

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Sebagai negara berkembang, Indonesia memiliki jumlah populasi penduduk yang sangat besar. Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin pesat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan hidup masyarakat. Indonesia secara bertahap melaksanakan pembangunan di segala bidang, termasuk bidang industri. Pembangunan industri merupakan sebuah proses berkelanjutan sebagai salah satu bagian dalam upaya memperkokoh struktur ekonomi nasional untuk memperluas lapangan kerja dan kesempatan usaha serta mendorong berkembangnya kegiatan berbagai sektor pembangunan lainnya. Perkembangan industri di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas, sehingga kebutuhan akan bahan baku, bahan pembantu, maupun tenaga kerja akan semakin meningkat. Salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia adalah industri kimia. Dengan kebutuhan industri-industri kimia saat ini, maka kebutuhan bahan baku industri kimia pun semakin meningkat.

Salah satu perkembangan industri yang semakin meningkat ialah industri *precipitated silica*. *precipitated silica* merupakan *synthetic silica dioxide* yang berbentuk *amorphous* terdiri atas atom Si dan O dan termasuk kategori senyawa oksida non logam. Secara umum *precipitated silica* digunakan sebagai bahan penguat pada produk-produk elastis seperti sol sepatu, karet, komponen-komponen kawat dan kabel serta sebagai *cleaning agent* pada pasta gigi (Ullman's, 1998).

Indonesia masih melakukan impor *precipitated silica* untuk mencukupi kebutuhan lokal meskipun bahan kimia ini sudah dapat diproduksi di dalam negeri. Kebutuhan impor rata-rata *precipitated silica* yaitu sekitar 51.000 ton/tahun. Sehingga dengan mendirikan pabrik *precipitated silica*, diharapkan kebutuhan impor dalam negeri dapat ditekan dan kebutuhan bahan baku untuk industri barang-barang dari karet dan lain-lain dapat dipenuhi. Berdasarkan uraian

di atas, pabrik *precipitated silica* layak dibangun di Indonesia yang akan memberikan dampak positif, antara lain :

1. Memenuhi kebutuhan dan mengurangi ketergantungan impor sehingga menghemat devisa negara.
2. Menarik minat para investor untuk datang ke Indonesia dan menanamkan modalnya.
3. Membuka lapangan kerja baru dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan.
4. Sebagai pemasokan bahan baku terhadap industri – industri yang membutuhkan *precipitated silica* sebagai bahan baku.

## **1.2 Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1 Pengertian *Precipitated Silica***

*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 fluorida. Silika ( $\text{SiO}_2$ ) mempunyai beberapa struktur kristal, seperti halnya karbon yang berbentuk grafit dan intan. *Precipitated silica* mempunyai komposisi yang sama dengan pasir dan gelas tetapi bentuk molekulnya berbeda. Pada *precipitated silica* molekulnya berbentuk kubus, sedangkan gelas mempunyai struktur tetrahedral. Pasir mempunyai struktur yang lebih kompleks. Itulah yang membedakan *precipitated silica* dengan silika lain (Kirk Othmer, 1982). Silika presipitat memiliki dua gugus fungsi yang berbeda pada permukaannya, yaitu gugus silanol ( $\text{Si-OH}$ ) dan gugus *siloxane* ( $\text{Si-O-Si}$ ). Kedua gugus fungsi ini mempengaruhi properti pada permukaan sekaligus aplikasi dari silika presipitasi itu sendiri. Suatu permukaan dengan 5-6 gugus silanol per  $\text{nm}^2$ , menghasilkan silika presipitasi yang hidrofilik. Sedangkan gugus siloksen bersifat inert secara kimiawi dan kereaktifannya menghasilkan silika presipitasi dengan permukaan yang beragam. Sehingga reaksinya dengan organosilanes atau silikon membuatnya bersifat hidrofobik.

Silika presipitat yang biasa disebut *particulate silica*, terbentuk baik dari fase uap maupun dari presipitasi larutan. *Precipitated Silica* dalam bentuk *powder* atau bubuk memiliki struktur yang lebih terbuka dengan volume pori yang lebih tinggi daripada *silica gel* dalam bentuk yang sama. Silika dapat dipresipitasi dari larutan natrium silikat dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah daripada dalam pembuatan *silica gel*. Proses presipitasi terjadi dalam beberapa langkah diantaranya adalah nukleasi partikel, pertumbuhan partikel menjadi ukuran yang diinginkan, koagulasi untuk membentuk akumulasi dengan kontrol pH dan konsentrasi ion natrium, serta penguatan kumpulan partikel tanpa nukleasi lebih lanjut. Silika banyak digunakan di industri karena sifat dan morfologinya yang unik (Ullmann's, 1996).

### 1.2.2 Kegunaan *Precipitated Silica*

*Precipitated silica* merupakan bahan *intermediate* yang dibutuhkan oleh industri produk karet, seperti silikon, ban kendaraan bermotor dan sepatu, industri pasta gigi, industri kosmetik, industri cat, industri tinta dan industri pestisida. Kegunaan *Precipitated silica* pada industri-industri tersebut sangat penting (Kirk Othmer, 1982).

**Tabel 1.1** Kegunaan *Precipitated Silica*

<b>Industri Pemakai</b>	<b>Fungsi</b>
Karet dan Plastik	Sebagai bahan penguat
Cat dan Tinta	Sebagai bahan pematat, pengental dan peningkat adsorpsi
Pestisida dan insektisida	Sebagai <i>carrier</i>
Karet silikon	Sebagai <i>reinforcing filler</i> untuk menggantikan <i>silica pyrogenik</i> yang harganya mahal
Pasta gigi dan farmasi	Sebagai bahan aktif tambahan dan <i>agent</i> abrasi
Kosmetik	Pematat, <i>anti caking</i>

### 1.3 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan jumlah yang dihasilkan dalam waktu satu tahun (jam kerja). Penentuan kapasitas suatu pabrik yang akan dibangun dapat ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti ketersediaan bahan baku, permintaan produk dan kapasitas pabrik yang sudah ada.

#### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku harus diperhatikan secara serius untuk menjamin ketersediaan jumlah yang cukup demi kontinuitas produksi pabrik. Produksi *Precipitated silica* memerlukan bahan baku utama yaitu sodium silikat dan asam sulfat. Bahan baku sodium silikat dapat diperoleh dengan mengadakan perjanjian/kerjasama dengan PT. Tirta Bening Mulia dengan kapasitas 48.000 ton/tahun dan PT. Mahkota Indonesia yang berada di Jakarta Utara dengan kapasitas 30.000 ton/tahun. Sedangkan pemenuhan kebutuhan asam sulfat dapat bekerjasama dengan PT. Indo Lysaght, Bogor dengan kapasitas operasi 82.500 ton/tahun

#### 2. Kapasitas Produksi Pabrik Komersial yang Sudah Ada

Dalam menentukan kapasitas pabrik harus mengetahui data kapasitas pabrik yang telah berdiri. Data kapasitas pabrik yang sudah ada dapat dilihat dalam **Tabel 1.2**.

**Tabel 1.2** Data Kapasitas Pabrik yang sudah Berdiri

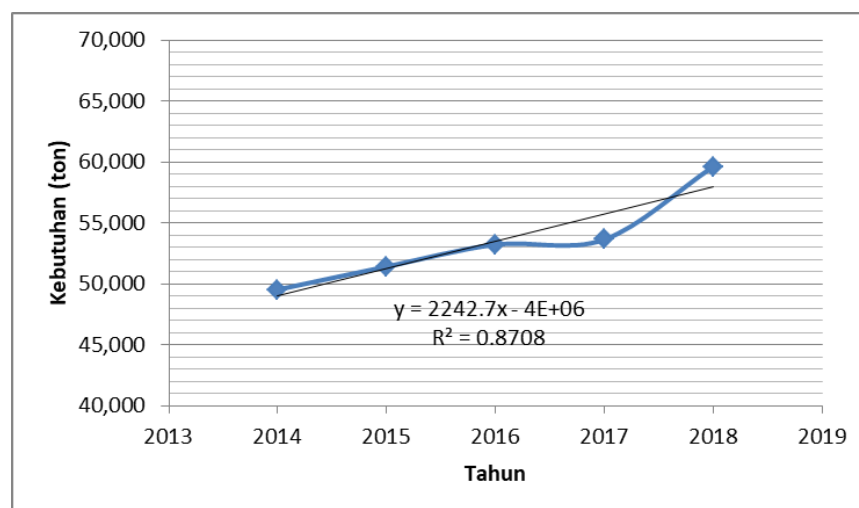
No.	Nama Perusahaan	Lokasi	Jumlah (ton)
1.	PT. Tensindon Sejati	Semarang, Jawa Tengah	6.000
2.	PT. Crosfield Indonesia	Pasuruan, Jawa Tengah	10.000
Total			16.000

Data kebutuhan impor *Precipitated silica* di Indonesia dari tahun 2014-2018 dapat dilihat pada **Tabel 1.3** (BPS, 2019).

**Tabel 1.3** Kebutuhan Impor *Precipitated Silica*

Tahun	Kebutuhan (Ton)
2014	49,519
2015	51,409
2016	53,214
2017	53,636
2018	59,619

Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Dari grafik di atas, dengan metode *regresi linier* maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 2242.7 X - 4000000$$

Keterangan : Y = Kebutuhan (ton/tahun)

X = Tahun ke-n

Pabrik *Precipitated silica* ini direncanakan beroperasi pada tahun 2020 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2020, maka X = 2020.

Kebutuhan pada tahun 2020 :

$$Y = [ 2242.7 \times 2020 ] - 4000000$$

$$= 532496.7 \text{ ton/tahun}$$

Untuk kapasitas terpasang pabrik, diambil asumsi 25% dari kebutuhan total, sehingga kapasitas pabrik = 25% x 532496.7 ton/tahun = 133124.175 = 130.000 ton/tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan *regresi linier* menunjukkan peluang kapasitas *Precipitated silica* yang akan didirikan tahun 2020 yaitu sebesar 130.000 ton/tahun. Data impor *Precipitated silica* pada tahun 2011 sampai 2016 mengalami kenaikan. Sehingga berdasarkan data impor *Precipitated silica* tersebut serta pertimbangan karena sudah adanya pabrik *Precipitated silica* yang berdiri maka ditetapkan kapasitas prarancangan pabrik *Precipitated silica* yang akan didirikan pada tahun 2020 adalah sebesar 60.000 ton/tahun.

## 1.4 Spesifikasi Bahan

### 1.4.1 Spesifikasi Bahan Baku

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

Sifat fisis :

- Wujud = cairan
- Warna = tidak berwarna
- Berat molekul = 254,27 gram/mol
- Densitas = 2,425 g/cc (25°C)
- Titik didih = 102°C
- Entalpi Pembentukan = -814,422 kJ/mol
- *Free Energy* = -768,52 kkal/gmol
- Kapasitas panas = 42,38 kal/mol K (25°C)
- Viskositas = 1,5 cp
- *Refractive index* = 1,4901
- pH = 11-12,5
- Kemurnian = 61,7 %

- Impuritis = 38,3 % air

(Kirk Othmer, 1982)

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 ( $H_2SO_4$ )

Sifat fisis :

- Wujud = cairan kental
- Warna = tidak berwarna
- *Specific gravity* = 1,834 pada 18°C
- Berat molekul = 98,08 gram/mol
- Densitas = 1,838 g/cc (25°C)
- Entalpi Pembentukan = -241,82 kJ/mol
- *Melting point* = 10,49°C
- Kapasitas panas = 33,12 kal/mol K (25°C)
- *Boiling point* = 338°C
- Kelarutan = terlarut sempurna dalam air
- Kelarutan lainnya = terdekomposisi dalam etil alkohol 95%
- pH = 2,0
- Kemurnian = 98%
- Impuritis = 2% air

(Kirk Othmer, 1982)

Sifat Kimia :

- a. Asam sulfat merupakan golongan asam kuat yang mempunyai valensi 2 dan bersifat higroskopis.

- b. Asam sulfat merupakan bahan pengoksidasi dan bahan penghidrasi khususnya terhadap senyawa organik.

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

#### 1.4.2 Spesifikasi Bahan Pembantu

##### 1) Air (H<sub>2</sub>O)

- Wujud = cair
- Warna = tidak berwarna
- Berat molekul = 18,02 kg/kmol
- Densitas = 0,99707 kg/l
- Viskositas = 0,89 mPa.s (liquid)  
= 9,35 μPa.s (gas)
- *Heat capacity* = 4,186 kJ/kg
- *Heat capacity critical* = 4,216  
= 2,042 kJ/kg. K(gas)
- *Freezing point* = 0<sup>0</sup>C
- *Boiling point* = 100<sup>0</sup>C

(Kirk Othmer, 1982)

#### 1.4.3 Spesifikasi Produk

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

Sifat fisis :

- Kenampakan = berwarna putih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun, stabil dalam suhu kamar dan tekanan atmosferik
- Bentuk = Serbuk
- Berat Molekul = 60,1 g/mol
- *Melting point* = 1.710<sup>0</sup>C
- *Boiling point* = 2.230<sup>0</sup>C
- Entalpi pembentukan = -910,70 kJ/mol
- Kapasitas panas = 10,7 kal/molK

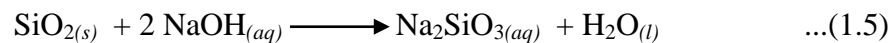


- *Specific Gravity* = 2
- *Bulk Density* = 0,03 - 0,3 g/cm<sup>3</sup>
- *True Density* = 2,0 – 2,1 g/cm<sup>3</sup>
- *Refractive indec* = 1,45
- *Surface area* = 45 – 700 m<sup>2</sup>/g
- Kelarutan dalam air = 0,012 g/100 mL

(Kirk Othmer, 1982)

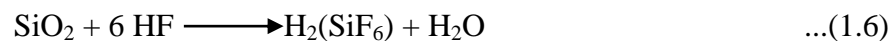
Sifat kimia :

- a. Tidak larut dalam air
- b. Mempunyai sifat-sifat asam, oleh karena itu dapat bereaksi dengan basa. Reaksi :



- c. Tidak larut dalam asam kecuali asam fluorida (HF)

Reaksi :



- d. Pada permukaan *Precipitated silica* terdiri dari grup silanol (-Si-O-H) dan *siloxane* (-Si-O-Si-). Grup silanol lebih hidrofilik dan biasanya stabil setelah mengadsorpsi air dari udara sekitar. Grup silanol tersebut akan membentuk ikatan hidrogen jika dipanaskan.

#### 1.4.4 Spesifikasi Produk Samping

Natrium Sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

- Wujud = padat
- Warna = putih
- Berat molekul = 142,06 g/mol
- Densitas = 2,664 g/cm<sup>3</sup>
- *Specific gravity* = 2.671
- *Boiling point* = 1100 °C
- *Melting point* = 888 °C

- Kelerutan dalam air = 200g/L pada 20 °C  
([www.sciencelab.com](http://www.sciencelab.com))