



SKRIPSI – TK 091383

**PENGARUH PENGADUKAN PADA
PEMBENTUKAN SOL-SILIKA DARI
SODIUM SILIKAT**

**YAYANG ADE SUPRANA
NRP. 2312106007**

**ABDUL LATIF
NRP. 2312106008**

**Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng
Dr. Tantular Nurtono, ST. M.Eng**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015**



FINAL PROJECT – TK 091383

**THE EFFECT STIRRING OF FORMATION
SOL SILICA FROM SODIUM SILICATE**

**YAYANG ADE SUPRANA
NRP. 2312106007**

**ABDUL LATIF
NRP. 2312106008**

Advisors

**Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng
Dr. Tantular Nurtono, ST. M.Eng**

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2015**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENGADUKAN PADA PROSES PEMBENTUKAN SILIKA-SOL DARI SODIUM SILIKAT

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Yayang Ade Suprana
Abdul Latif

NRP. 2312 106 007
NRP. 2312 106 008

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

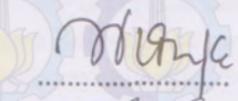
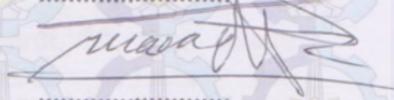
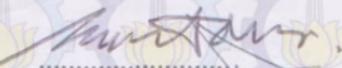
1. Dr. Tantular Nurtono, S.T., M.Eng
(Pembimbing II)

2. Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng
(Pembimbing I)

3. Prof. Dr. Ir. Gede Wibawa, Eng
(Penguji I)

4. Dr. Widiyastuti, ST.MT.
(Penguji II)

5. Dr. Siti Machmudah, ST. M.Eng.
(Penguji III)



Surabaya, 19 Januari 2015



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi kami yang berjudul:

“Pengaruh Pengadukan Pada Proses Pembentukan Sol -Silika Dari Sodium Silikat”

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan. Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Kami menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala limpahan kasih-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua kami yang sangat menyayangi kami, atas segala doa, semangat dan supportnya yang selalu mendampingi langkah kami.
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng. dan Dr. Tantular Nurtono, ST. M.Eng selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, saran, dan motivasi yang diberikan,
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M. Eng. selaku Kepala Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran, Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS Surabaya,
6. Bapak Setiyo Gunawan, ST., Ph.D. selaku Koordinator Tugas Akhir dan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI - ITS Surabaya
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS Surabaya yang telah memberikan ilmunya kepada kami
8. Saudara-saudara kami, serta keluarga besar atas doa, bimbingan, perhatian, dan kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

PENGARUH PENGADUKAN PADA PEMBENTUKAN SOL SILIKA DARI SODIUM SILIKAT

Nama :Yayang Ade Suprana (2312106007)
: Abdul Latif (2312106008)

Jurusan : Teknik Kimia FTI-ITS

Pembimbing : Prof.Dr.Ir.Sugeng Winardi,M.Eng.
Dr. Tantular Nurtono,S.T,M.Eng

Abstrak

Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan silika dalam industri selalu meningkat untuk menggunakan silika dalam ukuran kecil yakni skala mikron atau skala nanosilika. Salah satu sumber silika yang lebih ekonomis adalah waterglass yang bereaksi dengan kalium hidroksida (KOH). Metode yang digunakan dalam pembentukan sol silika yaitu metode pertukaran ion. Ini adalah teknik sederhana dalam pembentukan partikel dalam fase cair. Masalah yang diselesaikan dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pengadukan sehingga dapat mengendalikan ukuran diameter partikel. Penelitian ini dimulai dengan solusi pembuatan KOH. Kemudian melewati waterglass melalui resin penukar kation untuk menghasilkan larutan asam silikat. Larutan KOH dipompa ke dalam reaktor yang diisi dengan larutan asam silikat dengan pengadukan untuk membentuk partikel di dalam sol silika. Sol Silika yang terbentuk dianalisa XRD untuk mengetahui kandungan silika di dalam sol silika. Dan hasil analisa menunjukkan keberadaan silika terbukti pada peak 38 yang merupakan peak silika. Selain itu untuk mengetahui morfologi dan ukuran partikel sol silika menggunakan analisa SEM. Hasil dengan diameter terkecil untuk penggunaan jenis pengaduk Rushton turbine dengan menggunakan kecepatan pengadukan 200 rpm, sedangkan penggunaan marine propeller menghasilkan diameter terkecil pada kecepatan 500 rpm.

Kata kunci: marine propeller , Rushton turbine, sol-silika

THE EFFECT STIRRING OF FORMATION SOL SILICA FROM SODIUM SILICATE

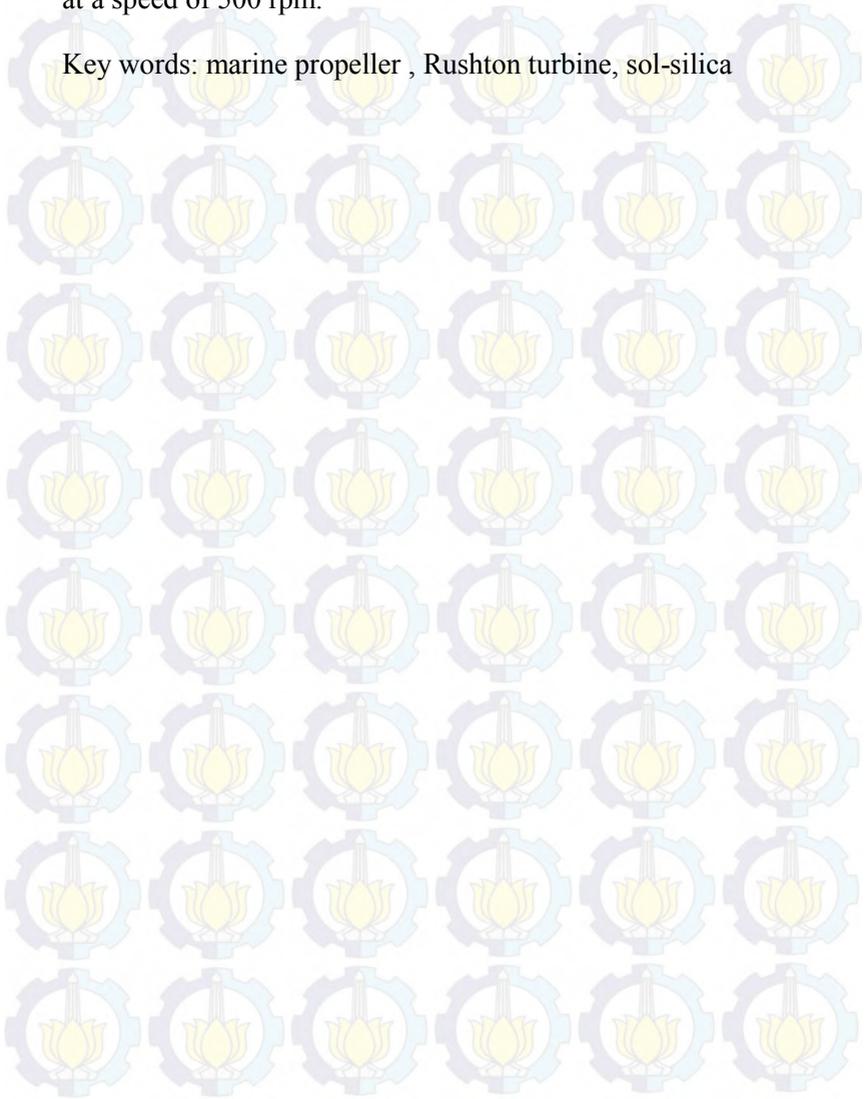
Name : Yayang Ade Suprana (2312106007)
: Abdul Latif (2312106008)
Department : Teknik Kimia FTI-ITS
Advisors : Prof.Dr.Ir.Sugeng Winardi,M.Eng.
Dr. Tantular Nurtono,S.T,M.Eng

Abstract

As the development of technology, the applications of silica in industrial has been increased to use silica in small particle example micron or nanosilika scale. One source of silica which more economical is waterglass that reacted with potassium hydroxide (KOH). The method used in the formation colloidal silica that is ion exchange method. It is a simple technique in the formation of particles in the liquid phase. The Problems to be solved in this study was to determine the effect of stirring and operating conditions that can be controlled the diameter by the mixed of particles with ion exchange method. This research start with the making KOH solution. Then passing waterglass through cation exchanger to produced active silica acid solution. Active silica acid solution which has been pumped into the reactor which was filled with a solution of KOH with stirring and heating that can be form particles of colloidal silica in the silica particles. The product colloid that we got then we analyzed to determine the presence of silica particles using XRD to know the content of silica in the silica sol. And the results of the analysis showed the presence of silica proved to peak 38 which is the peak of silica. In addition to know the morphology and particle size silica sol using SEM analysis. The results with the smallest diameter for use Rushton turbine type agitator using a stirring speed of 200 rpm,

while the use of marine propeller produces the smallest diameter at a speed of 500 rpm.

Key words: marine propeller , Rushton turbine, sol-silica



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karakteristik <i>Waterglass</i>	5
2.2 Karakteristik Silika	6
2.2.1 Silika Amorf	7
2.2.2 Jenis Silika Amorf	8
2.3 Pengaruh Pengadukan Dalam Pembuatan Sol Silika	8
2.4 Kecepatan dan Pengadukan	10
2.5 Pemilihan Impeller	12
2.6 Geometri Tangki	13
2.7 Pencampuran	14
2.8 Mekanisme Pembentukan Partikel dengan Pertukaran Ion	15
2.9 Metode Analisa	16
2.9.1 X-Ray Diffraction (XRD)	16
2.9.2 Scanning Elektron Microscopy (SEM)	17

9. Rekan-rekan Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran atas semangat dan motivasinya,
10. Seluruh civitas akademika Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS yang telah memberikan dukungan moril kepada kami,
11. Keluarga besar Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), khususnya teman-teman LJ Genap 2012 atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.

Kami menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kami mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya. Semoga Skripsi ini dapat memberikan sumbangan bagi pembaca dan semoga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2015

Penutup

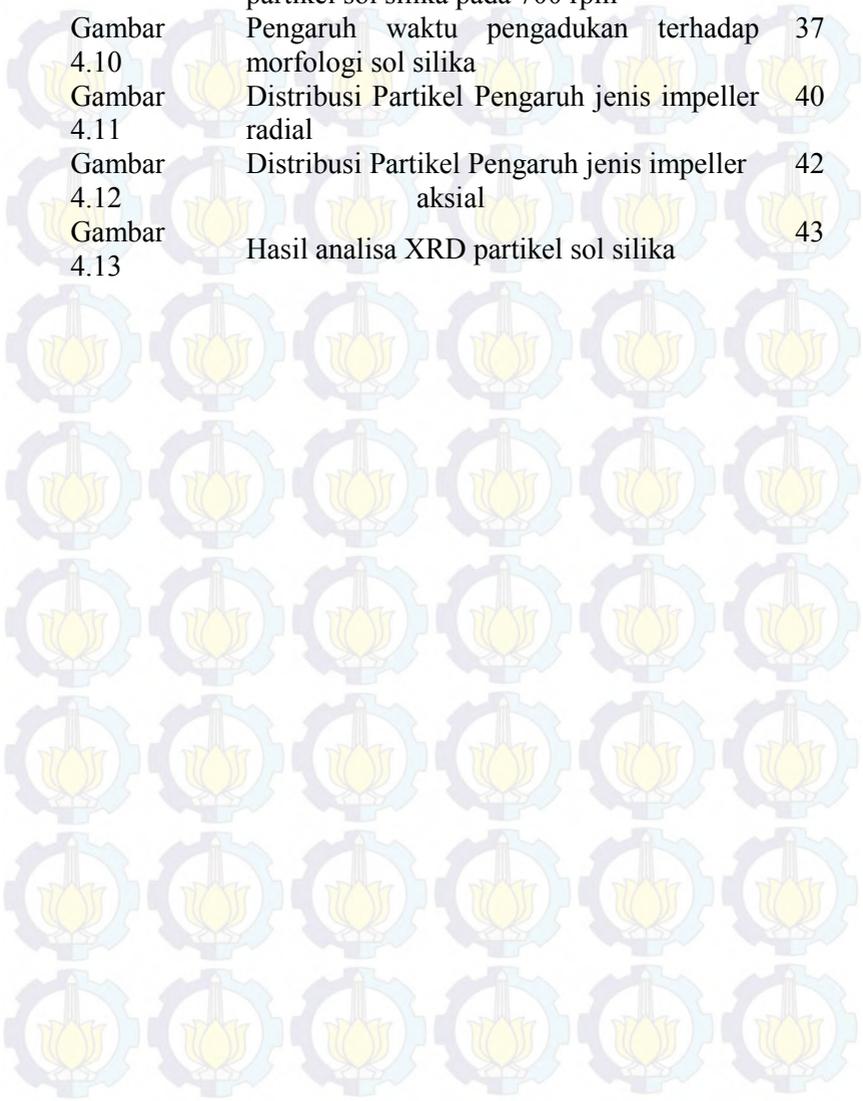
2.10 Penelitian Terdahulu	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Susunan Peralatan	19
3.2 Persiapan Bahan	21
3.3 Prosedur Penelitian	21
3.4 Kondisi Operasi dan Variabel Penelitian	22
3.5 Analisa	22
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Pengaruh Kecepatan Impeller	23
4.1.1 Rushton Turbine	23
4.1.2 Marine Propeller	27
4.2 Pengaruh Jenis Impeller	29
4.2.1 Bentuk dan morfologi partikel silika	29
4.3 Pengaruh Waktu Pengadukan	36
4.4 Distribusi partikel pada pengaruh pengaduk jenis impeller radial dan aksial	38
4.4.1 Distribusi partikel impeller radial	38
4.4.2 Distribusi partikel impeller aksial	40
4.5 Analisa XRD pada sol-silika	42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur molekul silika Tetrahedral	7
Gambar 2.2	Model 2-Dimensi (a) Kristal Silika dan (b) Silika Amorf	8
Gambar 2.3	Skema pembuatan sol silika dengan metode pertukaran ion	10
Gambar 2.4	Bentuk-bentuk pengaduk: pengaduk paddle, pengaduk propeller, pengaduk turbine	12
Gambar 2.5	Pola arah aliran pengadukan	13
Gambar 2.6	Sistem tangki berpengaduk	14
Gambar 2.7	Skema flowchart pembuatan silika sol (koloidal)	15
Gambar 2.8	Skema peralatan pembentukan sol silika	16
Gambar 3.1	Susunan Peralatan	19
Gambar 3.2	Geometri Tangki	20
Gambar 3.3	Geometri Rushton Turbine	20
Gambar 3.4	Geometri Marine Propeller	20
Gambar 4.1	Pengaruh kecepatan impeller terhadap morfologi partikel sol silika	26
Gambar 4.2	Pengaruh kecepatan impeller terhadap morfologi partikel sol silika untuk marine propeller	28
Gambar 4.3	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 100 rpm	31
Gambar 4.4	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 150 rpm	32
Gambar 4.5	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 200 rpm	32
Gambar 4.6	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 400 rpm	33
Gambar 4.7	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 500 rpm	34
Gambar 4.8	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 600 rpm	35

Gambar 4.9	Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 700 rpm	36
Gambar 4.10	Pengaruh waktu pengadukan terhadap morfologi sol silika	37
Gambar 4.11	Distribusi Partikel Pengaruh jenis impeller radial	40
Gambar 4.12	Distribusi Partikel Pengaruh jenis impeller aksial	42
Gambar 4.13	Hasil analisa XRD partikel sol silika	43

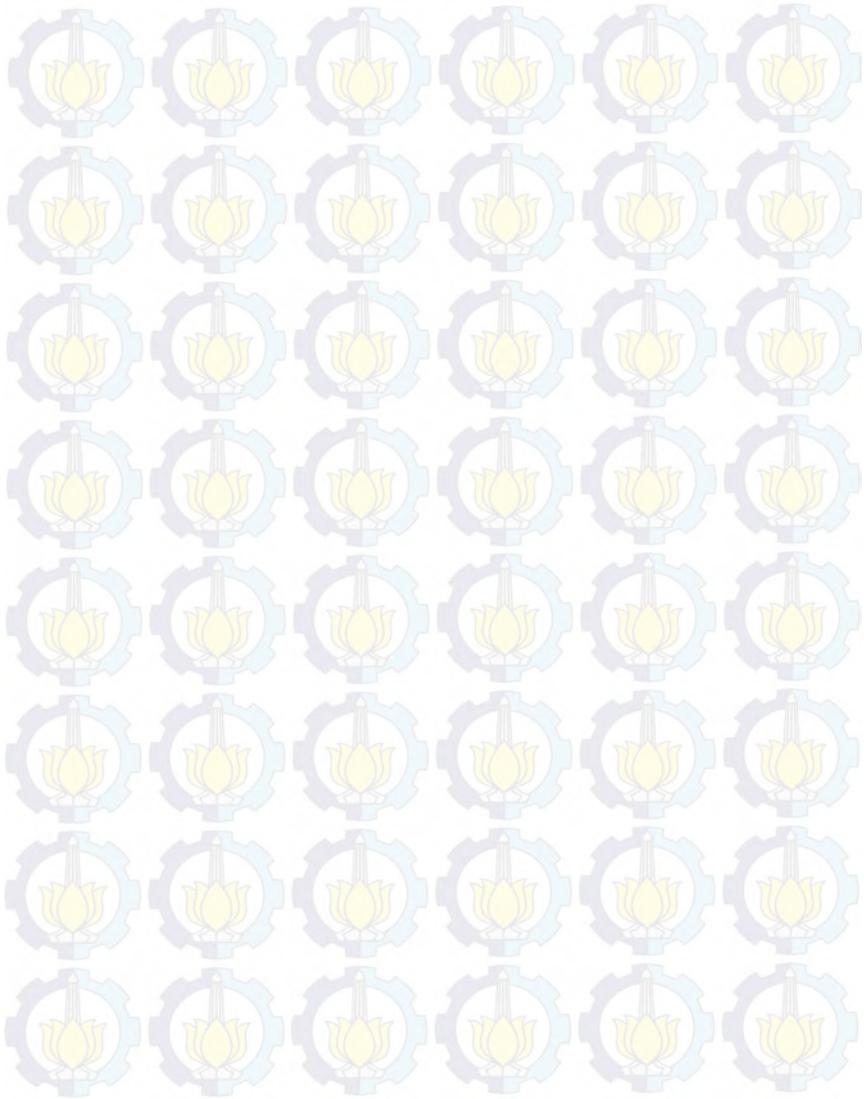


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Fisis Waterglass	5
Tabel 2.2	Sifat Kimia Waterglass	5
Tabel 2.3	Karakteristik Silika Amorf	7
Tabel 2.4	Kriteria Impeller	12
Tabel 4.1	Pengaruh kecepatan impeller terhadap ukuran partikel sol silika dengan impeller Rushton turbine	27
Tabel 4.2	Pengukuran kecepatan impeller terhadap ukuran partikel sol silika untuk marine propeller	29

DAFTAR NOTASI

NOTASI	KETERANGAN	SATUAN
m	Massa zat	gr
M	Berat molekul partikel	gr/mol
V	Volume	L
ρ	Densitas	Kg/L



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Silika komersial digunakan dalam berbagai macam aplikasi sebagai adsorben, katalis, *catalyst carrier* dan filter adalah amorphous material yang disiapkan oleh hidrolisis larutan silikat atau dengan hidrolisis turunan silikon terutama tetraklorida silikon dan tetraethoxysilane. Silika dapat diperoleh dalam berbagai bentuk sebagai bahan tidak berpori, hidrogel silika dengan diameter pori yang berbeda, bahan pyrogenic atau solusi koloid. (Lagaly, 1978).

Silika merupakan bahan baku utama yang dapat diperoleh dari bahan sintesis seperti silika *fumed*, TEOS (Tetraethyl Ortho Silikat) dan TMOS (Tetra Methyl Ortho Silikat) (Deng et al, 2005). Bahan silika di atas sangat terbatas dan mahal sehingga untuk mengatasi hal tersebut diperlukan alternatif lain untuk mencari sumber silika dari bahan yang murah dan ramah lingkungan seperti *waterglass*. (Balgis & Setyawan, 2010).

Sol silika merupakan salah satu bentuk silika amorf yang paling luas penggunaannya karena sol silika memiliki kemampuan menyerap air. Hal ini disebabkan sol silika sangat berpori dan memiliki Gugus Si-OH dipermukaanya sehingga mudah menyerap air. Pemanfaatan sol silika saat ini banyak digunakan sebagai *desicant* (penyerap air), material penahan panas pada dinding refrigerator kulkas, bahan campuran untuk membuat tinta dan cat, serta industry karet digunakan sebagai umpan untuk proses sintetiknya (Clack,1989).

Pembuatan koloid nanopartikel silika dari *waterglass* baik pada kondisi asam maupun basa telah dilakukan oleh Liu et al (1993) dengan cara melewati melalui resin penukar kation dan anion dengan tujuan untuk menghilangkan impurities dalam

bentuk anion atau kation. Pada penelitian sebelumnya (Lusi & Farida, 2010) telah mencoba membuat silika dari waterglass namun silika yang dihasilkan berbentuk gel ketika konsentrasi silika > 50% mol campuran. Stabilitas dari sol bergantung pada ketinggian dari maksimum total energinya, sehingga stabilitas sol menurun jika ada garam, partikel monodisperse lebih stabil daripada partikel polydisperse, stabilitas semakin meningkat seiring dengan bertambahnya ukuran partikel. (Branda, 2010)

Dalam pembentukan partikel sol silika dari waterglass menggunakan pengadukan didalam prosesnya. Pengadukan adalah operasi yang menciptakan terjadinya gerakan didalam bahan yang diaduk. Tujuan operasi pengadukan yang utama adalah terjadinya pencampuran. Pencampuran merupakan operasi yang bertujuan mengurangi ketidaksamaan kondisi, suhu, atau sifat lain yang terdapat dalam suatu bahan. Pencampuran fasa cair dapat dibagi dalam dua kelompok. Pertama, pencampuran antara cairan yang saling tercampur (*miscible*), dan kedua adalah pencampuran antara cairan yang tidak bercampur atau tercampur sebagian (*immiscible*).

Peralatan proses pencampuran merupakan hal yang sangat penting, tidak hanya menentukan derajat homogenitas yang dapat dicapai, tapi juga mempengaruhi perpindahan panas yang terjadi. Penggunaan peralatan yang tidak tepat dapat menyebabkan konsumsi energi berlebihan dan merusak produk yang dihasilkan. Salah satu peralatan yang menunjang keberhasilan pencampuran ialah pengaduk.

Rancangan pengaduk sangat dipengaruhi oleh jenis aliran laminar atau turbulen. Aliran laminar biasanya membutuhkan pengaduk yang ukurannya hampir sebesar tangki itu sendiri. Hal itu disebabkan karena aliran laminar tidak memindahkan momentum sebaik aliran turbulen. (wallas,1988)

Diperkirakan pengadukan yang menghasilkan shear stress yang rata atau seragam akan menghasilkan partikel dengan ukuran yang sama pula. Dikarenakan partikel yang tumbuh akibat dari polimerisasi akan terganggu karena adanya aliran. Jika ada gangguan yang berbeda atau tidak sama maka akan menimbulkan *shear stress* yang berbeda pula. Oleh Karena itu perlunya pengontrolan pada pengadukan untuk mendapatkan hasil partikel yang seragam.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

Bagaimana pengaruh pengadukan dan kecepatan pada kinerja sol silika yang dihasilkan dari bahan baku *waterglass*.

I.3 Tujuan

Mempelajari pengaruh pengadukan yang digunakan baik axial maupun radial dan kecepatan pengadukan terhadap partikel sol silika yang dihasilkan ditinjau dari morfologinya.

I.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Produk yang diamati yakni keseragaman partikel yang dihasilkan sol silika dari sodium silikat komersial berupa *waterglass*.
2. Metoda pengadukan yang digunakan yaitu axial dan radial, kecepatan pengadukan yang di ambil.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat pada pengembangan sol silika material pada berbagai aplikasi industri kimia. Dan menambah referensi dalam pembuatan sol silika sehingga dapat menghasilkan sol silika dengan kualitas yang lebih baik.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Water Glass*

Natrium silikat adalah nama umum untuk senyawa dengan rumus $\text{Na}_2(\text{SiO}_2)_n\text{O}$. Salah satu yang terkenal dari seri ini adalah natrium metasilikat, Na_2SiO_3 . Juga dikenal sebagai *waterglass* atau kaca cair, bahan ini tersedia dalam larutan air dan dalam bentuk padat. Komposisi murni tidak berwarna atau putih, tetapi sampel komersial sering kehijauan atau biru karena kehadiran besi yang mengandung kotoran.

Waterglass merupakan salah satu bahan sumber silika yang murah dan ramah lingkungan (Balkis&Setyawan,2009). Silika juga dapat diperoleh dari bahan baku lain seperti silika *fumed*, TEOS dan TMOS (Dong dkk,2005). Namun bahan silika tersebut sangat terbatas dan mahal. Berikut tabel sifat fisis dan sifat kimia dari *waterglass*:

Tabel 2.1 Sifat Fisis *Waterglass*

Rumus Molekul	$\text{Na}_2\text{SiO}_4\text{O}_9.5\text{H}_2\text{O}$
Berat Molekul	392,416 gram/mol
Titik Lebur	1018°C
Titik Beku	423,04 K
ΔH_f	-1520 KJ/mol

(sumber: Desiana,2012)

Tabel 2.2 Sifat Kimia *Waterglass*

Bentuk	Cairan Bening
Kelarutan	Sangat larut dalam air panas dan dingin Tidak larut dalam alkohol
Spesifikasi Wujud Warna Kemurnian Impuritas	Cair Tidak berwarna Minimal 94,23 % Al_2O_3 maksimal 0,23%

	Fe ₂ O ₃ maksimal 0,13% SiO ₂ maksimal 2,5% Na ₂ CO ₃ maksimal 1,08% Na ₂ Si ₄ O ₉ maksimal 1,83%
--	--

(sumber: Desiana,2012)

2.2 Silika

Silika ialah suatu mineral yang penyusun utamanya yakni silikon dioksida (SiO₂). Silika tersusun dari 2 unsur yang terdiri dari Silikon (Si) dan Oksigen (O₂) dimana keduanya merupakan unsur yang paling banyak di alam. Diperkirakan 60% dari kerak bumi ini tersusun dari silika. Silika yang ada di bumi ini biasanya ditemukan dalam keadaan mandiri atau berupa silikat (Lujan,2007) dalam bentuk murninya silika berwarna putih atau hamper tidak berwarna.

Silika terdiri atas berbagai bentuk diantaranya: silika kristalin, silika mikrokristalin, silika *vitreous* (*supercooled liquid glasses*), silika amorf. Berdasarkan struktur molekulnya silika dibagi 2 bagian saja yaitu: silika kristalin dan silika amorf. Silika kristalin adalah silika yang susunan molekulnya membentuk pola tertentu (Kristal) sedangkan silika amorf adalah silika yang susunan molekulnya tidak teratur.

Menurut Lujan,(2007) silika Kristal memiliki dasar struktur utama berupa tetrahedron SiO₄ dimana Si dekat 4 atom O₂, gaya mengikat tetrahedral berasal dari ikatan ionic dan kovalen. Struktur utama yang sama pada setiap kristal silika akan memiliki konfigurasi yang berbeda-beda. Kristal silika yang tidak stabil pada tekanan atmosfer tidak lagi berkaki empat akan tetapi berkaki enam. Silika terbentuk melalui ikatan kovalen yang kuat serta memiliki struktur dengan empat atom oksigen terikat pada posisi sudut tetrahedral di sekitar atom pusat yaitu atom silikon.



Gambar 2.1 Struktur molekul silika Tetrahedral
(Sumber: resource.rockyview.ab.ca)

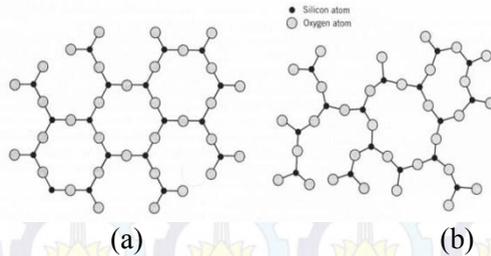
2.2.1 Silika Amorf

Silika amorf merupakan polimer anorganik dengan rumus $(\text{SiO}_2)_n$. Atom silikon membentuk ikatan kovalen dengan empat atom oksigen dimana membentuk struktur tetrahedral. Setiap atom oksigen tersebut setidaknya membentuk ikatan kovalen dengan satu atom silikon untuk membentuk gugus siloksan (-Si-O-Si-) dan gugus silanol (-Si-O-H). Jarak ikatan Si-O sekitar 0.16 nm dan sudut ikatan -Si-O-Si sekitar 148° .

Tabel 2.3 Karakteristik Silika Amorf

Nama lain	Silikon Dioksida
Rumus Molekul	SiO_2
Berat Jenis (g/cm^3)	2,6
Bentuk	Padat
Daya larut dalam air	Tidak larut
Titik cair ($^\circ\text{C}$)	1610
Titik didih ($^\circ\text{C}$)	2230
Kekerasan (Kg/mm^2)	650
Kekuatan tekuk (Mpa)	70
Kekuatan tarik (Mpa)	110
Modulus elastisitas (Gpa)	73 - 75
Resistivitas (m)	>1014
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur kristal	Kristobalit, Tridimit, Kuarsa

(Sumber: Surdia dkk, 2000)



Gambar 2.2 model 2-Dimensi (a) Kristal Silika dan (b) Silika Amorf

(Sumber: www.chem-is-try.org)

Salah satu contoh Silika amorf adalah *Silika Sol* atau disebut silika koloidal karena memiliki sifat-sifat koloid seperti Gerak Brown. Silika sol merupakan partikel yang terdispersi dalam cairan, terutama air dengan ukuran diameter partikel 3-100 nm, luas permukaan spesifik 50-270 m²/g. Produk silika sol komersil biasanya mengandung 15-50% berat silika serta kurang dari 1% berat stabilizer, silika koloidal berguna untuk mencegah pengendapan. Pembuatan silika sol ini dengan mengalirkan sodium silikat ke dalam resin penukar ion hidrogen untuk menghilangkan sodium sehingga polimerisasi akan terbentuk.

2.3 Pengaruh Pengadukan Dalam Pembuatan Sol Silika

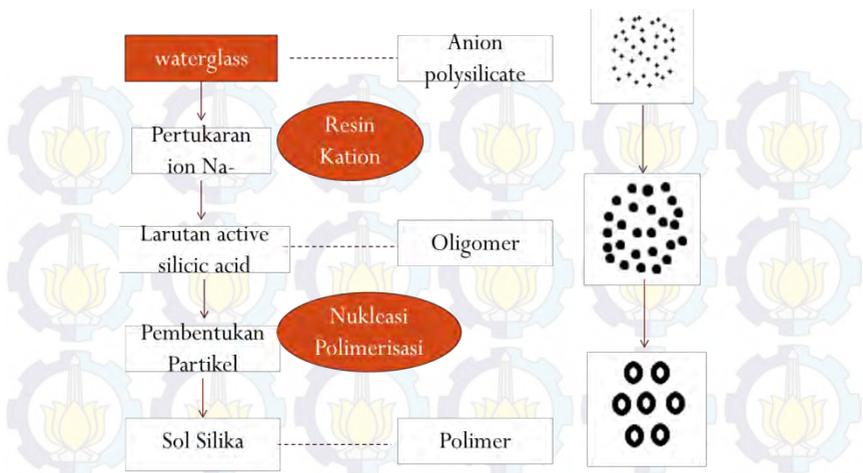
Menurut Iler, 1979 dalam pembuatan sol silika ada beberapa metode yang bisa digunakan, diantaranya dialisis, elektrodialisis, peptisasi, netralisasi asam dan pertukaran ion. *Pertukaran ion*, Dibandingkan dengan metode lainnya pertukaran ion lebih mudah dikontrol. Pada metode ini nukleasi homogen dan pertumbuhan partikel mempengaruhi mekanisme pembentukan partikel dengan cara polimerisasi.

Proses polimerisasi larutan asam silikat dipengaruhi oleh pengadukan karena dengan adanya pengadukan akan mempercepat kontak antar partikel dalam reaktor sehingga

distribusi reaksi lebih merata keseluruh bagian reaktor. Pada proses ini asam silikat mengalami beberapa tahapan sebelum akhirnya membentuk partikel. Pertama, tahap pelepasan ion kemudian pembentukan partikel dan yang terakhir adalah pertumbuhan partikel. Pada saat pembentukan partikel pengadukan sangat berpengaruh didalamnya. Menurut Herbert Giesche,1994 bahwa pada pengadukan selama penambahan TEOS/waterglass dapat memberikan pengaruh pada distribusi ukuran partikel yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Ming-Shyong Tsai,2003 menggunakan magnetic stirrer sebagai pengaduknya namun tidak dijelaskan lebih lanjut mengenai pengadukannya.

Tujuan dari pengadukan adalah untuk homogenitas satu atau beberapa fasa dalam konsentrasi komponen, sifat-sifat fisik dan suhu. Mekanisme dasar melibatkan pergerakan material antara berbagai bagian dari keseluruhan massa dengan menggunakan impeller yang berputar (Winardi,2012). Dengan adanya pengadukan oleh impeller maka terbentuk gerakan pada asam silikat sehingga terjadi kontak antar partikel untuk bereaksi membentuk sol silika.

Namun pada efek dari pengadukan dalam perlakuan awal pembuatan partikel belum ada yang melakukan penelitian lebih lanjut, maka perlu adanya penelitian pengaruh pengadukan pada bentuk dan ukuran (morfologi) partikel.



Gambar 2.3 Skema pembuatan sol silika dengan metode pertukaran ion

2.4 Kecepatan dan Pengadukan

Adanya pengadukan pada proses pembentukan partikel sol silika maka akan terbentuk pola aliran dalam reaktor. Yang mana pola aliran tersebut dapat dilakukan pengaturan berdasarkan kecepatan aliran aksial dan radial. Aliran aksial akan menimbulkan aliran yang sejajar dengan sumbu putaran sedangkan aliran radial akan menimbulkan aliran yang berarah tangensial dan radial terhadap bidang rotasi pengaduk. Komponen aliran tangensial menyebabkan timbulnya vortex dan terjadinya pusaran, dan dapat dihilangkan dengan pemasangan baffle atau cruciform baffle (Mc Cabe,1997).

Kecepatan pengaduk yang umumnya digunakan pada operasi industri kimia adalah sebagai berikut: Kecepatan tinggi, berkisar pada kecepatan 1750 rpm. Pengaduk dengan kecepatan ini umumnya digunakan untuk fluida dengan viskositas rendah misalnya air. Kecepatan sedang, berkisar pada kecepatan 1150 rpm. Pengaduk dengan kecepatan ini umumnya digunakan untuk

larutan sirup kental dan minyak pernis. Kecepatan rendah, berkisar pada kecepatan 400 rpm. Pengaduk dengan kecepatan ini umumnya digunakan untuk minyak kental, lumpur di mana terdapat serat atau pada cairan yang dapat menimbulkan busa.

Untuk menjamin keamanan proses, pengaduk dengan kecepatan lebih tinggi dari 400 rpm sebaiknya tidak digunakan untuk cairan dengan viskositas lebih besar dari 200 cP, atau volume cairan lebih besar dari 2000 L. Pengaduk dengan kecepatan lebih besar dari 1150 rpm sebaiknya tidak digunakan untuk cairan dengan viskositas lebih besar dari 50 cP atau volume cairan lebih besar dari 500 L. Kecepatan pengaduk ditentukan oleh viskositas fluida dan ukuran geometri sistem pengadukan.

Menurut bentuknya, pengaduk dapat dibagi menjadi 3 golongan:

1. Propeller

Kelompok ini biasa digunakan untuk kecepatan pengadukan tinggi dengan arah aliran aksial. Pengaduk ini dapat digunakan untuk cairan yang memiliki viskositas rendah dan tidak bergantung pada ukuran serta bentuk tangki. Kapasitas sirkulasi yang dihasilkan besar dan sensitif terhadap beban head.

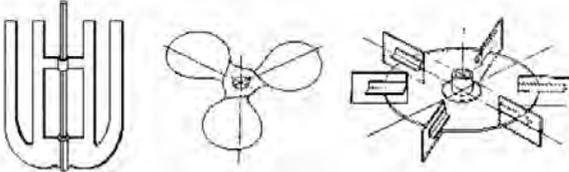
2. Turbine

Istilah turbine ini diberikan bagi berbagai macam jenis pengaduk tanpa memandang rancangan, arah discharge ataupun karakteristik aliran. Turbine merupakan pengaduk dengan sudu tegak datar dan bersudut konstan. Pengaduk jenis ini digunakan pada viskositas fluida rendah seperti halnya pengaduk jenis propeller.

3. Paddles

Pengaduk jenis ini sering memegang peranan penting pada proses pencampuran dalam industri. Bentuk pengaduk ini memiliki minimum 2 sudu, horizontal atau vertical, dengan nilai D/T yang tinggi. Paddle digunakan pada aliran fluida laminar, transisi atau turbulen tanpa baffle. Pengaduk padel menimbulkan

aliran arah radial dan tangensial dan hampir tanpa gerak vertikal sama sekali. Arus yang bergerak ke arah horisontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah. Bila digunakan pada kecepatan tinggi akan terjadi pusaran saja tanpa terjadi agitasi.



Gambar 2.4 Bentuk-bentuk pengaduk: pengaduk paddle, pengaduk propeller, pengaduk turbine

Tabel 2.4 Kriteria Impeller

Tipe Impeller	Kecepatan Putaran	Dimensi	Keterangan
Paddle	20-150 rpm	Diameter: 50-80% lebar bak Lebar: 1/6-1/10 diameter paddle	
Turbine	10-150 rpm	Diameter: 30-50% lebar bak	
Propeller	400-1750 rpm	Diameter: max. 45 cm	Jumlah pitch 1-2 buah

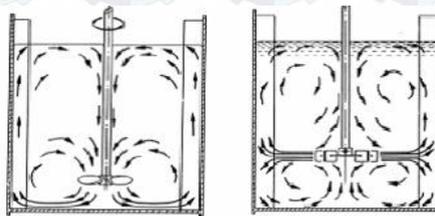
(Sumber: ml.scribd.com/doc/105130789)

2.5 Pemilihan Impeller

Penentuan impeller yang paling efektif harus didasarkan pada pemahaman keperluan proses dan pengetahuan dari sifat-sifat fisik. Impeller dapat dikelompokkan sebagai: (a) impeller untuk fluida viskositas rendah ~sedang dengan diameter tangki $d/D = 0,3 \sim 0,5$; impeller untuk fluida tinggi dengan diameter tangki $d \cong D$.

Impeller aksial banyak digunakan untuk pencampuran, suspensi solid dan perpindahan panas. Impeller radial umumnya

digunakan juga untuk pencampuran turbulen dari fluida dengan viskositas rendah hingga viskositas sedang. Sangat efektif untuk dispersi gas dalam sistem gas-liquid atau dispersi liquid dalam sistem liquid-liquid. Dibandingkan impeller aksial, impeller radial memberikan shear dan tingkat turbulensi yang lebih besar dengan kapasitas pemompaan relatif rendah. Impeller radial memompa fluida ke arah radial menuju dinding tangki. Berikut adalah gambaran pola aliran yang dihasilkan oleh Impeller aksial dan impeller radial:



aksial

radial

Gambar 2.5 Pola arah aliran pengadukan

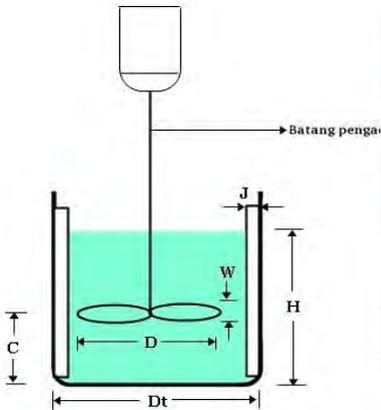
(Sumber: caesarvery.blogspot.com)

2.6 Geometri Tangki

Dalam mendesain tangki berpengaduk mekanik yang efektif, suatu impeller yang efisien harus dipilih untuk pemrosesan tersebut. Diperlukan tinggi liquidanya lebih dari 1,5 kali diameter tangki. Penentuan ukuran dan geometri impeller dilakukan sehubungan dengan kecepatan impeller untuk mencapai hasil proses yang diinginkan. Ukuran dan jenis sekat dinding harus dipilih supaya menghasilkan pola alir yang efektif untuk pencampuran

Suatu tangki berpengaduk terdiri dari tangki yang dilengkapi dengan impeller berputar. Tangki standar umumnya adalah silinder vertikal. Tangki non-standar seperti berpenampang bentuk kotak atau silinder horisontal kadang-kadang juga digunakan. Sistem impeller berputar terdiri dari beberapa komponen : impeller, poros, seal poros, gearbox dan motor

penggerak. Sekat dinding biasanya adalah dipasang untuk pencampuran transisi dan pencampuran turbulen untuk mencegah terjadi pusaran yang terjadi disekitar poros impeller dan menyebabkan terjadinya pencampuran ke arah axial antara daerah atas dan bawah tangki. (Winardi,2012)



dimana :
 C = tinggi pengaduk dari dasar tangki
 D = diameter pengaduk
 D_t = diameter tangki
 H = tinggi fluida dalam tangki
 J = lebar baffle
 W = lebar pengaduk

Gambar 2.6 Sistem tangki berpengaduk
 (Sumber: tekimku.blogspot.com)

2.7 Pencampuran

Pencampuran terjadi pada tiga tingkatan yang berbeda yaitu :

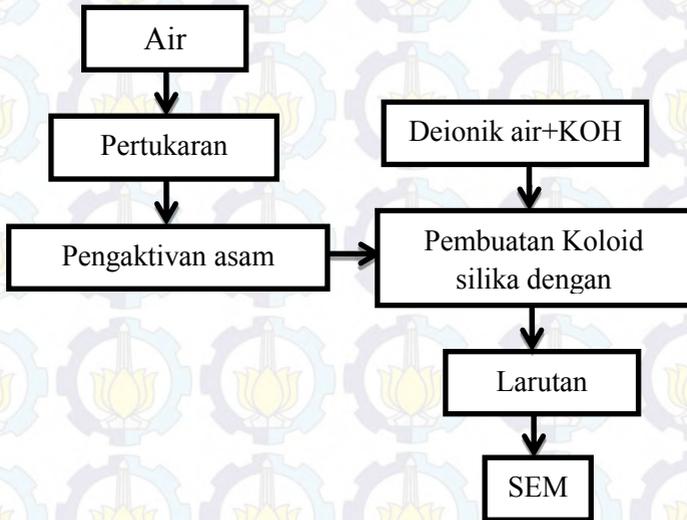
1. Mekanisme konvektif : pencampuran yang disebabkan aliran cairan secara keseluruhan (bulk flow).
2. Eddy diffusion : pencampuran karena adanya gumpalan - gumpalan fluida yang terbentuk dan tercampakan dalam medan aliran.
3. Diffusion : pencampuran karena gerakan molekuler.

Ketiga mekanisme terjadi secara bersama-sama, tetapi yang paling menentukan adalah eddy diffusion. Mekanisme ini membedakan pencampuran dalam keadaan turbulen dengan pencampuran dalam medan aliran laminar. Sifat fisik fluida yang

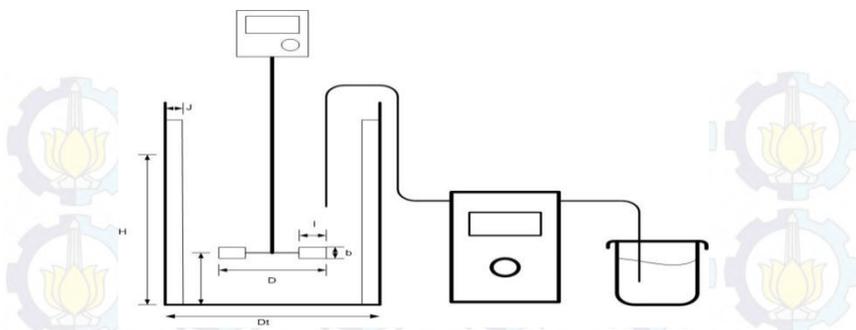
berpengaruh pada proses pengadukan adalah densitas dan viskositas. Secara khusus, proses pengadukan dan pencampuran digunakan untuk mengatasi tiga jenis permasalahan utama, yaitu :

1. Untuk menghasilkan keseragaman statis ataupun dinamis pada sistem multifase multikomponen.
2. Untuk memfasilitasi perpindahan massa atau energi diantara bagian-bagian dari sistem yang tidak seragam.
3. Untuk menunjukkan perubahan fase pada sistem multikomponen dengan atau tanpa perubahan komposisi.

2.8 Mekanisme Pembentukan Partikel dengan Pertukaran Ion



Gambar 2.7 Skema flowchart pembuatan silka sol (koloidal)



Gambar.2.8 Skema peralatan pembentukan sol silika

2.9 Metode Analisa

2.9.1 X-Ray Diffraction (XRD)

X-ray Diffraction adalah teknik analisis yang cepat terutama digunakan untuk identifikasi fase dari bahan kristal dan dapat memberikan informasi tentang dimensi sel satuan. Max von Laue, pada tahun 1912, menemukan bahwa zat kristal bertindak sebagai tiga dimensi kisi-kisi difraksi untuk panjang gelombang sinar X. Difraksi sinar- X sekarang menjadi teknik umum untuk studi struktur kristal dan jarak atom. Difraksi sinar-X didasarkan pada interferensi konstruktif dari monokromatik sinar-X dan sampel kristal.

Sinar-X dihasilkan oleh tabung sinar katoda, disaring untuk menghasilkan radiasi monokromatik, collimated untuk berkonsentrasi, dan diarahkan ke sampel. Interaksi sinar dengan sampel menghasilkan interferensi konstruktif ketika kondisi memenuhi hukum Bragg. Hukum ini berkaitan dengan panjang gelombang radiasi elektromagnetik untuk sudut difraksi kisi dan jarak dalam sampel kristal. Difraksi sinar-X kemudian terdeteksi, diproses dan dihitung. Konversi puncak difraksi dengan jarak d memungkinkan identifikasi mineral karena mineral masing-masing memiliki satu set unik jarak d . Biasanya, hal ini dicapai dengan perbandingan jarak d dengan pola referensi standar.

2.9.2 Scanning Elektron Microscopy (SEM)

Sebuah mikroskop elektron scanning (SEM) adalah jenis mikroskop elektron yang menghasilkan gambar sampel dengan memindai dengan sinar terfokus elektron. Elektron berinteraksi dengan atom dalam sampel, memproduksi berbagai sinyal yang dapat dideteksi dan yang berisi informasi tentang sampel permukaan topografi dan komposisi. Berkas elektron umumnya dipindai dalam raster memindai pola, dan posisi balok dikombinasikan dengan sinyal terdeteksi untuk menghasilkan gambar. SEM dapat mencapai resolusi lebih baik dari 1 nanometer. Spesimen dapat diamati dalam vakum tinggi, di vakum rendah, dan (di SEM lingkungan) dalam kondisi basah

Mikroskop elektron scanning (SEM) adalah jenis mikroskop elektron yang dapat memperbesar gambar permukaan sampel dengan memindai dengan menggunakan energi tinggi dari sinar elektron dalam pola raster scan.

Mikroskop elektron scanning (SEM) menggunakan sinar terfokus electron berenergi tinggi untuk menghasilkan berbagai sinyal pada permukaan specimen padat. Sinyal yang berasal dari electron berinteraksi dengan sampel dan memeberikan informasi tentang sampel termasuk morfologi eksternal (tekstur), komposisi kimia, dan struktur kristal serta orientasi dari bahan yang membentuk sampel. Pada kebanyakan aplikasi, data yang dikumpulkan dalam area yang dipilih dari permukaan sampel, dan gambar 2 dimensi yang dihasilkan menampilkan variasi spasial di property ini. SEM juga mampu melakukan analisis lokasi titik yang dipilih pada sampel.

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya tentang pembentukan partikel sol silika mengenai pengontrolan pertumbuhan reaksi dan proses produksi berkelanjutan oleh Herbert Giesche (1994) Telah diketahui bahwa pengadukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatan sol silika. Dalam jurnalnya dijelaskan bahwa pengaruh lain dari distribusi ukuran

yang tidak sempurna dikarenakan pengadukan yang tidak homogen selama penambahan TEOS. Pada penelitiannya magnetic stirrer dan Y shape digunakan sebagai alat pengadukan, namun belum dibahas lebih lanjut lagi mengenai pengaruh dari pengadukan. Perkembangan selanjutnya pembentukan partikel dari fase liquid dilakukan oleh Liu et al. (1991) membuat sol nanopartikel silika dari *waterglass* pada kondisi asam dan basa dengan cara melewati melalui resin penukar kation dan anion untuk menghilangkan impuritis dalam bentuk baik anion maupun kation. Ming-Shyong Tsai (2003) melakukan studi pada koloid silika dari sodium silikat dengan metode pertukaran ion dengan resin kation dan anion menggunakan pengadukan magnetic stirrer namun belum dibahas lebih lanjut mengenai pengaruh pengadukan pada penelitiannya, hanya didapatkan kondisi operasi optimum.

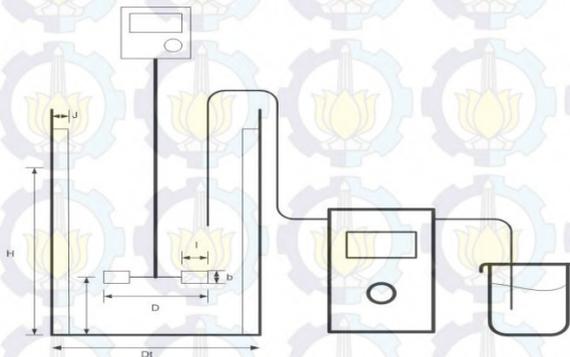
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

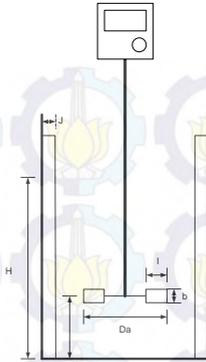
Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh pengadukan pada pembuatan sol silika dengan menggunakan metode pertukaran ion

3.1 Susunan Peralatan

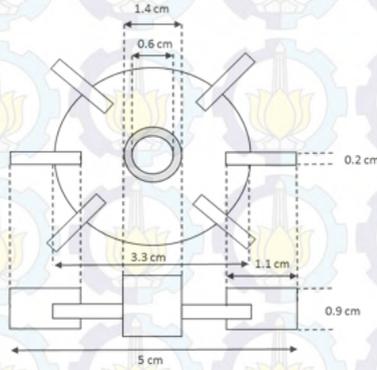
Seperti terlihat pada gambar 3.1 yaitu tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan impeller disk turbin berdaun enam, marine propeller axial, pompa rate peristaltic untuk mengatur keluaran KOH pada saat pencampuran, dan motor pengaduk untuk mengatur kecepatan putar sesuai variabel yang diinginkan. Adapun ukuran peralatan yang digunakan tangki berdiameter, $D_t=9$ cm, tinggi cairan didalam tangki, $H=9$ cm. Impeller disk turbin berdiameter, $d_a=5$ cm, marine propeller axial berdiameter, $d_a=5$ cm; dengan tebal blade, $W=1$ cm; jarak impeller dari dasar tangki, $E=3$ cm. Agar lebih jelas berikut adalah visualisasi susunan peralatan percobaan dibawah ini.



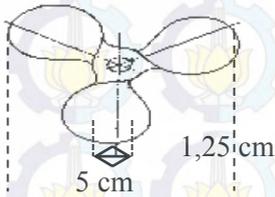
Gambar 3.1 Susunan Peralatan



Gambar 3.2 Geometri Tangki



Gambar 3.3 Geometri Rushton Turbine



Gambar 3.4 Geometri Marine Propeller

Tangki berpengaduk yang digunakan terdiri dari tangki silinder dengan dasar datar dan berdiameter $D = 9$ cm. Tangki dilengkapi dengan sekat dinding yang dipasang vertikal dan simetris pada dinding tangki. Lebar masing-masing sekat adalah sepersepuluh diameter tangki. Impeller yang digunakan adalah Rushton Turbine dan Marine propeller dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter impeller: $d = (0,3 - 0,5) D$

Jumlah daun Impeller : $n_p = 2 - 12$

Lebar daun Impeller : $w = (0,1 - 0,4) d$

3.2 Persiapan Bahan

Langkah yang dilakukan dalam pembuatan larutan *Sodium silicate* adalah dengan memasukkan bahan *Sodium silicate* yakni *Waterglass* Merck KGaA 64271 Darmstadt NaO 8 %:SiO₂ 27 % dan aquadest murni kedalam gelas beaker. Kemudian membuat larutan asam silica aktif dengan cara melewati larutan *Sodium silicate* yang telah dibuat sebelumnya melalui kolom yang berisi resin dengan jenis Resin Lewatit Monoplus S108. Ion sodium dari larutan sodium silicate digantikan dengan ion hydrogen pada kolom ion exchange. Kemudian membuat larutan KOH yakni dengan memasukkan bahan KOH dan aquadest murni kedalam gelas beaker

3.3 Prosedur Penelitian

Sol silika atau yang disebut juga *silicic acid hydrosol* dibentuk dari dispersi partikel SiO₂ koloid dalam air. Sumber SiO₂ didapat dari *waterglass*.

Silicic acid terbentuk dengan cara melewati *waterglass* ke dalam resin kation. Didalam penelitian ini pembuatan sol silika 2,21 M dibuat dengan melarutkan 57,2 ml *waterglass* kedalam aquadest 228,8 ml pada temperatur 60 oC. Aktivasi resin kation menggunakan larutan HCl 2 N. Setelah diaktivasi resin dibilas dengan aquadest sebelum dikontakkan dengan larutan *waterglass*, hal ini dimaksudkan agar resin bebas dari klorin. Didalam resin kation terjadi pertukaran ion Na⁺ dari larutan dengan ion H⁺.

Prosesnya dapat dijelaskan dengan reaksi berikut:



Kemudian membuat larutan 1 M KOH dengan cara memasukkan 16 gram KOH ke dalam 200 ml aquadest. Larutan 1 M KOH kemudian dimasukkan ke dalam reaktor seperti pada rangkaian alat pada gambar 3.1. Setelah itu larutan Silicic Acid yang sudah terbentuk dipompa menggunakan pompa peristaltik dengan rate 3 ml/menit disertai pengadukan dan Pengukuran pH agar tetap terjaga dan tidak menjadi gel. Ketika dalam kondisi ini larutan tersebut terpolimerisasi dan membentuk koloida partikel silica

3.4 Kondisi Operasi dan Variabel Penelitian

1. Kondisi Operasi
 - a. Temperatur Operasi : Suhu lingkungan sekitar 25°C
 - b. Konsentrasi KOH: 1 M
 - c. Rate Asam Silica aktif: 3 ml/menit
2. Variabel Penelitian
 - a. Kecepatan Pengadukan: 100,150,200,300,400,500, 600,700 rpm
 - b. Jenis Pengadukan: Radial Rushton Turbine dan Marine Propeller axial

3.5 Analisa

Morfologi partikel yang dihasilkan melalui metode pertukaran ion dan pengadukan diketahui dengan dianalisa menggunakan SEM (Scanning Electron Microscope) Zeiss Evo MA LS series, Cambridge, England, XRD (X-ray Diffraction) Philips 30 mA, X-Ray 40 kv, Netherland untuk menentukan kemurnian dan derajat kristalinitas.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, proses terbentuknya sol silika diperoleh dengan mereaksikan asam salisilat dengan larutan KOH. Diperkirakan sol silika akan terjadi pada kondisi pH larutan sekitar 10-11, oleh karena itu larutan KOH ditambahkan secara bertahap dengan diteteskan kedalam asam salisilat disertai dengan pengadukan. Tujuan pengadukan adalah memberi efek pencampuran asam salisilat dan larutan KOH dalam suatu tangki berpengaduk bersekat sempurna yang lebih efisien. Untuk melihat pengaruh efek pencampuran terhadap proses pembentukan sol silika, seperti disebutkan pada Bab 3 jenis impeller yang digunakan adalah Rushton turbine dan marine propeller. Kecepatan putar masing-masing impeller divariasi mulai dari 100 sampai 700 rpm.

Oleh karena itu, pengaruh jenis impeller dan kecepatan impeller terhadap proses pembentukan sol-silika dari sodium silikat akan dibahas berdasarkan ukuran partikel dan morfologi partikel berdasarkan citra SEM.

4.1 Pengaruh Kecepatan Impeller

4.1.1 Rushton turbine

Pengaruh kecepatan impeller terhadap sol silika terhadap bentuk dan morfologi sol silika ditunjukkan oleh citra SEM pada Gambar 4.1 untuk impeller jenis Rushton disc turbine. Diperlukan waktu pengadukan sekitar 15 menit untuk mencapai pH 10 – 11 Pada kecepatan impeller 100 rpm mula-mula bentuk partikel seperti batang dengan panjang relatif pendek, kemudian ukuran partikel tampak makin lebih kecil bila kecepatan impeller dinaikkan menjadi 150 rpm. Bila kecepatan impeller dinaikkan antara 200–500 rpm bentuk partikel memanjang seolah-olah terjadi elonggasi. Tetapi bila kecepatan impeller dinaikkan menjadi 600–700 rpm, bentuk partikel sol silika kembali menjadi

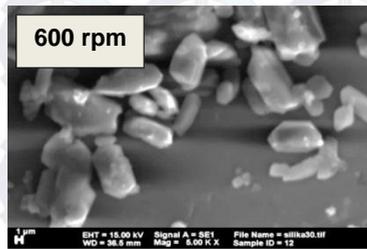
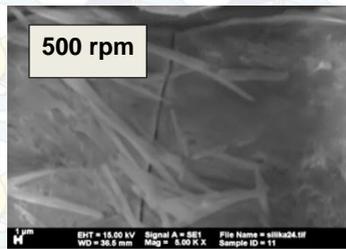
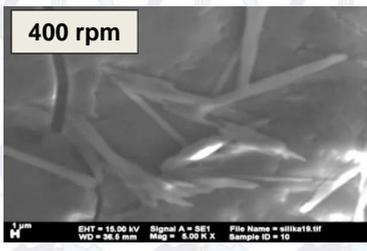
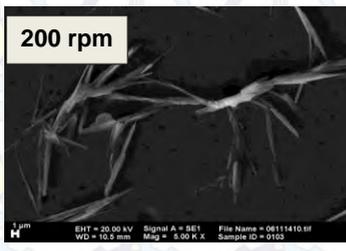
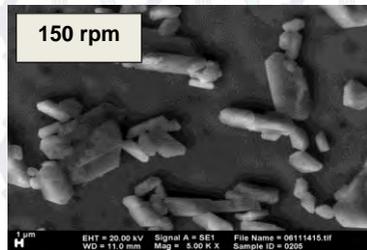
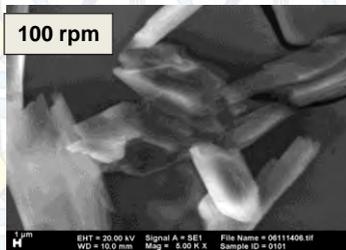
batang dengan panjang yang relatif pendek seperti partikel sol silika yang diperoleh pada kecepatan impeller 100 – 150 rpm.

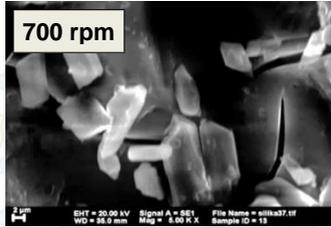
Dapat terlihat pula bahwa pada kecepatan impeller 100 rpm memiliki ukuran partikel yang hampir sama dengan kecepatan impeller 600 rpm dan 700 rpm, namun berbeda dengan kecepatan impeller 150 rpm yang terlihat memiliki ukuran lebih kecil dibanding dengan kecepatan impeller 100, 600, dan 700 rpm walaupun memiliki karakteristik bentuk partikel yang sama seperti batang. Sama halnya dengan partikel yang dihasilkan pada kecepatan impeller 200 rpm, 400 rpm, dan 500 rpm. Terlihat jelas bahwa pada kecepatan impeller 200 rpm memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dibanding dengan ukuran 400 rpm dan 500 rpm yang juga memiliki karakteristik bentuk partikel yang sama yakni memanjang seolah-olah terjadi elonggasi. Perbedaan karakteristik bentuk partikel ini nampak begitu mencolok karena terdapat dua bentuk partikel yang dihasilkan.

Pada gambar 4.1 terlihat bahwa partikel dengan ukuran diameter terkecil pada kecepatan impeller 200 rpm. Sedangkan partikel dengan ukuran diameter terpanjang pada kecepatan impeller 700 rpm. Secara umum dapat terlihat bahwa pada pengadukan Rushton turbine menghasilkan partikel dengan ukuran diameter yang kecil pada kecepatan pengadukan 150 rpm dan 200 rpm adapun hal yang menjadi penyebabnya adalah pada jenis pengaduk Rushton turbine memiliki pola aliran secara radial maupun tangensial sehingga zona pengadukannya lebih besar, sehingga pada kecepatan rendah saat reaksi terjadi kemudian langsung diaduk secara menyeluruh menyebabkan partikel menjadi terputus. Berbeda dengan kecepatan tinggi, partikel yang sudah terputus akan mengalami tumbukan sehingga akan bergabung kembali dan menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih besar.

Saat pengadukan terjadi reaksi didalam suasana basa, pada kecepatan tertentu akan terbentuk seperti serabut panjang seolah-olah terjadi elonggasi. Pada kecepatan sedang 200 rpm sampai dengan 500 rpm saat dilakukan pengadukan partikel yang

terbentuk tidak terputus karena shear yang dihasilkan tidak terlalu besar sehingga partikel yang dihasilkan terjadi elonggasi. Berbeda dengan kecepatan impeller rendah 100 rpm sampai dengan 150 rpm walaupun shear yang dihasilkan tidak terlalu besar namun kesempatan terjadi kontak antara KOH dan asam silikat untuk membentuk partikel tepat sehingga partikel yang dihasilkan berbentuk batang dan pada kecepatan impeller tinggi 600 rpm sampai dengan 700 rpm shear yang dihasilkan tinggi menyebabkan kontak antara KOH dan Asam silikat semakin cepat dan partikel saling bertumbukan sehingga bentuknya batang.





Gambar 4.1 Pengaruh kecepatan impeller terhadap morfologi partikel sol silika

Pengaruh kecepatan impeller terhadap ukuran partikel sol silika dapat dilihat pada Tabel 4.1. Ukuran partikel sol silika diperoleh dari citra SEM tersebut diatas dengan menggunakan Image MIF

Secara umum dari Tabel 4.1 dapat terlihat bahwa ukuran diameter partikel sol silika mengalami perubahan yang tidak beraturan sejalan dengan kecepatan putarnya. Pada Kecepatan putar 100 rpm sampai dengan 200 rpm mengalami penurunan ukuran diameter, sedangkan pada kecepatan putar 400 rpm naik kembali. Penurunan terjadi kembali pada kecepatan putar 400 rpm sampai dengan 500 rpm. Dan pada kecepatan putar 500 rpm sampai dengan 700 rpm mengalami kenaikan. Tren kenaikan dan penurunan yang terjadi pada partikel sol silika disebabkan oleh proses pengadukan. Terdapat dua fenomena yang terjadi jika kecepatan putar dinaikan. Yang pertama ketika kecepatan putar dinaikan akan memecah partikel sehingga ukuran diameternya kecil, fenomena ini terjadi pada kecepatan putar 100 rpm sampai dengan 200 rpm dan 400 rpm sampai dengan 500 rpm. Yang kedua kecepatan putar dinaikan partikel yang sudah terpecah akan bertumbukan sehingga membentuk partikel dengan ukuran yang lebih besar, fenomena ini terjadi pada kecepatan putar 500 rpm sampai dengan 700 rpm. Hasil yang dapat diketahui bahwa nilai diameter terendah pada nilai kecepatan putar 500 rpm dan panjang tertinggi pada nilai kecepatan putar 150 rpm.

Tabel 4.1 Pengaruh kecepatan impeller terhadap ukuran partikel sol silika dengan impeller Rushton turbine

Kecepatan impeller (rpm)	Panjang partikel (nm)	Diameter partikel (nm)
100	0.0000171	0.00000340
150	0.0000042	0.00000226
200	0.0000087	0.00000098
400	0.0000104	0.00000188
500	0.0000071	0.00000125
600	0.0000107	0.00000333
700	0.0000058	0.00000429

4.1.2 Marine Propeller

Pengaruh kecepatan impeller terhadap sol silika terhadap bentuk dan morfologi sol silika ditunjukkan oleh citra SEM pada Gambar 4.2 untuk marine propeller. Pada kecepatan impeller 100 rpm mula-mula bentuk partikel seperti batang dengan panjang relatif pendek, namun ukuran partikel tampak besar. Setelah kecepatan impeller dinaikkan menjadi 150 rpm ukuran partikel tampak makin lebih kecil dan bentuk partikel memanjang seolah-olah terjadi elonggasi. Bila kecepatan impeller dinaikkan antara 200–700 rpm dengan bentuk partikel seperti batang. Tetapi pada kecepatan impeller 100,600 dan 700 rpm partikel berbentuk batang yang relative panjang, pada kecepatan impeller 400 rpm dan 600 rpm bentuk partikel sol silika berupa batang dengan panjang yang relatif pendek.

Pada gambar 4.2 terlihat bahwa partikel dengan ukuran diameter terkecil pada kecepatan impeller 600 rpm. Sedangkan partikel dengan ukuran diameter terpanjang pada kecepatan impeller 700 rpm. Secara umum dapat terlihat bahwa pada pengadukan marine propeller menghasilkan partikel dengan ukuran diameter yang kecil pada kecepatan pengadukan 600 rpm adapun hal yang menjadi penyebabnya adalah pada jenis pengaduk marine propeller memiliki pola aliran secara aksial pengadukannya pumping up dan pumping down sehingga zona

pengadukannya lebih kecil dibanding dengan Rushton turbine, sehingga pada kecepatan tinggi saat reaksi kemudian menyebar sehingga partikel yang dihasilkan semakin kecil karena suasana basa rata disemua tempat. Berbeda dengan kecepatan rendah, partikel yang sudah terputus akan mengalami tumbukan sehingga akan bergabung kembali dan menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih besar.



Gambar 4.2 Pengaruh kecepatan impeller terhadap morfologi partikel sol silika untuk marine propeller

Secara umum dari Tabel 4.2 dapat terlihat bahwa ukuran diameter partikel sol silika mengalami perubahan yang tidak beraturan sejalan dengan kecepatan putarnya. Pada Kecepatan putar 100 rpm sampai dengan 150 rpm dan 200 rpm sampai dengan 500 rpm mengalami penurunan ukuran diameter. Dan pada kecepatan putar 600 rpm sampai dengan 700 rpm mengalami kenaikan. Tren kenaikan dan penurunan yang terjadi pada partikel sol silika disebabkan oleh proses pengadukan. Fenomena yang terjadi sama dengan Rushton turbin. Hasil yang dapat diketahui bahwa nilai diameter terendah pada nilai kecepatan putar 500 rpm dan panjang tertinggi pada nilai kecepatan putar 700 rpm.

Tabel 4.2 Pengukuran kecepatan impeller terhadap ukuran partikel sol silika untuk marine propeller

Kecepatan putar (rpm)	panjang (nm)	diameter (nm)
100	0.0000114	0.00000648
150	0.0000080	0.00000163
200	0.0000124	0.00000336
400	0.0000038	0.00000240
500	0.0000013	0.00000064
600	0.0000032	0.00000227
700	0.0000170	0.00000602

4.2 Pengaruh Jenis Impeller

4.2.1 Bentuk dan morfologi partikel silika

Pengaruh jenis impeller terhadap bentuk dan morfologi partikel sol silika akan dibandingkan secara keseluruhan dan pada setiap kecepatan impeller yang sama.

Secara keseluruhan bentuk dan morfologi partikel didalam sol silika berbentuk batang pada penggunaan jenis impeller aksial dan jenis impeller radial. Pada jenis pengaduk Rushton turbin pada kecepatan putaran impeller 100 – 200 rpm menghasilkan

partikel yang mempunyai morfologi yang lebih jelas jika dibandingkan dengan partikel yang dihasilkan dari jenis pengaduk marine propeller pada kesempatan yang sama. Hal ini dapat terjadi karena dengan jenis pengaduk radial memiliki pola aliran radial dan tangensial sehingga kontak antara asam silikat dan KOH terdistribusi cukup baik sehingga menghasilkan partikel yang mempunyai morfologi yang jelas. Sedangkan pada penggunaan jenis pengaduk aksial membutuhkan kecepatan tinggi untuk menghasilkan partikel dengan morfologi yang jelas, karena jenis pengaduk aksial memiliki pola aliran aksial sehingga pada kecepatan rendah kontak antara KOH dan asam silikat kurang terdistribusi secara maksimal. Namun pada kecepatan 400 – 700 rpm pada jenis pengaduk aksial menghasilkan partikel yang mempunyai morfologi yang lebih jelas jika dibandingkan dengan partikel yang dihasilkan dari penggunaan jenis impeller radial pada kecepatan yang sama. Hal ini dikarenakan pada pengadukan dengan kecepatan tinggi akan menghasilkan shear yang besar sehingga kontak antara asam silikat dan KOH akan terdistribusi maksimal pada pengadukan dengan penggunaan jenis impeller aksial, namun pada penggunaan jenis impeller radial akan menghasilkan shear yang terlalu besar sehingga terjadi kontak yang berlebihan antara asam silikat dan KOH sehingga partikel yang terbentuk akan semakin lama berkontak dan menghasilkan partikel yang mempunyai morfologi yang kurang jelas.

Pada kecepatan impeller 100 rpm, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3 terlihat bahwa pada jenis pengaduk Rushton turbin maupun marine propeller memiliki bentuk partikel yang relatif besar. Hal ini disebabkan karena pengadukan yang lambat sehingga terjadi kontak antara partikel untuk membentuk gabungan partikel berukuran besar. Ukuran diameter partikel sol silika yang dihasilkan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran diameter yang dihasilkan jenis pengaduk marine propeller hal ini dikarenakan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki zona

pengadukan yang lebih besar sehingga dapat teraduk secara menyeluruh. Sedangkan pada jenis pengaduk marine propeller memberikan pola aliran pengadukan pumping up dan pumping down saja sehingga daerah atau zona yang teraduk lebih kecil dibanding dengan rushton turbin



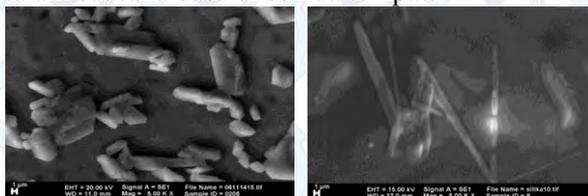
Rushton turbine

Marine propeller

Gambar 4.3 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 100 rpm

Pada kecepatan impeller 150 rpm, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4 terlihat bahwa pada jenis pengaduk Rushton turbine maupun marine propeller memiliki bentuk partikel yang relatif besar. Namun pada kecepatan ini ukuran diameter partikel yang dihasilkan oleh marine propeller lebih kecil dan memiliki panjang yang lebih besar dibanding oleh Rushton turbine. Hal ini terjadi dikarenakan pada saat reaksi terjadi dalam suasana basa $\text{pH} < 8$ kemudian diaduk dengan menggunakan Rushton turbin yang memiliki pola aliran ke arah radial maupun tangensial sehingga daerah pengadukan lebih merata dan menyebabkan partikel sol silika yang sudah terbentuk berukuran besar dan panjang menjadi terputus, sehingga didapatkan partikel sol silika dengan diameter yang lebih besar namun panjangnya lebih kecil dibandingkan marine propeller. Jika diamati pada partikel sol silika yang dihasilkan dari pengadukan marine propeller didapatkan partikel yang panjang-panjang namun berdiameter kecil. Hal ini disebabkan karena pada jenis pengadukan menggunakan marine propeller pola arah alirannya ke arah aksial sehingga daerah pengadukannya tidak begitu menyeluruh. Pada saat reaksi berlangsung partikel sol silika yang terbentuk menjadi

seperti serabut yang memanjang. Dan dipengaruhi juga oleh pengadukan yang lambat sehingga menyebabkan reaksi belum merata dalam suasana basa di semua tempat.



Rushton turbine

Marine propeller

Gambar 4.4 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 150 rpm

Pada kecepatan impeller 200 rpm seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4 hasil yang sama diperoleh seperti pada kecepatan impeller 100 rpm. Ukuran partikel sol silika yang dihasilkan pada jenis pengaduk Rushton turbine memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran diameter yang dihasilkan jenis pengaduk marine propeller. Hal ini pun disebabkan oleh jenis pengaduk Rushton turbin yang memiliki zona pengadukan yang lebih besar sehingga dapat teraduk secara menyeluruh. Sehingga saat reaksi suasana basa menyebar disemua tempat sehingga menyebabkan partikel yang berukuran lebih kecil. sedangkan pada jenis pengaduk marine propeller memberikan pola aliran pengadukan pumping up dan pumping down saja sehingga daerah yang teraduk lebih kecil dibanding dengan Rushton turbine sehingga menghasilkan partikel sol silika yang berukuran lebih besar.



Rushton turbin

Marine propeller

Gambar 4.5 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 200 rpm

Pada kecepatan impeller 400 rpm seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6 memiliki hasil yang sama seperti pada kecepatan impeller 100 rpm. Menunjukkan bahwa ukuran diameter partikel sol silika yang dihasilkan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan ukuran diameter yang dihasilkan jenis pengaduk marine propeller hal ini dikarenakan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki zona pengadukan yang lebih besar sehingga dapat teraduk secara menyeluruh. Sehingga saat reaksi suasana basa menyebar disemua tempat sehingga menyebabkan partikel yang berukuran lebih kecil. Sedangkan pada jenis pengaduk marine propeller memberikan pola aliran pengadukan pumping up dan pumping down saja sehingga daerah yang teraduk lebih kecil dibanding dengan rushton turbin sehingga menghasilkan partikel sol silika yang berukuran lebih besar. Namun pada partikel sol silika dengan jenis pengaduk Rushton turbin berbentuk seperti serabut panjang. Hal ini bisa disebabkan karena partikel yang telah putus kemudian bergabung lagi untuk membentuk partikel yang lebih besar atau teraglomerasi. Penggabungan inti ini sangat tergantung pada karakteristik partikel dan nilai kecepatannya.



Rushton turbin

Marine propeller

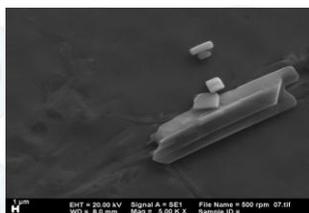
Gambar 4.6 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 400 rpm

Pada kecepatan impeller 500 rpm seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7 memiliki hasil yang sama seperti pada kecepatan impeller 100 rpm. Menunjukkan bahwa ukuran diameter partikel sol silika yang dihasilkan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan

ukuran diameter yang dihasilkan jenis pengaduk marine propeller hal ini dikarenakan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki zona pengadukan yang lebih besar sehingga dapat teraduk secara menyeluruh. Sehingga saat reaksi suasana basa menyebar disemua tempat sehingga menyebabkan partikel yang berukuran lebih kecil. Sedangkan pada jenis pengaduk marine propeller memberikan pola aliran pengadukan pumping up dan pumping down saja sehingga daerah yang teraduk lebih kecil dibanding dengan rushton turbin sehingga menghasilkan partikel sol silika yang berukuran lebih besar.



Rushton turbin

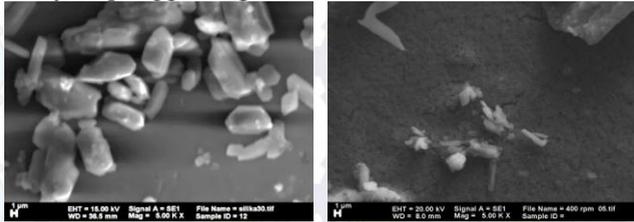


Marine propeller

Gambar 4.7 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 500 rpm

Pada kecepatan impeller 600 rpm seperti ditunjukkan pada gambar 4.8 dapat terlihat bahwa partikel sol silika yang dihasilkan dari jenis pengaduk Rushton turbin maupun marine propeller sama-sama memiliki partikel yang berbentuk batang kecil. Namun pada partikel sol silika Rushton turbin memiliki ukuran diameter yang lebih besar dari ukuran diameter marine propeller. Hal ini disebabkan karena pada saat kecepatan pengadukan tinggi partikel akan bertumbukan satu sama lain. Sehingga partikel yang sudah terbentuk akan bergabung dengan partikel lain dan teraglomerasi. Sehingga pada Rushton turbin menjadi lebih besar ukuran diameternya, karena pada saat kecepatan pengadukan tinggi reaksi akan semakin cepat terjadi dan berlangsung menyeluruh di daerah pengadukan tersebut. Karena Rushton turbin memiliki daerah pengadukan yang lebih

luas dari marine propeller menyebabkan partikel sol silika lebih banyak terjadi penggabungan.



Rushton turbin

Marine propeller

Gambar 4.8 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 600 rpm

Pada kecepatan impeller 700 rpm seperti ditunjukkan pada gambar 4.9 dapat terlihat bahwa partikel sol silika yang dihasilkan dari jenis pengaduk Rushton turbin maupun marine propeller sama-sama memiliki partikel yang berbentuk batang. Namun jika di amati lebih lanjut dengan mengolah data menggunakan aplikasi image MIF pada partikel sol silika yang dihasilkan Rushton turbin lebih kecil dibandingkan partikel sol silika marine propeller. Hal ini pun disebabkan pada jenis pengaduk Rushton turbin memiliki zona pengadukan yang lebih besar sehingga dapat teraduk secara menyeluruh. Sehingga saat reaksi suasana basa menyebar disemua tempat sehingga menyebabkan partikel yang berukuran lebih kecil. sedangkan pada jenis pengaduk marine propeller memberikan pola aliran pengadukan pumping up dan pumping down saja sehingga daerah yang teraduk lebih kecil dibanding dengan rushton turbin sehingga menghasilkan partikel sol silika yang berukuran lebih besar.



Rushton turbin



Marine propeller

Gambar 4.9 Pengaruh jenis impeller terhadap morfologi partikel sol silika pada 700 rpm

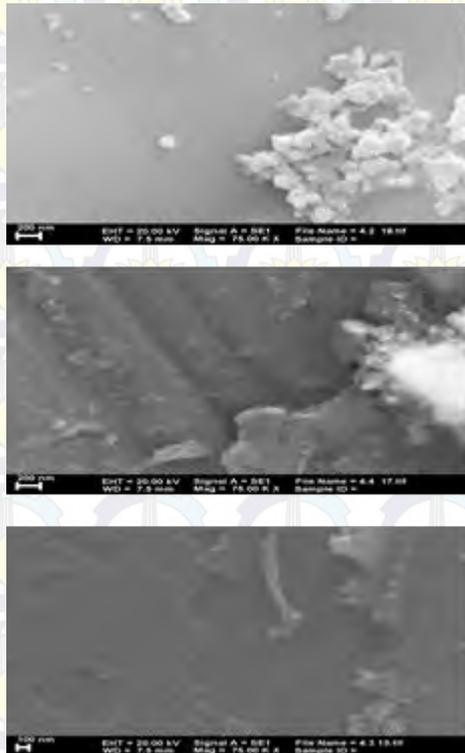
Pada dasarnya pemilihan jenis pengaduk didasarkan oleh jenis pengaduk yang telah banyak digunakan. Sehingga diambil jenis impeller radial Rushton turbine dan jenis impeller aksial marine propeller. Pengadukan sangat berpengaruh pada proses pembentukan partikel karena saat pembentukan partikel pengadukan akan memberikan pengaruh terhadap bentuk partikel maupun ukuran partikel yang dihasilkan. Pengadukan akan menghasilkan shear dan juga pola aliran pengadukan, yang tentunya akan berdampak pula pada partikel.

Pada penelitian ini, masih digunakan suhu pada satu titik saja. Namun suhu juga memiliki peranan yang penting terhadap pembentukan partikel. Sehingga partikel yang dihasilkan akan memiliki ukuran yang lebih kecil. Sehingga distribusi partikel nantinya dapat tercapai. Suhu yang bisa digunakan adalah pada ukuran 80°C merujuk pada penelitian sebelumnya oleh Ming Shong Tsai.

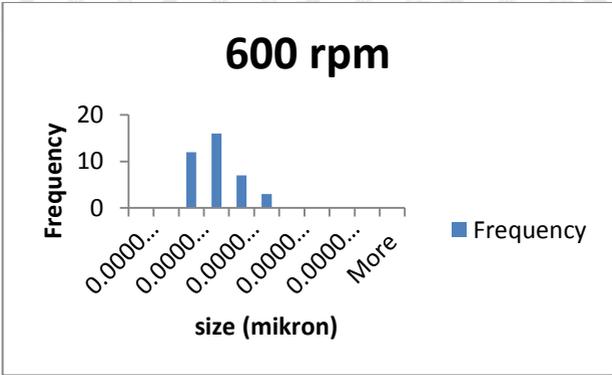
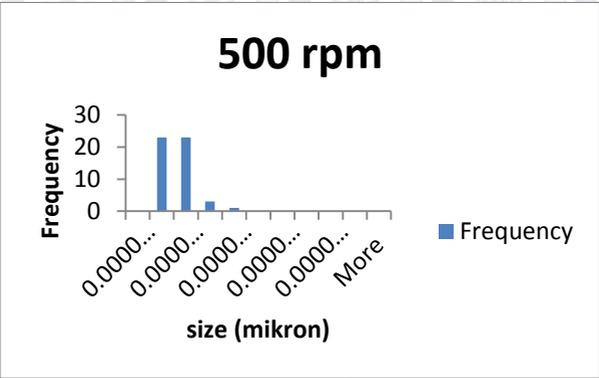
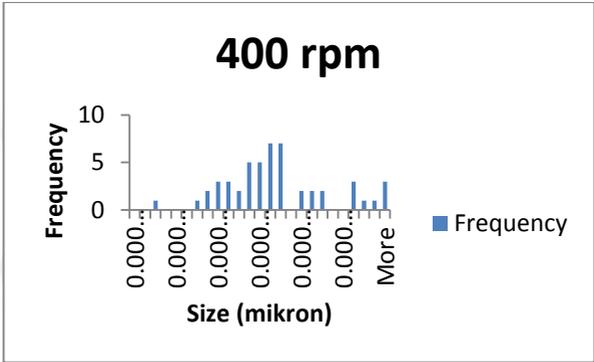
4.3 Pengaruh Waktu Pengadukan

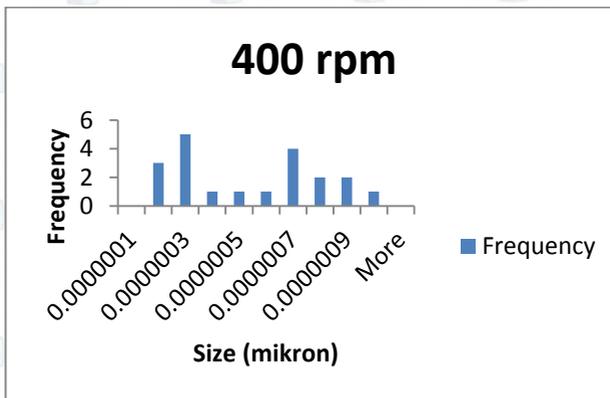
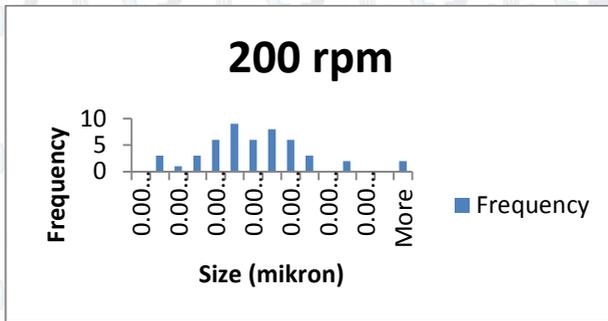
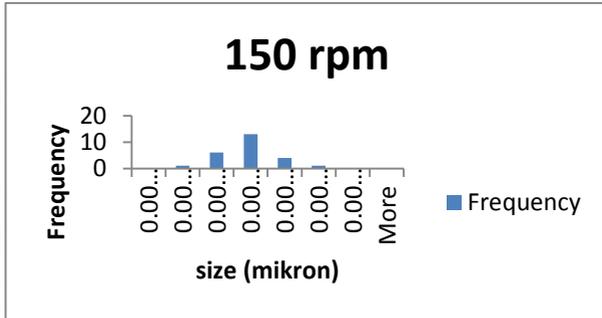
Pengaruh waktu pengadukan terhadap sol silika ditunjukkan pada Gambar 4.5. Dari gambar dapat diketahui bahwa partikel sol yang terlihat jelas nampak pada lama pengadukan 5 menit dengan pH=8. Pada teori yang dikemukakan oleh Iler,1979. Bahwa ph dikatakan stabil saat ph=2-3 dan ph=10-11, namun pada kenyataannya pada pH=10 sudah terjadi aglomerasi sehingga sol silika dapat dikatakan kurang stabil. Terlihat pada lama

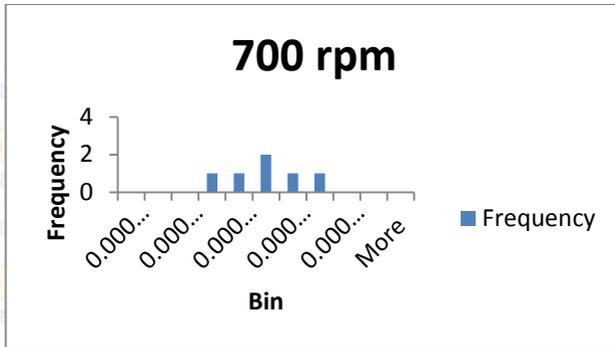
pengadukan 5 menit pH=8 partikel sol silika terlihat bentuknya seperti hampir bulat namun bertumpuk-tumpuk. Sedangkan pada lama pengadukan 10 menit pH=9 partikel tidak nampak jelas bentuknya atau tidak beraturan. Sama halnya dengan sampel lama pengadukan 15 menit pH=10 bentuknya pun tidak beraturan. Hal ini menandakan bahwa dengan lamanya pengadukan tidak mempengaruhi kestabilan dari sol silika.



Gambar 4.10 Pengaruh waktu pengadukan terhadap morfologi sol silika







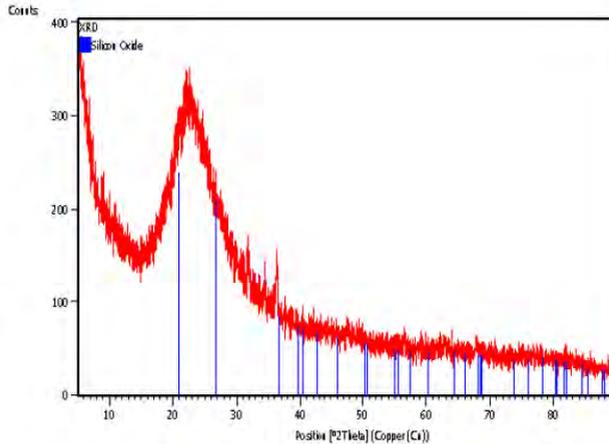
Gambar 4.12 Distribusi Partikel Pengaruh jenis impeller aksial

Dari perbandingan gambar diatas dapat diketahui bahwa distribusi partikel dari tiap kecepatan impeller aksial. Untuk kecepatan impeller 100 rpm partikel rata-rata berukuran 2 mikron. Pada kecepatan 150 rpm partikel rata-rata berukuran 5,5 mikron. Pada kecepatan 200 rpm partikel rata-rata berukuran 1,75 mikron. Pada kecepatan 400 rpm partikel rata-rata berukuran 3 mikron. Dan pada kecepatan 700 rpm partikel terbanyak berukuran 6 mikron.

4.5 Analisa XRD pada sol-silika

Gambar 4.6 merupakan hasil analisa XRD dari padatan yang diperoleh dari pengeringan sol silika yang diaduk menggunakan magnetic stirrer. Dari penjelasan grafik garis biru merupakan reference dari partikel silika atau SiO_2 kemudian dari hasil grafik dapat diketahui bahwa hasil eksperimen sudah mampu menghasilkan partikel silika terlihat pada posisi 2 teta 38. Namun masih terdapat pengotor berupa KOH dan NaCl. Pengotor berupa KOH dimungkinkan masih terikut pada hasil eksperimen karena konsentrasi KOH yang terlalu banyak atau berlebih sehingga masih tersisa pada saat reaksi. Sedangkan pengotor berupa NaCl masih terikut dalam hasil eksperimen karena pada waktu pencucian resin kation yang diakt4asi menggunakan HCl

belum bersih sehingga memungkinkan untuk terikut kedalam produk sol silika.



Gambar 4.13 Hasil analisa XRD partikel sol silika

Gambar diatas menampilkan hasil analisa XRD untuk partikel silika yang dihasilkan dengan menggunakan metode ion exchange. Hasil analisa menunjukkan morfologi dari silika murni adalah amorf. Pada dasarnya silika memiliki bentuk yang sangat luas, diantaranya *silicon dioxide* yang berstruktur Kristal seperti *quartz*, *crystalite*, *tridymite*, *coesite* atau *amorf* seperti *opal* dalam bentuk larutan atau bentuk gabungan senyawa kimia dimana atom silicon dikelilingi oleh empat atau enam atom oksigen. Struktur silika *amorf* berbeda dengan silika Kristal, silika *amorf* memiliki bentuk yang tidak beraturan sehingga menghasilkan struktur nonperiodik. Perbedaan struktur antara silika *amorf* dan silika Kristal menyebabkan keduanya memiliki berat jenis yang berbeda.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Bentuk partikel yang dihasilkan dari pembuatan sol silika yaitu berbentuk batang.
2. Diameter partikel sol silika terkecil pada jenis pengaduk radial diperoleh pada kecepatan 200 rpm, sedangkan pada pengadukan aksial diperoleh pada kecepatan 500 rpm.
3. Kecepatan pengadukan pada pembuatan sol silika berpengaruh pada bentuk dan ukuran partikel.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan sol silika dari sodium silikat didapatkan hasil yang kurang optimal. Untuk menguranginya maka disarankan penelitian selanjutnya:

1. Melakukan percobaan dengan suhu yang lebih tinggi
2. Melakukan percobaan dengan menggunakan impeller jenis lain
3. Dalam menghentikan reaksi supaya tidak terjadi aglomerasi bisa digunakan metode sonikasi

DAFTAR PUSTAKA

Balkis, Ratna dan Setyawan, H., “Sintesa Silika Berpori dengan Metode Dual Templatng dan Waterglass”, Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi, Edisi Khusus 2009, 13-18

Branda. F., Silvestri B., Luciani G., Constantini A., Tescione F., (2011): *Synthesis structure and stability of amino functionalized PEGylated silica nanoparticles*, *Colloids and Surfaces*, University Campus Step Ri, Croatia

Dong Z, Wang J, Wei J, Shen J, Zhou B, Chen L (2000) Physical Properties of Silica

Aerogels Prepared with Polyethoxydisiloxane. *J Sol Gel Sci Technol* 19:677–680

Ernawati, L. dan Faridah, L., “Preparasi Film ZnO-Silika Nanokomposit Dengan

Metode So-gel”, Skripsi 2010, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

Greenwood, Norman N.; Earnshaw, Alan (1997). *Chemistry of the Elements* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

Hodgson, M. *Ceramics Material*. School of Engineering University of Auckland.

[http://www.google.com/Amorphous structure.htm](http://www.google.com/Amorphous%20structure.htm). (15 juli 2014)

Iler. R.K, *The Chemistry Of Silica*. New York :Wiley-Interscience Publication, 1979.

Lagaly. G., (1978): *Crystalline Silicic Acids and Their Interface Reactions*. Universitat Kiel, Germany.

Liu, C.H., Wang, X.J., Mao, Y. and Chen, S.R., “The Preparation and Growth of Colloidal

Particles of Concentrated Silica Sols”, *Colloids and Surface A: Physicochemical*

and Engineering Aspects 1991, 74, I-13

Lujan, M. *Cristaline Silica Primer Staff, Branch of Industrial Mineral*.

http://www.library of congress publication data.org. (15 juli 2014)

Ming-Shyong Tsai.” The study of formation colloidal silica via sodium silicate”, *Materials Science and Engineering B106* (2004) 52–55

Van Clank, L.H. *Element of Materials Science & Engineering*. Sixth edition. Addison Wesley Publishing Company.1989.

Waddel, W. Evans, H.& Larry, R. *Silica(Amorphous)*. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, vol 21, pp 1005-1032. New York: Wiley-Interscience Publication.1997.

Wells A.F. (1984): *Structural Inorganic Chemistry 5th edition Oxford Science Publications*, Oxford University, Oxford.

Winardi, S.,Widiyastuti, Kusdianto, Setiawan , A., Maula, I., Ruliawati, P., Nurtono, T.

& Madhania, S., “The Effects of Precursor Concentration to ZnO-Silica Nanocomposite Formation Using Sol-gel Method”, Bali International Seminar on Science and Technology 2011.

[http:// www. serc.carleton.edu](http://www.serc.carleton.edu) . X-Ray Diffraction. Diakses 22 Januari 2014

LAMPIRAN

1. Membuat Larutan *waterglass* 2.21 M

Bahan yang digunakan:

- *Waterglass* Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany
NaO 8 %, SiO₂ 27 %
- Aquadest

Menentukan massa *waterglass* 2.21 M yang dibutuhkan dalam 200 ml aquadest

$$\begin{aligned} gr &= \frac{M \times Mr \times ml}{1000} \\ &= \frac{2.21 \times 122.06 \times 200}{1000} \\ &= 53.95 \text{ gr} \\ &= 57.2 \text{ ml} \end{aligned}$$

2. Membuat larutan KOH 1 M

Bahan yang digunakan:

- KOH Merck KGaA Darmstadt Germany 98%
- Aquadest

Menentukan massa KOH 1M yang dibutuhkan dalam 200 ml aquadest

$$\begin{aligned} M &= \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{mL} \\ 1 \text{ M} &= \frac{gr}{56.1} \times \frac{1000}{200 \text{ ml}} \\ \text{massa KOH} &= 16 \text{ gram} \end{aligned}$$

3. Membuat larutan HCl 2N

Bahan yang digunakan

- HCl p.a
1 liter = 1.19 kg
Kandungan 37-38% diambil 37%
- Aquadest

Menentukan volume HCl 2N yang dibutuhkan dalam 100 ml aquadest:

$$M = \frac{10 \times 0.37 \times 1.19}{36} = 12.23 \text{ M}$$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 12.23 = 100 \times 2$$

$$V_1 = \frac{100 \times 2}{12.23}$$

$$V_1 = 16.35 \text{ ml}$$



Yayang Ade Suprana lahir di kota Serang 30 Agustus 1991. Penulis mulai menempuh pendidikan formal di SDN 05 Pagi Petukangan Utara. Kemudian melanjutkan di SMPN Plus 177 Jakarta dan SMAN 90 Jakarta sampai lulus pada tahun 2009. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan di D3 Teknik Kimia Universitas Diponegoro dan lulus tahun 2012 melanjutkan studi

jenjang S1 di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Pada akhir studinya, untuk pengerjaan tugas akhir dipilih Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran dan dibawah bimbingan Prof.Dr.Ir.Sugeng Winardi,M.Eng. beserta Dr. Tantular nurtono,ST.M.Eng., Penulis berhasil menyelesaikan Pra Desain Pabrik Crude Palm Oil (CPO) dan Palm Kernel Oil (PKO) dari Kelapa Sawit dan penulisan buku skripsi ini.

DATA PRIBADI PENULIS

Nama	:Yayang Ade Suprana
Motto	: Lebih Cepat Lebih Baik
Tempat, tanggal lahir	:Serang, 30 Agustus 1991
Alamat	: Jl. Kh. Muh Saleh Rt 003/ Rw 002 no.1a Larangan Tangerang Banten
Mobile Phone	: 083831494771
Email	: yayangadesuprana@gmail.com



Abdul Latif lahir di Kudus, 10 Agustus 1991. Penulis menempuh pendidikan formal di MI Muhammadiyah 1 Kudus tahun 1997-2003 , melanjutkan di MTs N 1 Kudus tahun 2003-2006, dan SMA 1 Kudus tahun 2006-2009. Penulis menempuh kuliah di Universitas Diponegoro pada Program Studi Diploma Tiga Teknik Kimia 2009-2012. Kemudian melanjutkan pendidikan Program Lintas Jalur S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Jurusan Teknik Kimia tahun 2013-2015. Penulis pernah menempuh kerja praktek di PT. Petrokimia Gresik. Di akhir masa studi penulis memilih Laboratorium Mekanika Fluida dan Pencampuran untuk pengerjaan tugas akhir. Kami di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Sugeng Winardi, M.Eng dan Dr. Tantular Nurtono, ST., M.Eng. Penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir Pra Desain Pabrik Crude Palm Oil (CPO) dan Palm Kernel Oil (PKO) dari Kelapa Sawit dan penulisan buku skripsi ini.

Data Pribadi

Nama : Abdul Latif

Alamat : Desa Janggalan RT 01 RW 01 Kecamatan Kota, Kabupaten Kudus

Telepon : 085640038937

Email : abdul.latif9110.com