

BAB II

URAIAN DAN SELEKSI PROSES

2.1. Jenis-Jenis Proses

Pada pembuatan silika amorf dibedakan menjadi 2 macam proses yaitu:

1. *Dry Process* (Proses Kering), yaitu proses penguapan Silika Tetrakorida (SiCl_4) dengan hydrogen dalam sebuah tangki furnace dengan suhu tinggi.
2. *Wet Process* (Proses basah), yaitu proses reaksi presipitasi dengan melarutkan logam alkali silikat dengan asam untuk membentuk silika presipitat.

2.1.1 Proses Kering

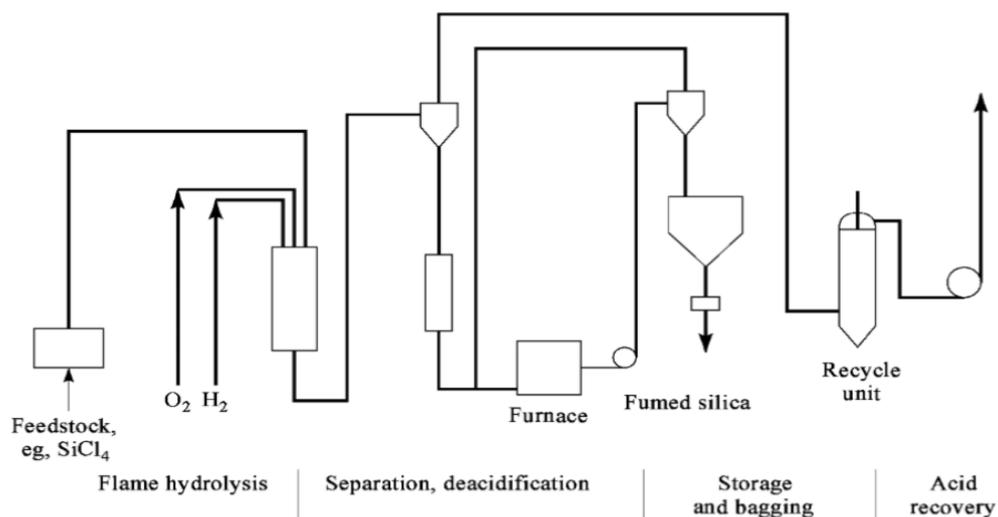


Fig. 15. Schematic of pyrogenic silica production (54). See Figure 13 for definitions.

Gambar II.1 Diagram alir produksi *pyrogenic silica*

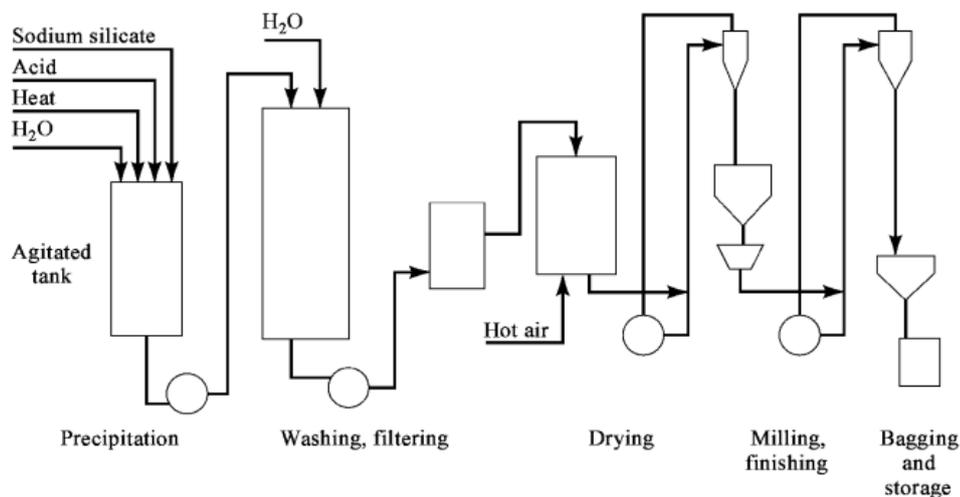
Pembuatan *precipitated silica* dengan proses ini berdasarkan pada reaksi berikut :



(Kirk Orthmer, 1982)

Proses ini dilakukan dengan cara menguapkan *silicon tetrachloride* (SiCl_4) dan mencampur uap tersebut dengan udara sebagai sumber oksigen (O_2). Kemudian nyala hidrogen (H_2) di dalam *burner* (ruang bakar) pada suhu $1.800 - 2.000\text{ }^\circ\text{C}$ digunakan untuk penguraian SiCl_4 menjadi SiO_2 . Proses ini jarang dipakai karena penggunaan suhu yang sangat tinggi. Adapun konversi reaksi dari proses ini sebesar 90% atau lebih, hal ini tergantung pada suhu reaksinya. Semakin tinggi suhu reaksi, maka konversi akan semakin tinggi (Patent genius No. 3661519).

2.1.2 Proses Basah



Gambar II.2. Diagram alir produksi silika presipitat

(Kirk & Othmer, 1982)

Proses pembuatan *precipitated silica* didasarkan pada proses asidifikasi larutan alkali silikat yaitu dengan mereaksikan larutan sodium silikat dengan H_2SO_4 . Dengan penambahan H_2SO_4 akan terjadi peningkatan derajat keasaman dari larutan alkali silikat yang disusul dengan pembentukan kristal *precipitated silica*. Proses asidifikasi larutan alkali silikat dilakukan pada suhu $90 - 91\text{ }^\circ\text{C}$ dan termasuk reaksi netralisasi dengan tanpa adanya reaksi samping (Patent genius No. 5851502).

Konversi reaksi yang dihasilkan mencapai 99,4%. Reaksi yang terjadi yaitu:



Pra Rencana

Pabrik Precipitated Silika Dari Asam Sulfat Dan Sodium Silikat Menggunakan Proses Asidifikasi Larutan Alkali Silikat Kapasitas 30.000 Ton/Tahun



Proses produksi *precipitated silica* terdiri dari beberapa langkah proses yaitu presipitasi, filtrasi, pencucian, pengeringan dan penggilingan. Faktor yang mempengaruhi proses presipitasi adalah pH, suhu, waktu pencampuran, dan pengadukan. Pada proses ini dilakukan pengaturan pengadukan untuk menghindari terjadinya pembentukan *gel* sehingga akan mempermudah proses pemisahan produk (Ullmans,2005).



2.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian kedua proses di atas, maka kemudian dilakukan pemilihan proses mana yang terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan kedua proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter meliputi teknis, ekonomi dan lingkungan. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada 2.4

Tabel II.1 Perbandingan Proses Kering, Proses Basah

No	Parameter	Proses Kering (Kirk Orthmer, 1982)	Proses Basah (Ullman, 1993)
1.	Teknis		
	a. Bahan baku	SiCl_4	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3,3 \text{SiO}_2$
	b. Temperatur	1.800 – 2.000 °C	90 – 91 °C
	c. Konversi	>90 %	99,4 %
2.	Ekonomi		
	Harga Bahan Baku	Rp. 9.855/kg	Rp. 5.400/kg
3.	Lingkungan (Limbah yang dihasilkan)	HCl	Na_2SO_4 dan H_2O

Dari kedua aspek tersebut, maka dipilih proses asidifikasi larutan alkali silikat dengan pertimbangan:

1. Dari segi teknis, kondisi operasi atmosferis yang berlangsung pada suhu 90 - 91 °C dengan tekanan 1 atm sehingga lebih mudah dalam pengontrolan dan bahan untuk mendesain peralatan menjadi lebih murah serta kemurnian yang dihasilkan lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan harga jual produk.
2. Dari segi ekonomi, bahan baku yang digunakan lebih murah.
3. Dari segi lingkungan, limbah yang dihasilkan berbentuk garam, sehingga lebih mudah dalam penanggulangannya.



2.3 Uraian Proses

2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku asam sulfat 98 % dari tangki penyimpanan dialirkan ke dalam tangki pengenceran yang kemudian diencerkan dengan air hingga konsentrasinya mencapai 17,5 %. Selanjutnya larutan asam sulfat 17,5 % setelah dipompa menuju *heater* dengan tujuan untuk memanaskan larutan asam sulfat 17,5 % tersebut sampai 80°C sesuai dengan kondisi operasi reaktor. Sodium silikat sebanyak 18,5 % yang keluar dari tangki penyimpanan juga dipanaskan dengan dialirkan menuju *heater*. Setelah keluar *heater* asam sulfat kemudian menuju reaktor. Begitu juga larutan sodium silikat setelah keluar *heater* kemudian menuju reaktor.

2.3.2 Tahap Pembentukan Produk

Pada tahap ini, reaktor tangki berpengaduk dialirkan air demineralisasi sebanyak 54,83% dari volume reaktor. Asam sulfat yang sudah diencerkan menjadi 17,5% akan direaksikan dengan sodium silikat di dalam reaktor. Reaktor bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 80 °C. Reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis, maka perlu digunakan pendingin air yang berfungsi untuk menjaga suhu operasi tetap pada batas yang diinginkan. Air pendingin dialirkan menuju jaket reaktor. Pada reaktor digunakan pengaduk untuk mempercepat terjadinya reaksi. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah sebagai berikut :



Natrium silikat 18,5 % w/w dan asam sulfat 17,5 % w/w dialirkan ke dalam reaktor sehingga pH larutan awal menjadi 9,3. Reaksi pada saat aliran masuk pertama diaduk selama 15 menit. Selanjutnya asam sulfat 17,5 % w/w dialirkan sehingga pH menjadi 7,5 serta pengadukan dilanjutkan kembali selama 10 menit. Setelah 10 menit, larutan natrium silikat 18,5 % w/w di alirkan lagi menuju reactor serta dilakukan pengadukan selama 45 menit. Kemudian dialirkan asam sulfat 17,5% w/w hingga pH menyentuh angka 4. Larutan asam sulfat 17,5 % w/w kemudian dialirkan kembali ke dalam reaktor dan diaduk Kembali selama 20 menit. Sehingga waktu yang diperlukan selama terjadinya proses reaksi pembentukan silika presipitat adalah 90 menit.



2.3.3 Tahap Filtrasi dan Pencucian

Pada tahap ini, produk yang dihasilkan dari reaktor didinginkan terlebih dahulu dalam *cooler* sebelum dialirkan *rotary drum vacuum filter*. *Precipitated silica* akan tertahan dalam *rotary vacuum filter* dalam bentuk *cake*, sedangkan filtratnya berupa larutan sodium sulfat akan dialirkan menuju *waste* dan diolah lebih lanjut. Waktu filtrasi ini tergantung pada kondisi *cake* yang dihasilkan. *Cake* yang dihasilkan kemudian dicuci dengan air untuk mengurangi kadar sodium sulfat.

2.3.4 Tahap Pengeringan

Cake yang keluar dari *rotary vacuum filter* diangkut dengan *Screw conveyor* ke unit pengeringan. Dalam unit ini kadar air dalam *cake* akan dikurangi dari 76 – 80 % menjadi maksimum 3 %. Media pemanas yang digunakan adalah udara panas yang diperoleh dari *heat exchanger* dengan media pemanas *steam*. *Cake* yang sudah kering kemudian diangkut dengan *cooling conveyor* menuju ke bin penampung.

2.3.5 Tahap Penggilingan

Dari bin , *precipitated silica* diangkut dengan *screw conveyor* menuju *ball mill* untuk menghancurkan produk sehingga didapatkan ukuran produk sesuai dengan yang diinginkan (200 mesh). Untuk produk yang ukurannya telah memenuhi spesifikasi masuk ke dalam *hopper*, *bagging machine* untuk dipacking dengan ukuran 25 kg/karung.