pengangkutan bahan–bahan baku ke lokasi dan pemasaran sekitar dengan jalan transportasi darat. Pemasaran luar pulau jawa dan ekspor ke negaranegara maju dengan jalan transportasi laut melalui pelabuhan Merak di Propinsi DKI Jakarta.

4. Tenaga Kerja

Penyediaan tenaga kerja tidak sulit, mengingat lokasi pabrik berada di kawasan industri yang memungkinkan didatangkan dari Pulau Jawa yang selalu memiliki tenaga kerja berlebih setiap waktu.

5. Prasarana

Prasarana dan fasilitas sosial lainnya disekitar lokasi pabrik sudah berkembang dikarenakan berada di kawasan industri Cilegon.

## 6. Pemasaran

Letak kawasan Cilegon dekat dengan industri ban kendaraan bermotor, sepatu, pasta gigi, *Mechanical Rubber Goods* yang merupakan konsumen *precipitated silica* terbesar sehingga distribusi dalam negeri lebih cepat dan murah. Pabrik terletak di dekat pelabuhan Tanjung priok untuk memudahkan distribusi ke luar negeri.

## 7. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri, sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

### b. Faktor Pendukung

#### 1. Perijinan dan kebijaksanaan Pemerintah

Pendirian pabrik merupakan salah satu usaha untuk mewujudkan kebijakan pemerintah mengenai pengembangan industri dan pemerataan kesempatan kerja.

#### 2. Perluasan Pabrik

Pendirian pabrik haruslah memperhitungkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 sampai 20 tahun kedepan (jangka panjang). Karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area dari pabrik tidak mengalami kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

#### 3. Kondisi Iklim

Kondisi alam (iklim) dari suatu area yang akan dibangun pabrik haruslah mendukung, dalam arti kondisinya tidak terlalu mengganggu jalannya operasi pabrik.

#### 4. Pembuangan Limbah

Penanganan masalah limbah tidak menjadi masalah karena lokasi pabrik dekat dengan aliran sungai Cisadane dan laut.

#### 5. Energi

Penyediaan energi merupakan hal yang perlu di perhatikan dalam pemilihan lokasi pabrik. Untuk memenuhi kebutuhan listrik diambil dari Perusahaan Listrik Negara Suralaya dan dari generator.



## 6. Perpajakan

Pajak yang harus dibayarkan dapat lebih murah, karena Cilegon merupakan kawasan industri sehingga pembayaran pajaknya lebih dipermudah

## 7. Perawatan

Pabrik mempunyai bengkel perawatan sendiri, apabila tidak dapat dilakukan sendiri di Cilegon banyak terdapat bengkel yang dapat menangani peralatan–peralatan besar.

## 8. Biaya Konstruksi

Biaya konstruksi bisa lebih murah, karena kawasan industri Cilegon berada di dekat pelabuhan sehingga biaya pengangkutan alat ke lokasi dapat lebih murah.

## 9. Kondisi Daerah Lokasi

Keadaan sekitar lahan pabrik haruslah diamati dan dimengerti, dengan maksud agar pada saat pabrik telah berdiri tidak ada masalah yang akan berkembang.

## 10. Bahaya Banjir dan Kebakaran

Pabrik yang akan didirikan harus memperhatikan keselamatannya. Cilegon tidak termasuk daerah rawan banjir dan di kawasan ini memiliki keselamatan terpadu untuk menjaga dari hal–hal yang berbahaya.

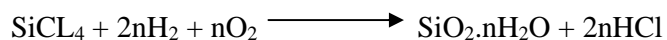
## 1.4. Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Macam-macam proses

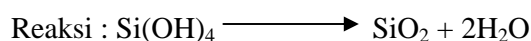
Pemilihan proses *precipitated silica* ada dua macam yaitu :

#### a) Proses Kering

Reaksi :



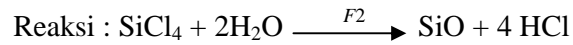
Pada metode kering,  $\text{SiCl}_4$  diuapkan dan didekomposisi dengan nyala hidrogen pada temperatur 1.850 – 2.000 °C membentuk bubur halus *silica acid*.



## b) Proses Basah

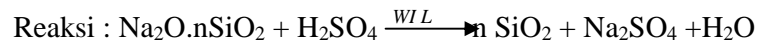
Terdiri dari tiga macam proses yaitu :

### 1) Hidrolisis SiCl<sub>4</sub> dengan adanya fluorida



Proses hidrolisis SiCl<sub>4</sub> berlangsung pada temperatur 60°C. Hidrolisis secara langsung selalu mengarah pada terbentuknya gel sehingga menyulitkan waktu pemisahan hasil tanpa perlakuan khusus. Pada umumnya SiCl<sub>4</sub> mempunyai kemurnian 99% sehingga *precipitated silica* yang dihasilkan akan mempunyai kadar kemurnian yang tinggi pula.

### 2) Asidifikasi alkali silikat dengan menambahkan *water immiscible liquid*



Reaksi tersebut berlangsung pada suhu kamar. *precipitated silica* yang dihasilkan proses ini berukuran *uniform* serta dapat menghindari pembentukan gel tetapi kemurniannya rendah.

### 3) Asidifikasi larutan alkali silikat



Reaksi berlangsung pada suhu 85–100°C. *Precipitated silica* yang dihasilkan mempunyai ukuran partikel yang *uniform* dan dengan pengaturan pengadukan maka terjadinya gel dapat dihindari. Keuntungan lain adalah mudahnya melakukan diversifikasi produk.

Dalam prarancangan pabrik *precipitated silica* ini menggunakan proses basah yaitu asidifikasi larutan alkali silikat. Pemilihan proses ini dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Kondisi operasi dalam proses ini mudah dalam pengontrolan dimana proses dalam fase cair – cair dan pada tekanan operasi 1 atm.

2. Dengan pengaturan pengadukan maka terjadinya gel dapat dihindari.
3. Keuntungan lain adalah mudahnya melakukan diversifikasi produk.

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

*Precipitated silica* merupakan bahan antara yang dibutuhkan oleh industri produk karet, seperti : silikon, ban kendaraan bermotor, sepatu, industri pasta gigi, kosmetik, cat, tinta dan industri pestisida.

#### 1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia

Bahan baku

##### 1) Sodium Silikat ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,2\text{SiO}_2$ )

Sifat fisis :

- a. Wujud = cairan
- b. Bentuk kristal = *rhombic*
- c. Warna = tidak berwarna
- d. Berat molekul = 254,27 gram/mol
- e. Densitas = 2,425 g/cc (25°C)
- f. Entalpi Pembentukan = -814,422 kJ/mol
- g. *Free Energi* = -768,52 kkal/gmol
- h. Kapasitas panas = 42,38 kal/mol K (25°C)
- i. *Refractive index* = 1,4901

Sifat kimia :

- a. Sodium silikat larut dalam air tetapi tidak terhidrolisis seperti halnya garam silikat lainnya karena sodium silikat dengan rasio 3,2 – 3,5 bersifat netral.
- b. Stabil dalam temperatur ruang dan tekanan atmosferik
- c. Sodium silikat bereaksi dengan garam-garam lain, contohnya dengan magnesium sulfat membentuk magnesium silikat.

(<http://www.captainindustries.com>)

## 2) Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Sifat fisis :

- a. Wujud = cairan kental
- b. Warna = tidak berwarna
- c. *specific gravity* = 1,834 pada 18oC
- d. Berat molekul = 98,08 gram/mol
- e. Densitas = 1,838 g/cc (25°C)
- f. Entalpi Pembentukan = -241,82 kJ/mol
- g. *Melting point* = 10,49°C
- h. Kapasitas panas = 33,12 kal/mol K (25°C)
- i. *Boiling point* = 338°C
- j. Kelarutan = terlarut sempurna dalam air

Kelarutan lainnya = terdekomposisi dalam etil alkohol 95%

Sifat Kimia :

- a. Asam sulfat merupakan asam kuat bervalensi 2 dan bersifat higroskopis
- b. Asam sulfat merupakan bahan pengoksidasi dan bahan penghidrasi khususnya terhadap senyawa organik.

(<http://www.jtbaker.com/msds/58234.html>)

## Produk

### 1) *Precipitated silica* (SiO<sub>2</sub>)

Sifat fisis :

- a. Kenampakan = berwarna putih, tidak berwarna, tidak berbau, berasa, tidak beracun, stabil dalam suhu kamar dan tekanan atmosferik
- b. Bentuk kristal = *Amorph*
- c. Berat Molekul = 60,1 g/mol
- d. *Melting point* = 1.710°C
- e. *Boiling point* = 2.230°C
- f. Entalpi pembentukan = -910,70 kJ/mol

g. Kapasitas panas = 10,7 kal/molK

h. *Bulk Density* = 0,03 - 0,3 g/cm<sup>3</sup>

i. *True Density* = 2,0 – 2,1 g/cm<sup>3</sup>

j. *Refractive indec* = 1,45

k. *Surface area* = 45 – 700 m<sup>2</sup>/g

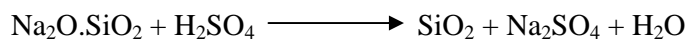
Sifat Kimia :

1. Tidak larut dalam air
2. Pada permukaan *Precipitated silica* terdiri dari grup silanol (-Si-O-H)
3. Dan siloxane (-Si-O-H) grup silanol lebih hidrofilik dan biasanya stabil setelah mengadsorpsi air dari udara sekitar grup silanol tersebut akan membentuk ikatan hidrogen yang hilang jika dipanaskan.

(<http://www.nrdcindia.com>)

#### 1.4.4. Tinjauan proses Secara Umum

Bahan baku yang digunakan adalah larutan sodium silikat dan asam sulfat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Secara garis besar, proses pembuatan *precipitated silica* terbagi menjadi 4 tahap yaitu :

1. Tahap presipitasi dengan mereaksikan larutan sodium silikat dengan asam sulfat dalam reaktor disertai dengan pembentukan kristal-kristal *precipitated silica*. Reaksi ini merupakan reaksi eksotermis dengan suhu reaktor 91°C (USPTO 5034207) .
2. Tahap filtrasi *precipitated silica* dalam *slurry* akan tertahan dalam *rotary drum vacuum filter* dalam bentuk *cake* sedangkan filtratnya berupa air, sisa reaktan dan sodium sulfat akan diolah dalam unit pengolahan limbah.
3. Tahap pengeringan untuk mengurangi kadar air hingga maksimal 1,5%.
4. Tahap penyimpanan dan pengepakan.