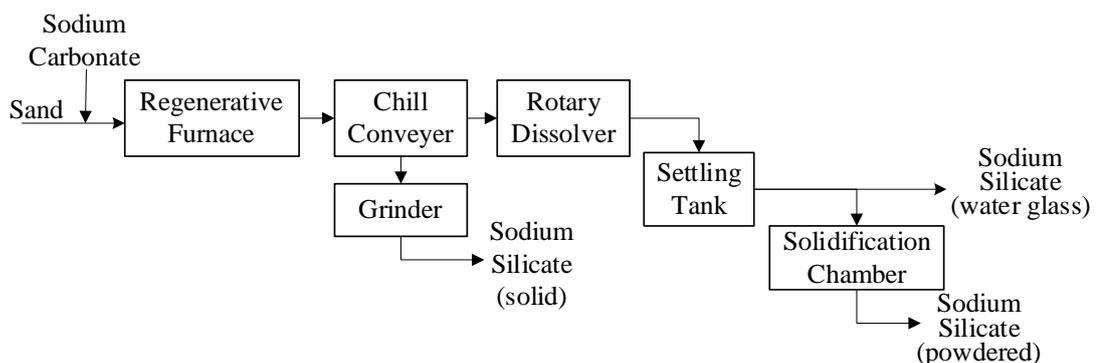


BAB II**URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES****II.1 Macam-Macam Proses**

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

II.1.1. Proses *Direct Fusion*

Gambar II. 1 Blok Diagram Proses Direct Fusion

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.

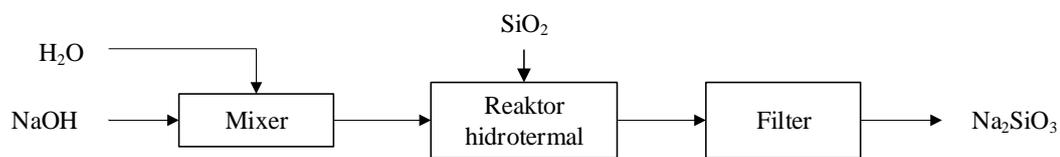
Pada rotary dissolver dilakukan penambahan sejumlah air (H₂O) pada padatan natrium silikat sehingga terbentuk larutan natrium silikat (cair) 40-50%.



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

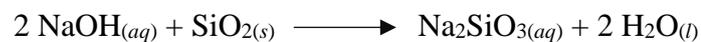
(Keyes, 1975)

II.1.2. Proses Hidrotermal



Gambar II. 2 Blok Diagram Proses Hidrotermal

Proses hidrotermal bekerja dengan cara mereaksikan pasir silika dengan NaOH pada reaktor dengan kondisi temperatur 215°C dan tekanan 22 bar (21,7 atm). NaOH dilarutkan di dalam mixing dengan menggunakan air proses sebagai pelarut sampai konsentrasi 50%. Reaksi berlangsung di reaktor selama 35 menit. Reaksi menghasilkan konversi 99% berdasarkan pasir silika yang bereaksi. Produk yang keluar dari reaktor yang sudah melalui proses ekspansi dialirkan menuju cooler untuk menurunkan temperatur dari larutan sodium silikat sebelum difilter untuk memisahkan larutan sodium silikat dengan inert silika berlebih. Produk larutan sodium silikat kemudian filtrasi menggunakan filter press dan dimasukkan ke dalam tanki penyimpanan. Reaksi:



(EP 2008/0306828B1)



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 Direct Fusion dan Hidrotermal pada Pembuatan Sodium Silikat

Parameter	Proses	
	<i>Direct Fusion</i>	Hidrotermal
Bahan baku	Sodium karbonat dan pasir silika	Sodium hidroksida, pasir silika dan hidrogen klorida
Kondisi operasi	1.200 – 1.450 °C 1 atm	215 °C 21,7 atm
Waktu reaksi	12 – 36 jam	35 menit
Konversi	96%	99%
Kemurnian	98%	58%
Fase	Padat	Cair
Alat proses	Furnace dan Rotary dissolver	Reaktor Hidrotermal
Kekurangan	Produk samping menghasilkan gas emisi CO ₂	Penggunaan NaOH yang bersifat korosif terhadap alat industri

Dari hasil uraian di atas, maka dipilih Proses Hidrotermal dengan pertimbangan sebagai berikut:

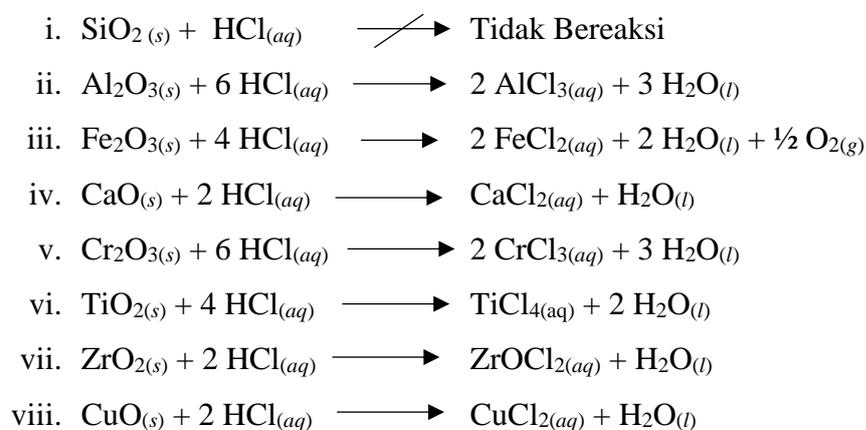
1. Kondisi operasi yang lebih rendah sehingga mempermudah proses pengendalian/maintenance serta tidak membutuhkan banyak energi dari pada proses *direct fusion*
2. Konversi yang dihasilkan lebih tinggi sehingga bahan baku dapat bereaksi dengan sempurna
3. Waktu reaksi lebih cepat
4. Produk samping yang mana berupa H₂O_(l) lebih ramah lingkungan daripada hasil samping proses *direct fusion* yang berupa emisi gas CO_{2(g)}.



II.3 Uraian Proses

Pasir silika (SiO_2) dengan kandungan sebanyak 97,24% disimpan di gudang penyimpanan (F-130) pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Pasir silika diangkut menggunakan belt conveyor (J-131) dilanjutkan dengan bucket elevator (F-132) menuju hopper (F-133), dan pasir silika dimasukkan ke ball mill (C-140). Di dalam alat ini pasir silika akan dilakukan pengecilan ukuran sampai ukurannya mencapai 80 mesh. Setelah itu pasir silika diangkut menggunakan screw conveyor (J-141) dilanjutkan dengan bucket elevator (J-142) menuju hopper (F-143). Kemudian pasir silika akan direaksikan dengan HCl di dalam reaktor pemurnian pasir silika (R-150). Pasir silika direaksikan dengan menggunakan larutan HCl 13%. HCl dengan konsentrasi 32% disimpan dalam tangki penyimpanan (F-110) dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Kemudian HCl dialirkan menggunakan pompa (L-111) menuju tangki pengenceran (M-120) untuk diencerkan hingga konsentrasinya mencapai 13% dengan menambahkan air proses pada tangki pengenceran (M-120). Kemudian HCl dialirkan menggunakan pompa (L-121) melewati *heat exchanger* (E-122) untuk menaikkan temperaturnya menjadi 90°C menuju reaktor pemurnian pasir silika (R-150)

Reaktor pemurnian pasir silika (R-150) bekerja pada temperatur 90°C dan berlangsung selama 4 jam. Pengadukan dilakukan di dalam reaktor ini untuk meningkatkan faktor tumbukan antar reaktan. Reaksi yang terjadi ketika proses pemurnian yaitu reaksi impuritis pasir silika dengan HCl, sebagai berikut:



(Suratman, 2014)



Reaksi yang terjadi di dalam reaktor pemurnian bersifat endotermis, sehingga membutuhkan jaket pemanas untuk mempertahankan temperatur reaksi. Kemudian produk yang keluar dari reaktor pemurnian berupa campuran pasir silika dengan larutan HCl (slurry) dialirkan dengan pompa (L-151) menuju ke rotary drum vacuum filter (H-160). Pada rotary drum vacuum filter (H-160) dilakukan penyaringan untuk memisahkan pasir silika dengan HCl dan senyawa impurities lainnya. Residu berupa SiO₂ dengan kemurnian 98,77% dibawa screw conveyor (J-161) dan dilanjutkan ke bucket elevator (J-162) menuju hopper (F-163) untuk selanjutnya direaksikan dengan NaOH.

Bahan baku NaOH 98% dalam bentuk padat disimpan dalam gudang penyimpanan NaOH (F-170) dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. NaOH 98% diangkut menggunakan screw conveyor (J-171) dilanjutkan dengan bucket elevator (J-172) menuju hopper (F-173) yang nantinya akan dilakukan pelarutan menjadi larutan NaOH 57% menggunakan mixer (M-180). Larutan NaOH 57% dialirkan menggunakan pompa (L-181) ke *heat exchanger* (E-182) untuk dipanaskan menjadi temperatur 215°C lalu diumpankan ke *reciprocating pump* (L-183) untuk menaikkan tekanannya dari 1 atm ke 21,7 atm agar kondisi tekanannya sama dengan kondisi di reaktor hidrotermal (R-210).

Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaksi berlangsung di dalam reaktor hidrotermal (R-210). Reaksi antara pasir silika dan NaOH berjalan dalam fase padat-cair. Kondisi operasi pada reaktor ini adalah dengan temperatur 215°C dan tekanan 21,7 atm. Reaksi di dalam reaktor 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 yang keluar dari reaktor dialirkan menuju *expansion valve* (V-211) untuk menurunkan tekanan dari 21,7 atm menjadi 1 atm, selanjutnya produk akan mengalir menuju ke dalam cooler (E-212) untuk menurunkan suhu produk dari 215°C menjadi 40°C. Produk yang sudah dingin diumpankan menuju filter press (H-310) untuk memisahkan cake dan filtrat. Filtrat yang merupakan produk natrium



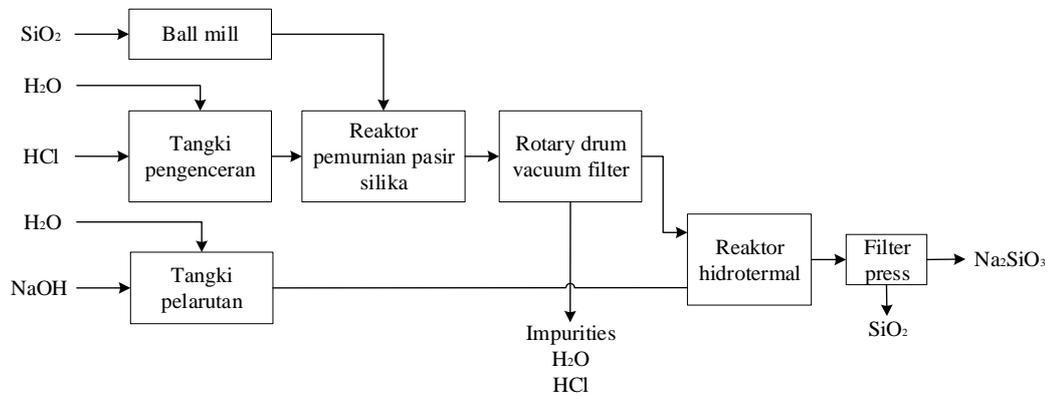
PRA PERANCANGAN PABRIK

PABRIK SODIUM SILICATE DARI SODIUM HYDROXIDE DAN SILICON DIOXIDE DENGAN HYDROTHERMAL PROCESS

silikat akan dialirkan menggunakan pompa (L-311) menuju tangki penyimpanan produk (F-320) untuk kemudian dipasarkan. Kemudian cake keluaran filter press akan dialirkan menuju waste treatment plant untuk dilakukan pengolahan limbah.



II.4 Diagram Alir



Gambar II. 3 Diagram Alir Proses Hidrotermal