

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Precipitated silica merupakan *synthetic silica dioxide* yang berbentuk *amorphous* terdiri atas atom Si dan O dengan komposisi utama SiO_2 . *Precipitated silica* secara umum sering digunakan dalam industri berbahan baku karet, insektisida, dan bahan penunjang dalam industri makanan atau minuman, industri keramik, penyaring air, penguat pada produk-produk elastis seperti sol sepatu, karet. *Precipitated silica* (SiO_2) merupakan senyawa oksidasi non logam yang berbentuk serbuk padat, berwarna putih, tidak berbau dan tidak larut dalam air kecuali asam *fluoride*. *Precipitated silica* mempunyai beberapa struktur kristal, seperti karbon yang berbentuk grafit dan intan serta mempunyai komposisi yang sama dengan pasir dan gelas tetapi bentuk molekulnya kubus, sedangkan gelas mempunyai struktur tetrahedral (Ulman, 2005).

Precipitated silica dibuat dari natrium silikat dan asam sulfat. Ada beberapa industri natrium silikat cair di Indonesia seperti PT. Mahkota Indonesia yang berada di Pulogadung Jakarta Utara dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, serta PT. Darisa Intimitra Tangerang Banten dengan kapasitas 40.000 ton/tahun. Asam sulfat juga dapat diperoleh dari PT. Timur Raya Tunggal yang terletak di jalan Kalri Karawang dengan kapasitas 69.200 ton/tahun, sehingga kebutuhan bahan baku sudah dapat terpenuhi dari dalam negeri.

Jika ditinjau dari segi ekonomi, *precipitated silica* mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi dari bahan bakunya, yaitu natrium silikat dan asam sulfat. Harga natrium silikat Rp 2.700/kg dan asam sulfat Rp 5.000/kg, sedangkan harga *precipitated silica* Rp 24.000/kg. Reaksi pembentukan *precipitated silica* merupakan reaksi netralisasi dan bersifat eksotermis dengan suhu yang tidak terlalu tinggi yaitu sekitar 80 - 90 °C. *Precipitated silica* dibuat melalui proses asidifikasi larutan alkali silikat, yaitu dengan mereaksikan natrium silikat dengan asam sulfat. Berdasarkan bahan baku yang digunakan, natrium silikat dan produk yang dihasilkan bukan merupakan bahan beracun dan berbahaya.

Di Indonesia pabrik *precipitated silica* merupakan salah satu industri yang mampu memberikan peluang yang cukup baik bagi negara. Indonesia selama ini belum mampu memenuhi kebutuhan *precipitated silica* dalam negerinya sendiri sehingga masih impor dari negara lain. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, diperoleh data bahwa impor *precipitated silica* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yaitu rata-rata sebesar 23,17% dengan impor *precipitated silica* pada tahun 2016 mencapai 40.400,503 ton. Ketidakmampuan produsen dalam memenuhi semua permintaan mengakibatkan ketergantungan terhadap impor dari negara lain sehingga berakibat terjadi peningkatan dalam impor *precipitated silica*. Apabila pabrik *precipitated silica* ini dibangun akan mempunyai banyak keuntungan yaitu:

- a. Membuka lapangan kerja bagi penduduk Indonesia.
- b. Menambah devisa negara.
- c. Kebutuhan *precipitated silica* dapat terpenuhi tanpa impor dari negara lain.
- d. Mendorong pembangunan pabrik disekitar yang menggunakan bahan baku untuk *precipitated silica*.
- e. Di harapkan dapat menembus pasar ekspor.

1.2. Kapasitas Rancangan

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik, diantaranya:

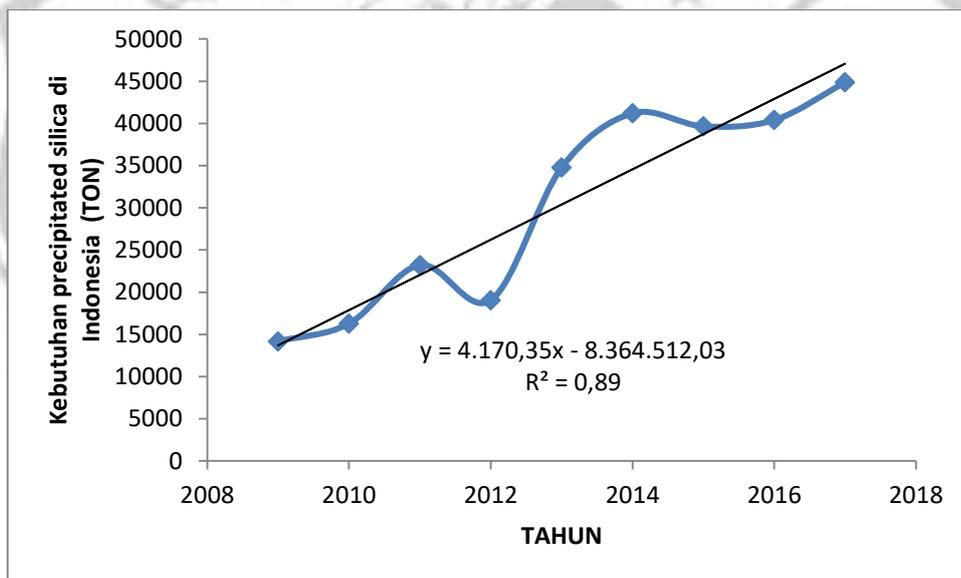
1. Kebutuhan SiO₂ di Indonesia

Perkembangan kebutuhan *precipitated silica* di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir ini menunjukkan fluktuasi dengan laju yang cenderung meningkat. Impor *precipitated silica* di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1. Sedangkan kebutuhan *precipitated silica* di Indonesia dituangkan pada Gambar 1.1. Dari beberapa percobaan persamaan, diperoleh persamaan linier yang memiliki nilai R mendekati angka 1.

Tabel 1.1 Data Impor *Precipitate Silica* di Indonesia

Tahun	Impor (TON)
2009	14.158,001
2010	16.270,713
2011	23.203,442
2012	19.037,635
2013	34.777,420
2014	41.200,114
2015	39.645,447
2016	40.400,503
2017	44.854,224

Sumber: BPS tahun 2018



Gambar 1.1 Kebutuhan *Precipitate Silica* di Indonesia

Pada Gambar 1.1 dengan menggunakan metode persamaan linier diperoleh persamaan $y = 4.170,35x - 8.364.512,03$ (1)

Dimana x merupakan jumlah tahun yang dihitung. Dari persamaan (1), dapat dihitung kebutuhan impor silica pada tahun 2020 sebesar 59.594,97 Ton.

2. Kapasitas Produksi yang sudah ada

Penentuan kapasitas pabrik berdasarkan pada data kapasitas pabrik yang telah berdiri sebelumnya. Data kapasitas pabrik yang sudah ada dapat dilihat dalam Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Produksi Precipitated Silica di Dunia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT. Crosfield Indonesia	Pasuruan, Indonesia	10.000
PT. Darisa Intimitra	Tangerang, Indonesia	20.000
PT. Tensindo Sejati	Semarang, Indonesia	6.000
Shouguang Baote Chemical & Industrial Co., Ltd	Shandong, china	150.000
Rhodia, Inc Paulina,	Brazil	36.000
Nippon Silica Industrial	Nanyo, Jepang	40.000

Berdasarkan Tabel 1.2 didapatkan bahwa 6 pabrik yang memproduksi *precipitated silica* di Dunia berkapasitas 6.000 – 150.000 ton/tahun. Dengan demikian kapasitas pabrik ≥ 6.000 ton/tahun merupakan kapasitas yang komersial atau masih menguntungkan. Berdasarkan Tabel 1.2 digunakan untuk menentukan kapasitas prarancangan pabrik *Precipitated silica* yaitu sebesar 99.000 ton/tahun, dengan pertimbangan sebagai berikut :

- Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- Dapat memberikan keuntungan karena kapasitas rancangan telah melebihi kapasitas minimal.
- Sebagian produk dapat diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.

3. Ketersediaan bahan Baku

a. Asam Sulfat

Asam sulfat merupakan salah satu bahan penunjang yang sangat penting dan dibutuhkan oleh industri kimia. Kegunaan utama asam sulfat (60% dari total produksi di dunia) untuk pembuatan asam fosfat, pengolahan minyak bumi, farmasi, kertas dan pulp. (yeni&nur : 2012)

Adapun industri asam sulfat yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Produksi Asam Sulfat di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Indo Barat Rayon	Purwakarta	71.175
PT. Indonesian Acid	Bekasi	82.500
PT. Petrokimia	Gersik	1.170.000
PT. Smelting	Jakarta	92.000
PT. Mahkota Indonesia	Pulogadung	72.500
PT. Timur Raya	Karawang	69.200
PT. Liku Telaga	Gersik	325.000
PT. Aktif Indo Indah	Surabaya	15.000
PT. Budi Acid Jaya	Lampung	60.000
TOTAL		1.865.375

Meskipun kebutuhan asam sulfat di Indonesia sangat besar tetapi pemenuhan asam sulfat di Indonesia dapat dikatakan sudah terpenuhi, hal ini dibuktikan tingginya ekspor asam sulfat di Indonesia yang disajikan dalam Tabel 1.4 sebagai berikut:

Tabel 1.4. Data Ekspor Asam Sulfat di Indonesia

Tahun	Ekspor (TON)
2017	33
2016	914,08
2015	3
2014	220
2013	109.791

b. Sodium Silikat

Sodium silikat adalah nama generik untuk senyawa kimia dengan rumus $\text{Na}_{2x} + \text{SiO}_{2+x}$ atau $(\text{Na}_2\text{O})_x\text{SiO}_2$. Sodium silikat banyak digunakan pada pabrik silica gel, sabun, detergen, keramik, drum filter, juga digunakan sebagai *flocculating agen* pada *water treatment*, serta untuk sintesis zeolit. (Ade : 2016) Adapun produksi sodium silikat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Produksi Sodium Silikat di Indonesia

Industri	Lokasi	Kapasitas (TON)
PT. Mahkota Indonesia	Pulogadung	30.000
PT. Darisa Intimitra	Banten	40.000

Meskipun kebutuhan Sodium Silikat di Indonesia sangat besar karena banyak industry yang membutuhkan Sodium Silikat sebagai bahan baku tetapi pemenuhan Sodium Silikat di Indonesia dapat dikatakan sudah terpenuhi, hal ini di buktikan tingginya Ekspor Sodium Silikat di Indonesia yang di sajikan dalam Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Data Ekkspor Sodium silikat

Tahun	Ekspor (Ton)
2014	7.721.700
2015	15.532.041
2016	22.176.482
2017	22.451.756

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu proyek baik dari segi komersil maupun kemungkinan pengembangan yang akan datang. Rencana pendirian pabrik ini di Kecamatan Ciampel, Kab. Karawang, Provinsi Jawa Barat, dengan mempertimbangkan faktor primer dan faktor sekunder.

1. Faktor Primer

a. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *precipitated silica* adalah sodium silikat dan asam sulfat. Sodium silikat dapat diperoleh dari PT Mahkota Indonesia di Pulogadung Jakarta Utara, yang berjarak 54,3 km dari arah Ciampel , Karawang dan PT Darisa Intimitra Tangerang Banten, yang berjarak 123 km dari arah Ciampel Karawang. Sedangkan asam sulfat dapat diperoleh dari PT.Timur Raya Tunggal yang terletak di Klari, Karawang, berjarak 17,1 km dari Ciampel.

b. Transportasi

Penyediaan bahan baku dan pemasaran produk diperlukan sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Di daerah Karawang, merupakan pilihan yang tepat karena terdapat fasilitas yang cukup memadai seperti jalur darat, laut dan udara. Di jalur darat terdapat jalan tol Jakarta-Cikampek yang berjarak 1,5 km di bagian Pantura, serta stasiun kereta api sehingga mempermudah dalam akses pengadaan bahan baku dan pendistribusian produk. Di jalur laut terdapat pelabuhan Tanjung Priok yang berjarak 66,1 km dari lokasi pabrik. Jalur udara meliputi bandara Soekarno-Hatta yang berjarak 70 km dari lokasi pabrik.

c. Tenaga Kerja

Pemilihan tenaga kerja harus mempunyai pertimbangan tertentu seperti jumlah, kualitas, besarnya upah minimum, produktivitas, dan keahlian tenaga kerja. Tenaga kerja dipilih dari daerah – daerah sekitar Karawang, karena menurut Pemerintah Kabupaten Karawang rasio daya serap tenaga kerjanya sebesar 205.759 orang atau sekitar 22,11%, serta jumlah pencari kerja pada 2015 untuk tingkat pendidikan Diploma dan tingkat Sarjana mencapai 66.619 orang. Selain dari daerah Karawang, pemilihan tenaga kerja diambil dari seluruh wilayah Indonesia yang memiliki riwayat pendidikan tingkat Diploma maupun Sarjana.

d. Penyediaan Utilitas

Utilitas merupakan hal yang perlu diperhatikan seperti air, listrik dan sarana pendukung lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan listrik menggunakan jaringan PLN dan diperoleh dari kawasan industri Surya Cipta, serta generator. Kebutuhan air dapat diperoleh dari pihak pengelola kawasan industri dari sumber sungai.

e. Pemasaran

Pemasaran produk biasanya di daerah Karawang Kecamatan Ciampel Provinsi Jawa Barat, karena daerah ini merupakan konsumen terbesar *precipitatedsilica*. Pabrik – pabrik tersebut meliputi pabrik ban PT. Sumi Rubber Indonesia di Cikampek-Karawang dan PT. Bridgstone Tire Indonesia di Karawang, industri kosmetik PT. Cedefindo di Bekasi, industri farmasi meliputi PT. Cendo Pharmaceutical Industries di Bandung, serta industri karet seperti PT. Cilatexindo Graha Alam di Bekasi dan PT. Ciluar Baru di Bogor.

f. Kondisi Lokasi

Daerah Karawang merupakan pilihan lokasi yang cukup baik, karena berada di dataran yang cukup datar dengan ketinggian 0 – 5 m di atas permukaan air laut, selain itu juga memiliki drainase yang bagus, struktur tanah yang kuat, serta mempunyai aspek hidrologi yang cukup bagus karena terdapat sungai Citarum dan Cimalaya yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan air pabrik (Afiah :2010). Kecamatan Ciampel memiliki ketinggian 11 – 25 mdpl di atas permukaan air laut. Daerah Karawang mempunyai temperatur udara 27°C, tekanan udara 0,01 milibar dan penyinaran matahari 66%.

2. Faktor Sekunder

a. Perluasan Lahan

Di daerah Karawang merupakan daerah kawasan industri, maka perlu disiapkan lahan untuk pengembangan pabrik yang akan datang.

b. Kebijakan Pemerintah

Pendirian pabrik *precipitated silica* mendukung kebijakan pemerintah dalam pengembangan industri yang berhubungan dengan pemerataan tenaga kerja dan hasil pembangunan khususnya di Pulau Jawa. Dalam pembangunan pabrik harus memperhatikan keamanan lingkungan dan tidak mengganggu daerah sekitar. Dari beberapa pertimbangan, maka pabrik *precipitated silica* ini akan didirikan didaerah Karawang Jawa Barat.

1.4 Tinjauan Pustaka

1. Macam – Macam Proses

Proses pembuatan *precipitated silica* ada 4 macam :

a) Proses Kering

Reaksi :



Pada metode ini SiCl_4 diuapkan dan didekomposisi dengan nyala hidrogen pada suhu 1800 – 2000°C dengan konversi >90% membentuk bubuk halus dari *silica acid*.

Reaksi :



b) Proses Basah

Terdapat 3 macam, yaitu:

1) Reaksi SiCl_4 dengan adanya *Fluorida*

Reaksi :

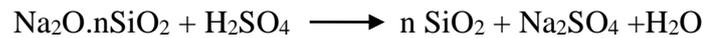


Proses hidrolisa SiCl_4 berlangsung pada suhu 60°C. Hidrolisa secara langsung selalu mengarah pada terbentuknya gel sehingga menyulitkan pada waktu pemisahan hasil tanpa perlakuan khusus. Pada

umumnya SiCl_4 mempunyai kemurnian minimal 99%, sehingga *precipitated silica* yang dihasilkan akan mempunyai kadar kemurnian yang tinggi pula.

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

Reaksi :



Reaksi tersebut berlangsung pada suhu kamar dengan konversi <50%. *precipitated silica* yang dihasilkan proses ini berukuran *uniform* serta dapat menghindari pembentukan gel tetapi kemurniannya rendah.

- 3) Asidifikasi silikat

Proses pembuatan *precipitated silica* dengan netralisasi larutan sodium silikat dengan larutan asam (H_2SO_4) melalui proses filtrasi, pengeringan, penggilingan, dan granulasi sehingga menghasilkan *precipitated silica* yang mempunyai ukuran seragam dan berlangsung pada suhu 80-90°C dengan konversi >99%, berikut reaksinya:



Dalam proses ini dilakukan pengaturan pengadukan unuk menghindari terjadinya pembentukan *gel* (Ulman, 2005). Dari uraian macam-macam proses di atas dapat dilihat perbandingan setiap prosesnya pada Tabel 1.6 sebagai berikut:

Tabel 1.7 Perbandingan macam-macam proses

	Proses Kering		Proses basah	
	Bahan baku	Reaksi	Asidifikasi Alkali Silikat dengan WIL	Asidifikasi Larutan Alkali Silikat
Bahan baku	SiCl_4	SiCl_4	$\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,2\text{SiO}_2$
Suhu Reaksi	1.800 – 2000°C	60°C	30°C	80-90°C
Konversi	>90%	>99%	<50%	>99%

Dari perbandingan macam-macam proses yang disajikan pada Tabel 1.7, 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.

2. Sifat Fisika Kimia

Bahan Baku

1. Asam Sulfat (Kirk Orthmer, 1982)

Sifat fisik asam sulfat:

Rumus Kimia	: H_2SO_4
Wujud	: <i>Viscous liquid</i>
<i>Spesific gravity</i>	: 1,857
Titik didih	: $274^{\circ} C$
Titik beku	: $10,49^{\circ} C$
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Bau	: berkarakteristik sedikit
Entalpi pembentukan	: -212,03 kkal/gmol
pH	: kurang dari 1,0
Kapasitas panas	: 33,12 kal/mol K ($20^{\circ}C$)
Kelarutan dalam air	: tercampur penuh
Viskositas	: 2,67 cp ($20^{\circ} C$)

Sifat kimia asam sulfat (Ulman, 2005)

- Asam sulfat merupakan golongan asam kuat yang mempunyai valensi dua dan bersifat higroskopis (mudah menguap).
- Asam sulfat murni akan terdisosiasi jika diencerkan dengan air



- Asam sulfat akan terurai menjadi sulfur trioksida dan uap air pada temperatur tinggi



3. Sodium Silikat

Sifat Fisik

Rumus kimia	: $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3\text{SiO}_2$
Wujud	: Cairan
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 254,27 g/mol
Densitas (20° C)	: 3,083 lb/L
Entalpi pembentukan	: -808,36 kkal/g
Kapasitas panas (25° C)	: 42,38 kal/mol K
Titik didih	: 102°C

Sifat kimia

- Sodium silikat larut dalam air tetapi tidak dapat terhidrolisa, seperti garam *precipitated silica* yang bersifat netral dengan rasio 3,2-3,5.
- Sodium silikat pada temperatur ruang dan tekanan atmosferik bersifat stabil.
- Sodium silikat bereaksi dengan garam lainnya, seperti magnesium sulfat yang membentuk magnesium *precipitated silica*.

Reaksinya:



Produk

Sifat fisik (Kirk-Othmer, 1982)

1. SiO₂

Rumus kimia	: SiO ₂
Warna	: tidak berwarna
Wujud	: bubuk
Berat molekul	: 60,1 g/mol
Titik leleh	: 1.713°C
Titik didih	: 2.230°C
Kapasitas panas	: 10,73 kal/mol K
<i>Bulk density</i>	: 0,03-0,45 g/cm ³
<i>True density</i>	: 1,0-2,1 g/cm ³
<i>Refractive index</i>	: 1,45
<i>Surface Area</i>	: 45-700 m ² /gram
<i>Average size particle</i>	: 1-10 μm

Sifat Kimia

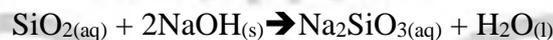
✓ *Precipitated silica* tidak dapat larut dalam air, kecuali asam fluorida (HF).

Reaksinya:



✓ *Precipitated silica* bersifat asam, sehingga dapat bereaksi dengan basa.

Reaksinya :



✓ Permukaan *Precipitated silica* terdiri dari kelompok silanol (-Si-O-H) dan siloxane (Si-O-Si). Kelompok silanol bersifat hidrofilik, stabil dalam air ketika mengadsorpsi air dari udara sekitar, dan akan membentuk hidrogen ketika di panaskan.

2. Na₂SO₄

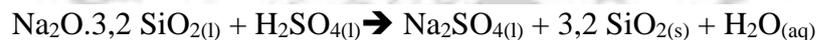
Sifat Fisika

Rumus kimia	: Na ₂ SO ₄
Massa molar	: 142,04 g/mol
Densitas	: 2,664 g/cm ³
Titik lebur	: 32,38°C
Titik leleh	: 888°C
Kelarutan dalam air	: 4,76 g/100 mL (0 °C) 42,7 g/100 mL (100 °C)

3. Tinjauan Proses

Bahan baku yang digunakan adalah larutan sodium silikat dan asam sulfat.

Reaksi yang terjadi adalah reaksi presipitasi sebagai berikut :



Secara garis besar, proses pembuatan precipitated silica terbagi menjadi 5 tahap yaitu :

- 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 75-85°C.
- Tahap filtrasi, *precipitated silica* dalam *slurry* akan tertahan dalam *press filter* dalam bentuk *cake*. Sedangkan filtratnya berupa air, sisa – sisa reaktan dan sodium sulfat akan diolah dalam unit pengolahan limbah.
- Tahap pengeringan untuk mengurangi kadar air hingga maksimal 3%
- Tahap penggilingan, *precipitated silica* dihancurkan sampai mencapai ukuran 700 mesh.
- Tahap Pengepakan.