

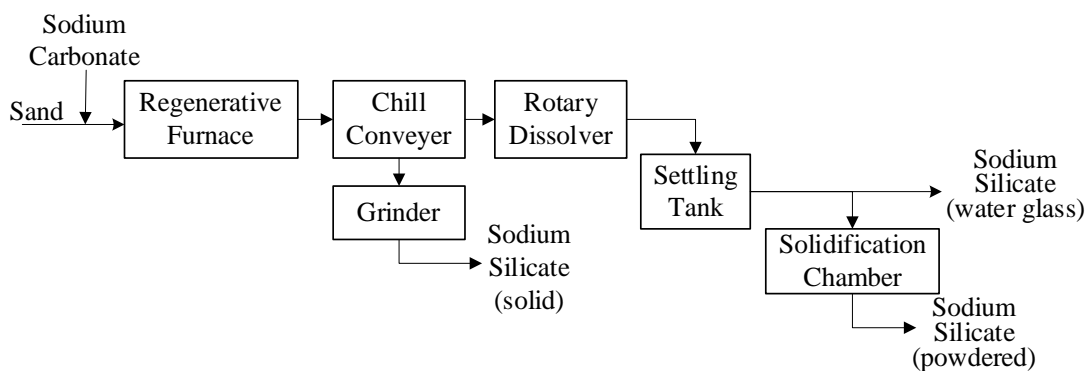
## BAB II

### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

#### II.1 Macam-macam Proses

Natrium silikat pertama kali ditemukan oleh Jahamn Nepomuk Von Fuch pada tahun 1825 di Munich, Jerman. Secara umum natrium silikat yang ada di industri dapat dispesifikasikan menjadi 2 macam, yaitu *water glass* atau larutan air silikat yang diproduksi dengan cara melarutkan natrium silikat ke dalam air, dan natrium silikat yang memiliki fase padat atau biasa disebut kristal natrium silikat. Pembuatan natrium silikat dapat disintesis melalui beberapa cara, diantaranya:

##### II.1.1. Proses *Baker*



Gambar II. 1 Blok Diagram Proses Baker

Pasir dan natrium karbonat, dimasukkan secara batch ke dalam furnace dan dipanaskan sampai temperatur 2.200-2.600 °F (1.200-1.450 °C) dengan kondisi tekanan sebesar 1 atm. Waktu reaksi berlangsung selama 12-36 jam. Kedua bahan tersebut akan bereaksi membentuk lelehan secara bertahap dan mengeluarkan gas karbondioksida. Reaksi kimia yang terjadi adalah:



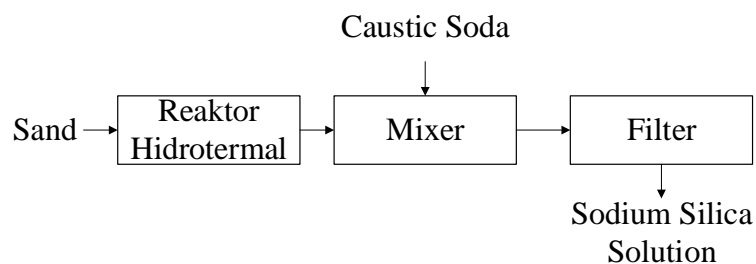
Lelehan panas (cair) selanjutnya didinginkan kedalam rotary cooler sehingga liquid panas (cair) berubah fasa menjadi padatan natrium silikat. Padatan natrium silikat yang dihasilkan masih mengandung zat impuritis sehingga perlu diproses lebih lanjut dengan menggunakan rotary dissolver.

Pada rotary dissolver dilakukan penambahan sejumlah air (H<sub>2</sub>O) pada

padatan natrium silikat sehingga terbentuk larutan natrium silikat (cair) 40-50%. Selanjutnya larutan natrium silikat dilakukan pengendapan sehingga terpisah antara padatan (impuritis) dan cairan yang dilakukan pada settling tank. Keluaran dari settling tank terdiri menjadi 2 produk, yaitu produk utama (cair) dan limbah padat (impuritis). Konversi yang dihasilkan dalam proses ini sebesar 96%.

(Keyes, 1995)

### II.1.2. Proses Brunner-Mond



Gambar II. 2 Blok Diagram Proses Brunner-Mond

Proses *Brunner-Mond* bekerja dengan cara mereaksikan pasir silika dengan natrium hidroksida pada reaktor hidrotermal dengan kondisi temperatur 225 °C dan tekanan 23,6 atm. Natrium hidroksida dilarutkan di dalam mixing dengan menggunakan air proses sebagai pelarut sampai konsentrasi 50%. Reaksi berlangsung selama 1 jam. Reaksi menghasilkan konversi 99,7% berdasarkan pasir silika yang bereaksi. Keluaran mixer yang sudah melalui proses ekspansi dialirkan menuju filter untuk dilakukan pemisahan larutan dan padatan berupa produk natrium silikat. Hasil akhir produk berupa larutan natrium silikat akan diumpankan ke tangki penyimpanan produk. Reaksi yang terjadi:



(Othmer, 2004)



## II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan macam-macam proses yang telah dijelaskan, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses sebagai berikut:

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Baker dan Brunner-Mond pada Pembuatan Natrium Silikat

Parameter	Proses	
	<i>Baker</i>	<i>Brunner-Mond</i>
Bahan baku	Natrium karbonat dan pasir silika	Natrium hidroksida, pasir silika dan hidrogen klorida
Kondisi operasi	1.200 – 1.450 °C 1 atm	225 °C 23,6 atm
Waktu reaksi	12 – 36 jam	1 jam
Konversi	96%	99,7%
Kemurnian	98%	53,46%
Fase	Cair/Padat	Cair/Padat
Alat proses	Furnace dan Rotary dissolver	Reaktor Hidrotermal
Produk Samping	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Kekurangan	Produk samping menghasilkan gas emisi	Penggunaan NaOH yang bersifat korosif terhadap alat industri

Dari hasil uraian di atas, maka dipilih Proses *Brunner-Mond* dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Kondisi operasi yang lebih rendah sehingga mempermudah proses pengendalian/maintenance serta tidak membutuhkan banyak energi
2. Konversi yang dihasilkan lebih tinggi sehingga bahan baku dapat bereaksi dengan sempurna
3. Produk samping yang mana berupa H<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub> lebih ramah lingkungan daripada hasil samping proses *direct fusion* yang berupa emisi gas CO<sub>2</sub>



### II.3 Uraian Proses

Pasir silika dengan kandungan  $\text{SiO}_2$  sebanyak 97,24% disimpan di silo (F-130) pada temperatur  $30^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Pasir silika 80 mesh diangkut menggunakan screw conveyor (J-131) masuk menuju bucket elevator (J-132) kemudian hopper (F-133). Pasir silika kemudian direaksikan dengan HCl di reaktor pemurnian silika (M-140) untuk meningkatkan kadar  $\text{SiO}_2$  dengan menghilangkan impuritis yang melekat pada permukaan pasir silika. Pasir silika dimurnikan dengan menggunakan larutan HCl 13%. HCl 32% yang sebelumnya disimpan di tangki penyimpanan (F-110) dengan suhu  $30^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm, dipompa menuju mixer (M-120) untuk diencerkan menggunakan air proses hingga konsentrasinya menjadi 13% dan dilewatkan menuju heat exchanger terlebih dahulu untuk menaikkan suhunya menjadi  $94^\circ\text{C}$  kemudian dipompa menuju reaktor pemurnian (R-140).

Reaktor pemurnian silika bekerja pada temperatur  $90^\circ\text{C}$  dan berlangsung selama 1 jam. Pengadukan dilakukan di dalam reaktor pemurnian untuk meningkatkan faktor tumbukan antar reaktan. Reaksi yang terjadi ketika proses pemurnian yaitu reaksi impuritis pasir silika dengan HCl, sebagai berikut:

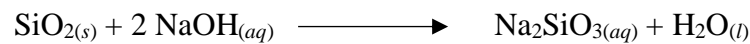
- i.  $\text{SiO}_2(s) + 4 \text{HCl}(aq) \not\rightarrow \text{Tidak Bereaksi}$
- ii.  $\text{Al}_2\text{O}_3(s) + 6 \text{HCl}(aq) \longrightarrow 2 \text{AlCl}_3(aq) + 3 \text{H}_2\text{O}(l)$
- iii.  $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 4 \text{HCl}(aq) \longrightarrow 2 \text{FeCl}_2(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g)$
- iv.  $\text{CaO}(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- v.  $\text{Cr}_2\text{O}_3(s) + 6 \text{HCl}(aq) \longrightarrow 2 \text{CrCl}_3(aq) + 3 \text{H}_2\text{O}(l)$
- vi.  $\text{TiO}_2(s) + 4 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{TiCl}_4(aq) + 2 \text{H}_2\text{O}(l)$
- vii.  $\text{ZrO}_2(s) + 2 \text{HCl}(l) \longrightarrow \text{ZrOCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$
- viii.  $\text{CuO}(s) + 2 \text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CuCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

Reaksi antara kedua reaktan yang terjadi dalam reaktor bersifat endotermis, sehingga membutuhkan jaket pemanas untuk mempertahankan suhu reaksi. Setelah dimurnikan, pasir silika dialirkan menggunakan pompa (L-141) yang kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan pasir silika dengan HCl menggunakan rotary drum vacuum filter (H-150). Residu berupa  $\text{SiO}_2$  dengan kemurnian 98,24% dibawa screw conveyor (J-151) dan dilanjutkan ke bucket elevator (J-152) menuju hopper (F-153) untuk selanjutnya direaksikan dengan NaOH 50%.



Bahan baku NaOH 98% dalam bentuk padat disimpan dalam gudang penyimpanan NaOH (F-160) pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm yang kemudian diangkat menggunakan screw conveyor (J-161) dan bucket elevator (J-162) menuju hopper NaOH (J-163) untuk dilakukan pelarutan menjadi larutan NaOH 50% menggunakan mixer (M-170). Larutan NaOH 50% dipompa ke heat exchanger (E-172) untuk dipanaskan menjadi temperatur 252°C lalu diumpankan ke *reciprocating pump* untuk menaikkan tekanannya dari 1 atm ke 23,6 atm agar kondisi tekanannya sama dengan kondisi di reaktor hidrotermal (R-210).

Reaksi berlangsung didalam reaktor hidrotermal (R-210). Reaksi antara pasir silika dan NaOH berjalan dalam fase padat-cair. Kondisi temperatur pada reaktor sebesar 215°C dengan tekanan 23,6 atm, bersifat endotermis sehingga reaktor diberi jaket pemanas untuk supply steam yang dapat mempertahankan kondisi temperatur di dalam reaktor. Reaksi yang terjadi di reaktor adalah:



Produk keluaran reaktor dialirkan menuju Ekspander (K-310) untuk menurunkan tekanan dari 23,6 atm menjadi 1 atm selanjutnya produk dialirkan menggunakan pompa ke dalam cooler (E-312) untuk menurunkan suhu produk dari 225 °C menjadi 40°C. Produk yang sudah dingin dimasukkan ke dalam filter press (H-320) untuk memisahkan cake dan filtrat. Filtrat yang merupakan produk natrium silikat akan dialirkan ke tangki penyimpanan produk (F-330) untuk kemudian dipasarkan. Untuk cake keluaran filter press akan dialirkan menuju *waste treatment plant* untuk dilakukan pengolahan limbah.



## II.4 Diagram Alir

