PROSES PEMBUATAN WATERGLASS DARI PASIR SILIKA DENGAN PELEBUR NATRIUM HIDROKSIDA

Sirin Fairus*, Haryono, Mas H. Sugita, dan Agus Sudrajat
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknonogi Nasional
Jalan PKH. Hasan Mustapa No. 23 Bandung 40124
Email: s.fairus@gmail.com, haryono_riyo@yahoo.com

Abstrak

Waterglass dapat dibuat melalui proses peleburan pasir silika dengan alkali. Kandungan dalam *waterglass*, terutama berupa SiO_2 dan Na_2O mempunyai berbagai kegunaan tergantung pada komposisinya masing-masing. Biasanya *waterglass* digunakan pada industri sabun atau deterjen, kertas, tekstil, keramik, digunakan untuk pembersihan logam, pembuatan silika gel, dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh ukuran partikel pasir silika dan jumlah NaOH sebagai pelebur terhadap perolehan *waterglass* dan kadar SiO_2 pada pembuatan *waterglass* dengan proses peleburan alkali di dalam *furnace*. Variabel berupa ukuran partikel pasir silika dipelajari pada ukuran 35/40 dan 50/60 mesh. Sedangkan banyaknya pelebur NaOH divariasikan sebanyak 1:1, 1,5:1, 2,4:1, 3,2:1, dan 4:1 g/g terhadap pasir silika. Kondisi peleburan lainnya berupa temperatur, waktu dan jumlah pasir silika, dilakukan pada nilai konstan, secara berturutan pada 500°C, 2 jam, dan 10 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penggunaan pasir silika dengan ukuran partikel yang makin kecil diperoleh *waterglass* dengan kadar SiO_2 dan Na_2O yang makin besar. Dan dengan makin banyaknya penggunaan pelebur NaOH, diperoleh kadar Na_2O dalam *waterglass* juga makin tinggi. Pada penelitian ini *waterglass* dengan kadar SiO_2 tertinggi diperoleh pada penggunaan pelebur NaOH sebanyak 2,4:1 g/g terhadap pasir silika dan ukuran pasir silika sebesar 50/60 mesh, yaitu sebesar 34,6 %-b SiO_2.

Kata kunci: pasir silika, pelebur NaOH, ukuran partikel, *waterglass*.

Abstract

Waterglass may be prepared by the fusion process of silica sand using alkali. Waterglass component, which mainly contains SiO_2 and Na_2O, have various applications depending on their composition. Waterglass is usually used in the soap and detergent, paper, textile, and ceramic industries, in the cleaning of metals, the manufacture of silica gel, and others. This research was done to study the effect of silica sand particle size and the quantity of NaOH as fluxing agent on the yield and SiO_2 content of waterglass produced by the alkali fusion process in a furnace. Silica sand particle size was varied at 35/40 and 50/60 mesh. The quantity of NaOH fluxing agent was varied at 1:1, 1.5:1, 2.4:1, 3.2:1, and 4:1 g/g to mass of the silica sand. Other fusion process variables, namely temperature, time, and silica sand quantity, were held constant at 500°C, 2 hours, and 10 gram, respectively. Research results indicated that decreasing silica sand particle size resulted in the increasing SiO_2 and Na_2O content. Increasing NaOH fluxing agent quantity increases the Na_2O content of the waterglass. In this research, the highest SiO_2 content of the waterglass of 34.6 %-mass SiO_2, was obtained at an NaOH content of 2.4:1 g/g to mass of the silica sand, and silica sand particle size of 50/60 mesh.

Keywords: silica sand, NaOH fluxing agent, particle size, waterglass

*korespondensi

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki potensi alam sangat besar, dimana sebagian besar potensi sumber daya alamnya belum sepenuhnya tergali dan belum termanfaatkan secara maksimum. Salah satu potensinya adalah pasir silika yang berasal dari pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan *feldspar*.

Pasir kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa yang juga dikenal dengan nama pasir putih, merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama kuarsa dan *feldspar*. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin, dan mengendap di tepi-tepi sungai, danau atau laut.

Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, dan K_2O. Pasir kuarsa berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 pada skala Mohs, berat jenis 2,65, titik lebur 17.150 ^oC, bentuk kristal heksagonal, panas spesifik 0,185 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, dan konduktivitas panas 12–1000 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sudah berkembang luas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan ikutan. Sebagai bahan baku utama, pasir kuarsa digunakan dalam industri gelas kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silikon, silikon *carbide* bahan abrasit (ampelas dan *sand blasting*). Sedangkan sebagai bahan ikutan, pasir kuarsa digunakan dalam pengecoran logam, industri perminyakan dan pertambangan, bata tahan api (refraktori), dan lainnya.

Cadangan pasir kuarsa terbesar terdapat di Sumatera Barat, potensi lain terdapat di Kalimantan Barat, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Pulau Bangka dan Belitung. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Departemen ESDM RI, 2005)

Achmad (2000) telah melakukan pembuatan *waterglass* dengan proses *leaching*. Penelitian itu menggunakan bahan baku pasir silika dan natrium karbonat. Penelitian dilakukan dengan ukuran pasir silika 30-40 mesh pada suhu 105^{o}C selama 180 menit dan berat pasir silika 10 gram, dengan variasi kecepatan pengadukan dan kadar natrium karbonat. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa keadaan optimum dicapai pada kecepatan pengadukan 450 rpm dan kadar pelarut 15%, dengan perolehan *waterglass* sebesar 78,4%.

Rumusan masalah

Masalah penelitian dalam pembuatan *waterglass* adalah bagaimana cara memperoleh natrium silikat dari pasir silika dengan metoda peleburan yang menggunakan *furnace* sebagai sarana pengontakan antara fasa padat pasir silika dan fasa padat NaOH sehingga diperoleh hasil yang optimum. Hasil tersebut diperoleh dari variabel-variabel yang mempengaruhi perolehan *waterglass*, antara lain:

1. Ukuran pasir silika, variabel tersebut akan digunakan untuk mengetahui makin besar ukuran mesh yang digunakan maka akan makin besar pula perolehan SiO_2 dalam *waterglass*,
2. Rasio massa NaOH terhadap pasir silika, variabel tersebut akan digunakan pada penelitian ini untuk mendapatkan kadar SiO_2 dalam *waterglass* yang terbesar.

Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa NaOH dapat digunakan sebagai pelebur pada pembuatan *waterglass* dan untuk mempelajari variabel-variabel yang berpengaruh pada perolehan natrium silikat dari pasir silika dengan metoda peleburan yang menggunakan *furnace*. Variabel-variabel tersebut meliputi:

1. Rasio massa NaOH terhadap pasir silika
2. Ukuran pasir silika

Kondisi terbaik akan ditinjau dari kadar SiO_2 dalam *waterglass*.

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Variabel yang dibuat tetap yaitu berat pasir silika 10 gram, suhu 500°C, waktu kontak 2 jam.
2. Variabel berubah yaitu rasio massa NaOH terhadap pasir silika dan ukuran pasir silika.

W aterglass

Pada awalnya *waterglass* diproduksi dengan cara memanaskan pasir kuarsa dan Na_2CO_3 dalam tungku *open hearth* (*fumace*) pada suhu 1400°C menurut reaksi kimia:

$$SiO_2 + Na_2SO_4 + \tfrac{1}{2}C \rightleftharpoons \tfrac{1}{2}CO_2 + Na_2SiO_3 \quad (1)$$

$$SiO_2 + Na_2CO_3 \rightleftarrows CO_2 + Na_2SiO_3 \quad (2)$$

Namun saat ini *waterglass* dapat diproduksi dari bahan-bahan yang mengandung silika dengan cara ekstraksi dengan larutan alkali, oleh karena itu *waterglass* dapat dibuat pada suhu yang relatif rendah yaitu 95-105°C menurut reaksi kimia berikut (Uhlmann dan Kreidl, 1980):

$$SiO_2 + Na_2CO_3 + 2H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + CO_2 + 2H_2 \quad (3)$$

$$SiO_2 + 2NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + 2H_2 \quad (4)$$

Sifat fisik dan kegunaan *waterglass*

Waterglass atau kaca alkali silikat berupa kristal putih yang dapat larut dalam air (*soluble glass*) menghasilkan larutan alkalin. Secara kimia, *waterglass* adalah sodium silikat. Terdapat banyak jenis sodium silikat, antara lain adalah sodium orthosilikat, sodium polisilikat, dan sodium pyrosilikat. *Waterglass* merupakan salah satu jenis gelas/kaca dari sejumlah jenis gelas. Selain *waterglass* terdapat kaca berupa silika lebur, kaca soda gamping (*soda lime glass*), kaca timbal (*lead glass*), kaca timbal silikat alkali, kaca borosilikat, dan kaca alumina silikat (Uhlmann dan Kreidl, 1980).

Waterglass selalu stabil dalam larutan murni dan alkalin. Dalam larutan asam, ion silikat bereaksi dengan ion hidrogen untuk membentuk asam silikat, yang bila dipanaskan dan dibakar akan membentuk silika gel yang keras, bening seperti zat kaca yang dapat menyerap air dengan cepat.

Faktor-faktor yang dipengaruhi oleh nilai perbandingan SiO_2 dan Na_2O di dalam *waterglass* adalah densitas, viskositas dan pH. Natrium oksida dan silikat merupakan komponen dari *waterglass*, komponen tersebut diperoleh dari pasir silika yang direaksikan dengan natrium hidroksida, menurut reaksi kimia (Uhlmann dan Kreidl, 1980):

Pasir silika + $2NaOH + H_2O \longrightarrow$

$$Na_2O.nSiOx + 2H_2 \quad (5)$$

Sodium silikat dalam bentuk *waterglass* dibuat dengan cara melarutkan kristal-kristal natrium silikat kering dengan menggunakan kukus lewat jenuh (*superheated steam*). Komposisi natrium silikat bervariasi dari $Na_2O{\cdot}2{,}3SiO_2$ sampai $Na_2O{\cdot}3{,}9SiO_2$. Variasi tersebut berbeda dalam kebasaan dari pH 13,2 untuk $Na_2O{\cdot}2{,}3SiO_2$, sampai pH 10,8 untuk $Na_2O{\cdot}3{,}9SiO_2$, diukur dalam persen larutan. Tiap rasio komersial menghasilkan larutan dengan sifat-sifat fisik masing-masing untuk tujuan tertentu (Tabel 1).

Pasir silika

Pasir kuarsa yang juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan *feldspar*. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang diendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut. Silika tidak reaktif terhadap hidrogen, khlor, brom, kebanyakan asam dan senyawa-senyawa besi pada temperatur kamar. Silika direduksi oleh karbon dan sejumlah logam yang bereaksi dengan oksida dasar, karbonat dan sebagainya pada temperatur tinggi untuk menghasilkan silika.

Tabel 1 Komposisi dan kegunaan berbagai *grade* sodium silikat

Grade	Komposisi (%-berat)			*specific gravity*	Penggunaan
	SiO_2	Na_2O	Solid		
A-60	37-38	18-19	55	1,711	Pelindung atau pelapis kabel listrik.
A-58	35-36	17-18	54	1,672	Detergen, campuran pembersih kertas.
A-50	31-32	11-13	46	1,530	Peroksida bleaching pada tekstil batik, pencegah karat pada pipa air dan tempat penyimpan gas.
A-42	23-25	15-17	37	1,420	Detergen
B-58	37-38	16-17	53	1,672	Sabun dan detergen
B-45	28-29	12-13	40	1,453	Pelapis las, pembersih logam dan elektrolisis.
C-42	28-30	9-10	36	1,410	Semen keras, semen tahan panas, tahan asam, semen bangunan.
Cullet	75,5	24	99,5	2,5	Pelarut adhesive agent pada plywood, pelapis dinding, box, lantai, pelapis logam, bahan mentah pembuatan *white carbon* dan silika gel.

Silika amorf non-kristalin dihasilkan dengan cara pendinginan lelehan silika atau pemanasan silika sampai titik pelunakannya di bawah temperatur fusi. Sedangkan Kristal silika, terutama kuarsa dibuat dengan metode kristalisasi larutan silika dalam natrium silika atau natrium karbonat pada temperatur yang lebih tinggi untuk menghasilkan kristal kuarsa. Secara alami silika berbentuk amorf dan akan tetap bentuknya apabila dibakar pada suhu 500-600 °C. Di atas suhu 600-720 °C silika berbentuk kristal dan bila terbakar pada suhu 800-900 °C akan berbentuk kuarsa.

Komposisi kimia pasir silika

Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pada umumnya, senyawa pengotor tersebut terdiri atas oksida besi, oksida kalsium, oksida alkali, oksida magnesium, lempung dan zat organik hasil pelapukan sisa-sisa hewan serta tumbuhan.

Secara umum, pasir silika Indonesia mempunyai komposisi kimia sebagai berikut:

SiO_2 : 55,3 -99,87%
Fe_2O_3 : 0,01-9,14%
$A1_2O_3$: 0,01-18%
TiO_2 : 0,01-0,49%
CaO : 0,01-3,24%
MgO : 0,01-0,26%
K_2O : 0,01-17%

Sifat-sifat fisik mineral pasir silika, antara lain berwarna putih bening atau warna lain bergantung kepada senyawa pengotomya, misal warna kuning mengandung oksida besi, merah mengandung oksida tembaga. Kekerasan 7 (skala mohs), berat jenis 2,65 g/cm^3, dan titik lebur ± 1.715 °C. Pasir silika berbentuk kristal heksagonal dengan panas spesifik 0,185 kJ/(kg·K), dan konduktivitas panas 12- 100 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.

Faktor-Faktor yang mempengaruhi pembuatan *waterglass* dengan cara peleburan alkali adalah:

1. Temperatur Peleburan
   Pada temperatur tinggi umumnya kelarutan juga tinggi. Tetapi dalam beberapa hal temperatur juga dijaga rendah untuk mencegati terjadinya penguapan pelarut dan rusaknya zat terlarut.
2. Waktu Kontak
   Makin lama waktu kontak antara pelarut dengan campuran, laju perpindahan solut akan makin besar, namun saat mencapai waktu kontak optimum perpindahan solut kedalam pelarut akan terhenti yang berarti telah terjadi kesetimbangan dalam sistem.
3. Jenis Pelarut dan Kadar Pelarut.
   Pelarut dipilih dengan mempertimbangkan segi ekonomi, viskositas dan tidak beracun. Kadar pelarut harus cukup untuk melarutkan solut sampai tingkat yang diinginkan.
4. Ukuran Partikel
   Makin kecil ukuran partikel maka makin luas permukaan kontak antara padatan dan pelarut sehingga perpindahan massa juga makin tinggi. Hal tersebut menyebabkan laju peleburan akan makin tinggi.

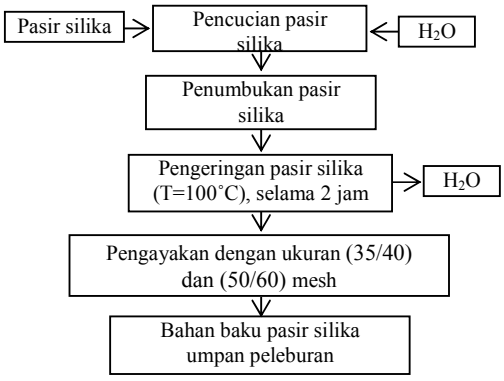
2. Metodologi

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan elektrik, keramik porselin, gelas kimia 500 mL dan 100 mL, *stop watch*, *furnace,* alat pengecil ukuran (*comminution*) dan ayakan. Bahan-bahan kimia seperti pasir silika, NaOH diperoleh dari Brataco Bandung. Tingkat kemurnian pasir silika ditentukan berdasarkan kadar SiO_2 dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), sedangkan NaOH yang digunakan berupa NaOH teknis.

Pada penelitian ini, pembuatan *waterglass* dilakukan dengan variabel tetap yaitu temperatur 500 ^oC, waktu kontak 2 jam, berat pasir silika (umpan) 10 gram. Dengan variabel berubahnya adalah sebagai berikut:

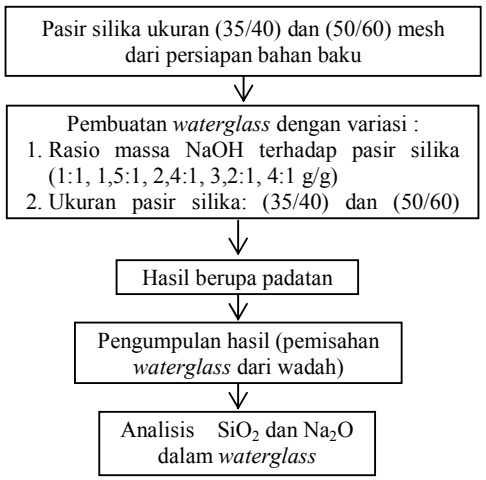
1. Rasio massa NaOH terhadap pasir silika (1:1, 1,5:1, 2,4:1, 3,2:1, 4:1 g/g)
2. Ukuran pasir silika (35/40, 50/60 mesh)

Setelah melakukan persiapan bahan baku pasir silika, seperti pada Gambar 1, percobaan dilanjutkan dengan proses pembuatan *waterglass*. Pembuatan *waterglass* dilakukan dengan peleburan pada *furnace*



Gambar 1. Diagram alir perlakuan awal

dengan berbagai variabel tetap, yaitu 500 ^{o}C, waktu peleburan 2 jam, massa pasir silika (umpan) 10 gram. Diagram alir proses ini percobaan inti ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir percobaan inti

3. Hasil dan Diskusi

Bahan Baku

Sebelum digunakan pasir silika dianalisis terlebih dahulu kandungan silikanya dengan metode AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) untuk dapat memperkirakan berapa banyak pelebur yang dapat digunakan sehingga dapat menghasilkan *waterglass* dengan berbagai kegunaan. Pada percobaan ini hasil analisis SiO_2 yang diperoleh adalah 97,6% berat, hal ini sesuai dengan kandungan SiO_2 yang berada di Indonesia yaitu sekitar 55,3-99,87% berat (Bisri dan Lukman, 1992). Setelah diketahui kandungan SiO_2 nya maka dengan persamaan reaksi dapat diketahui kebutuhan pelebur yang digunakan pada konversi 100%. Persamaan reaksi tersebut adalah sebagai berikut:

$$SiO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2O.SiO_2 + H_2O \quad (6)$$

Pelebur

Berbagai macam pelebur digunakan di berbagai macam industri proses kimia, salah satunya adalah NaOH. Dalam pembuatan *waterglass* terdapat dua macam pelebur yang dapat digunakan yaitu Na_2CO_3 dan NaOH. Pada percobaan ini digunakan pelebur NaOH karena titik lebur NaOH yang lebih rendah dari natrium karbonat (Na_2CO_3) sehingga dalam proses peleburannya membutuhkan energi yang lebih rendah.

Ukuran Partikel Pasir Silika

Ukuran partikel pasir silika yang digunakan mempengaruhi kandungan SiO_2 dalam *waterglass*. Makin halus ukuran partikel maka makin besar kandungan SiO_2 dalam *waterglas*s yang terbentuk. Tabel 2 memuat kadar SiO_2 yang diperoleh dengan ukuran partikel pasir silika 35/40 dan 50/60 mesh.

Tabel 2. Kadar SiO_2 dan Na_2O dalam *waterglass* pada ukuran partikel pasir silika 35/40 dan 50/60 mesh

Rasio massa NaOH terhadap pasir silika (g/g)	SiO_2 (% berat)		Na_2O (% berat)	
	Mesh 35/40	Mesh 50/60	Mesh 35/40	Mesh 50/60
2,4:1	25,8	34,6	40,1	53,6
3,2:1	25,6	29	50,5	61,2
4,0:1	21,3	22	52,4	58,5

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa makin besar ukuran mesh yang digunakan maka makin besar pula kandungan SiO_2 yang dihasilkan. Hal ini karena makin kecil ukuran partikel, maka makin luas permukaan kontak antara padatan dan pelebur sehingga ini akan membuat kandungan SiO_2 dalam waterglass makin besar.

Dari Tabel 2 juga terlihat bahwa makin besar ukuran mesh yang digunakan maka kandungan Na_2O yang dihasilkan makin besar pula. Hal ini karena makin halus pasir yang digunakan maka makin banyak pasir yang bereaksi dengan NaOH. Dilihat dari titik lebur pasir silika yang lebih besar dari NaOH, maka pasir silika yang ukuran partikelnya lebih besar sulit untuk bereaksi dengan NaOH. Tetapi apabila pasir makin diperhalus maka kuantitas NaOH untuk bereaksi dengan pasir tersebut akan makin besar, hal ini yang menyebabkan kandungan Na_2O dalam *waterglass* makin besar.

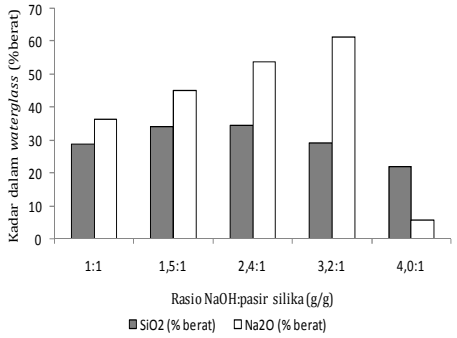
Pengaruh Rasio Massa NaOH/Pasir Silika

Penentuan massa NaOH yang digunakan ditunjukkan dengan kandungan SiO_2 dalam *waterglass* yang paling besar, seperti terlihat pada Tabel 3. Sedangkan dari Gambar 3 terlihat bahwa terdapat titik puncak yang menunjukkan penggunaan pelebur yang cukup (kondisi terbaik) untuk menghasilkan kandungan SiO_2 yang maksimal. Jika digunakan pelebur yang sedikit maka pelebur

tersebut belum sepenuhnya dapat meleburkan SiO_2 yang diharapkan. Begitu juga jika digunakan pelebur yang terlalu banyak, maka akan mempengaruhi proses reaksi bahan baku dan NaOH.

Tabel 3. Kadar SiO_2 dan Na_2O dalam *waterglass* pada berbagai rasio massa NaOH/pasir silika

Rasio NaOH/ pasir silika (g/g)	SiO_2 (% berat)	Na_2O (% berat)
1:1	28,6	36,4
1,5:1	34,2	45,2
2,4:1	34,6	53,6
3,2:1	29,0	61,2
4,0:1	22,0	5,5



Gambar 3. Pengaruh rasio NaOH dengan pasir silika terhadap kandungan SiO_2 dan Na_2O dalam *waterglass*

Pada penggunaan pelebur yang kurang dari stoikiometri, proses peleburan dalam pembuatan *waterglass* kurang baik. Hal ini dikarenakan untuk meleburkan pasir silika dibutuhkan suhu yang sangat besar yaitu ± 1.715 °C, sedangkan suhu yang digunakan pada percobaan ini 500°C, oleh karena itu dibutuhkan pelebur yang melebihi dari kebutuhan stoikiometrisnya untuk dapat meleburkan pasir silika menjadi *waterglass*. Dari Tabel 3 terlihat bahwa penggunaan pelebur yang kurang dari kebutuhan stoikiometri menghasilkan kandungan SiO_2 yang lebih sedikit, ini disebabkan pada saat pembakaran masih ada pasir silika yang belum bereaksi karena sebelum NaOH bereaksi dengan pasir silika seluruhnya pada waktu yang digunakan NaOH tersebut sudah habis seluruhnya.

Pada penggunaan pelebur yang lebih banyak proses peleburannya juga kurang baik. Hal ini seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3. Pada penggunaan NaOH dengan rasio terhadap pasir silika sebesar 3,2:1 (g/g), kadar SiO_2 di dalam *waterglass* yang dihasilkan mulai terjadi penurunan. Hal tersebut disebabkan pada proses pemanasan (peleburan) ada sebagian NaOH yang belum meleleh sehingga tidak mengalami reaksi dengan pasir silika. Selain itu, waktu untuk melebur NaOH yang dalam penelitian ini dibuat tetap relatif kurang memadahi.

Dari Tabel 3 di atas juga terlihat bahwa makin banyak pelebur yang digunakan, maka kandungan Na_2O dalam *waterglass* makin banyak, ini dikarenakan volume pelebur NaOH yang digunakan makin bertambah. Namun pada penggunaan rasio NaOH terhadap pasir silika sebesar 4,0:1 (g/g) terjadi penurunan pada kandungan Na_2O, ini karena makin banyak pelebur yang digunakan, maka hasil yang diperoleh akan makin keras sehingga ada sebagian campuran *waterglass* dan NaOH bebas (belum bereaksi) dan menempel pada dinding wadah. Campuran yang menempel pada dinding tesebut mengandung banyak NaOH yang belum bereaksi dan ini yang menyebabkan tidak semua NaOH ikut teranalisis.

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. NaOH dapat digunakan sebagai pelebur dalam pembuatan *waterglass*
2. Makin banyak NaOH yang digunakan sampai pada batas tertentu, kadar SiO_2 di dalam *waterglass* yang dihasilkan akan makin besar.
3. Kadar Na_2O dalam *waterglass* akan makin besar jika penggunaan pelebur NaOH juga diperbesar.
4. Ukuran pasir silika berpengaruh terhadap kadar SiO_2 dan Na_2O dalam *waterglass*, yaitu makin kecil ukuran pasir silika yang digunakan maka akan makin besar pula kadar SiO_2 dan Na_2O dalam *waterglass*.
5. Kondisi terbaik pembuatan *waterglass* dengan cara peleburan alkali (NaOH) dicapai pada penggunaan pasir silika dengan ukuran 50/60 mesh dan rasio NaOH terhadap pasir silika sebesar 2,4:1 (g/g), dengan peleburan dilaksanakan pada temperatur 500 ^oC selama 2 jam.

Penelitian ini belum mencapai hasil yang terbaik. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perlu diadakan penelitian lebih

lanjut, misal penggunaan variabel lain di antaranya variabel suhu dan waktu kontak. Sebaiknya wadah yang digunakan untuk membuat *waterglass* menggunakan stainless steel atau platina. NaOH yang digunakan dalam pembuatan *waterglass* sebaiknya dimasukkan terlebih dahulu ke dalam oven pada suhu ± 105 °C untuk menghilangkan kadar air yang ada di dalam NaOH padat

Daftar Pustaka

Achmad, Z., *Proses Leaching Pembuatan Waterglass Dari Pasir Silika Dengan Pelarut* Na_2CO_3, Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia, Surabaya, 2000.

Bisri, U.; Lukman, A., *Bahan-bahan Industri Pasir Kuarsa*; Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung, 1992; 1-17

Brandy, G. S.; Clauser, H. R.; Vaccari, J. A., *Materials Hand Book*, Ed.8; Mac Graw Hill Book Company, New York, 1997, 670-671.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, http://www.tekmira.esdm.go.id/data/PasirKwarsa (akses Juli 2005)

Uhlmann, D. R.; Kreidl, N. J., *Glass Sciences and Technology*, New York Academic Press, 1980.