

**PENGARUH JUMLAH BOLA DAN LAMA WAKTU PENGGILINGAN
BALL MILL TERHADAP KEHALUSAN DAN MIKROSTRUKTUR
PASIR SILIKA**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Mesin
Universitas Islam Riau*



Oleh :

BAHARUDDIN EFENDI SIREGAR

14.331.0467

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

2020

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Baharuddin Efendi Siregar

NPM : 143310467

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Pengaruh Jumlah Bola Dan Lama Waktu Penggilingan *Ball Mill* Terhadap Kehalusan Dan Mikrostruktur Pasir Silika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa penulisan skripsi ini adalah hasil peneitian, pemikiran dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri, baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya tulis milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa ada paksaan dari siapapun.

Pekanbaru, April 2020

Yang Membuat Pernyataan,

Baharuddin Efendi Siregar

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA PERSONAL

Nama Lengkap : Baharuddin Efendi Siregar
Npm : 143310467
Tempat/Tanggal Lahir : DELI MAKMUR, 05 Maret 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : JL. Dahlia Viii No 5 Desa Deli Makmur Rt/Rw 012/006 Kec. Kampar Timur Kab. Kampar
Agama : ISLAM
Kebangsaan/Suku : Indonesia/Batak
Telp/Hp : 081277990970
Email : baharuddin.efendi96@gmail.com
Nama Orang Tua
1. Ayah : Basron Siregar
2. Ibu : Tialam Sitorus

PENDIDIKAN

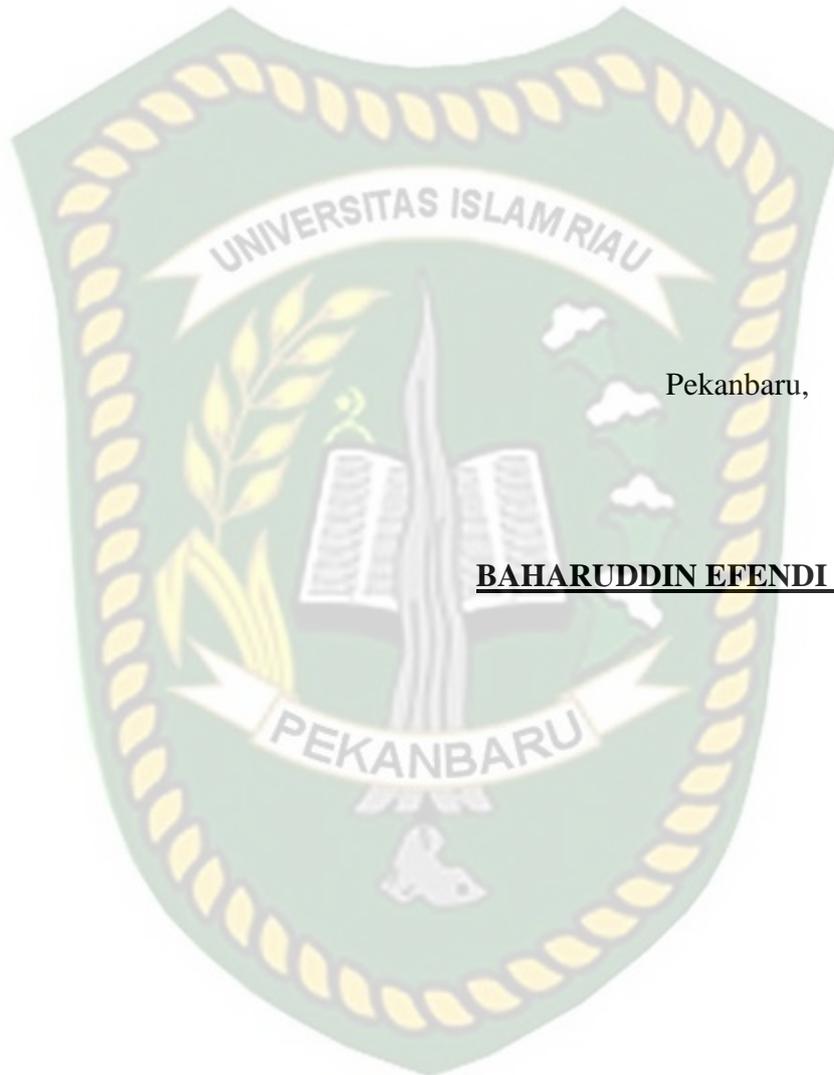
Sekolah Dasar : SDN 006 Delimakmur
Sekolah Menengah Pertama : MTs PPICA Kampar
Sekolah Menengah Atas : SMK Dwi Sejahtera
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Riau

TUGAS AKHIR

Judul : Pengaruh Jumlah Bola Dan Lama Waktu Penggilingan *Ball Mill* Terhadap Kehalusan Dan Mikrostruktur Pasir Silika

Tempat Penelitian : Laboratorium Teknik Mesin
Universitas Islam Riau

Tanggal Sidang : 29 April 2020



Pekanbaru, April 2020

BAHARUDDIN EFENDI SIREGAR

Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas sarjana ini.

Pada proposal tugas sarjana ini penulis mengambil judul yakni

**“PENGARUH JUMLAH BOLA DAN LAMA WAKTU PENGILINGAN
BALL MILL TERHADAP KEHALUSAN DAN MIKROSTRUKTUR PASIR
SILIKA”**

Dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan waktunya dalam bimbingan untuk menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir ini yakni :

1. Bapak **Prof. Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL.** Sebagai Rektor Universitas Islam Riau Periode 2020-2024.
2. Bapak **Dr. Eng. Muslim, ST., MT.** Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Bapak **Dody Yulianto, ST, MT.** Selaku ketua Program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak **Dr. Dedikarni, ST, M.Sc.** Selaku dosen pembimbing 1 atas segala bimbingan, kesabaran, serta arahan yang diberikan kepada penulis selama penyusunan proposal tugas akhir ini.

5. Bapak **Dr. Dedikarni, ST, M.Sc.** Selaku sekretaris Program studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau .
6. Bapak dan ibu dosen tenaga pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Kedua orang tua yang tiada henti-hentinya selalu memberikan Doa dan dukungan yang telah menghantarkan penulis sampai seperti saat ini.
8. Teman terdekat saya Astra Wijaya (Kreak), Andi Anjaswara (Contong), Arif Dedi Kurniawan, Herdiansyah Putra (Yayan), Eko Vanbudi, SH (Muller), Fajar Ramadhani (Nco), Pandu Pratama, Prima Ardianto, ST (Kibul), Riki Andriansia (Temon), Teguh Nuryadin (Ondeng), Samuel Alfon Riau Sata Tarigan (Muel), Satria yudha manggala (Bocex).
9. Kepada teman-teman seperjuangan Angkatan 14 yang telah banyak memberikan cerita dan pengalaman dalam kehidupan penulis selama masa studi (salam solidarity forever).
10. Keluarga dan saudara yang selalu memberikan dorongan dan semangat yang berulang-ulang selama penyusunan tugas akhir penulis.
11. Kepada semua pihak yang tidak sempat penulis tuliskan satu persatu dan telah memberikan kontribusi secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian studi, penulis mengucapkan banyak terimakasih atas bantuannya.

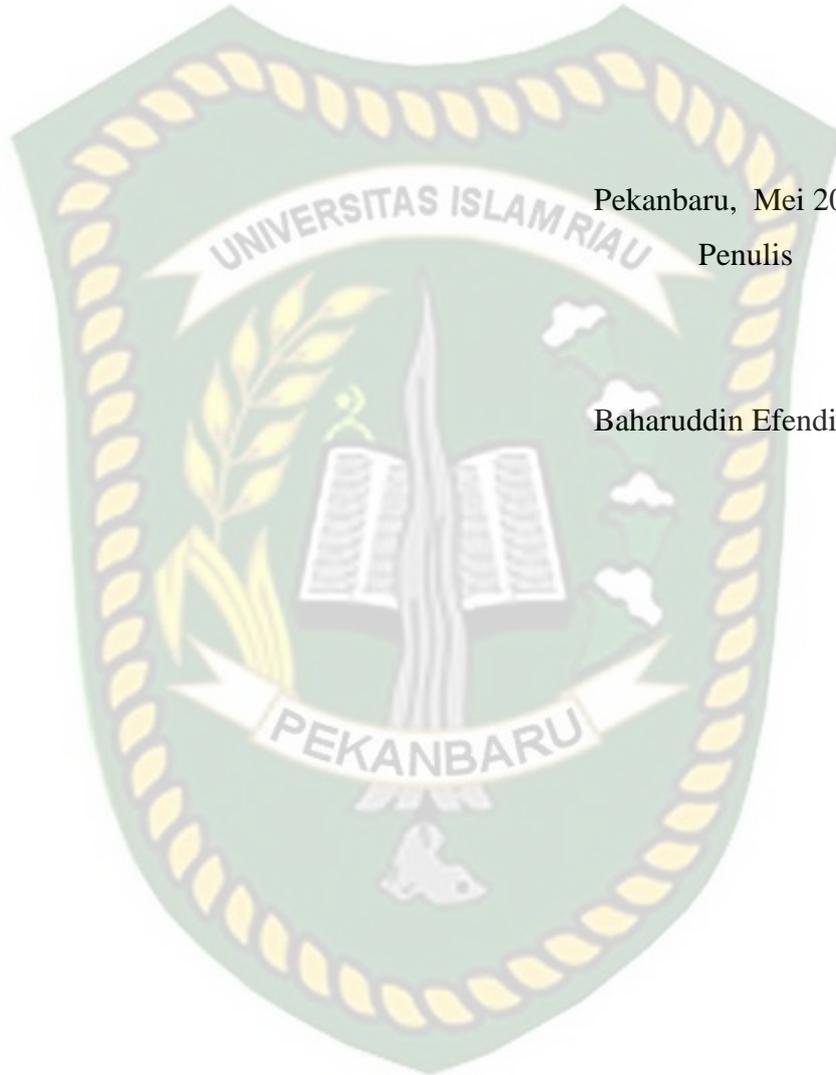
Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan ataupun masih jauh dari kesempurnaan serta

kelemahan-kelemahan yang lain oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca sehingga pada penulisan atau proposal yang akan datang akan lebih baik dari proposal ini.

Pekanbaru, Mei 2020

Penulis

Baharuddin Efendi Siregar



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 . Latar Belakang	1
1.2 . Rumusan Masalah	3
1.3 . Tujuan Penelitian	3
1.4 . Batasan Masalah	3
1.5 . Manfaat Penelitian.....	4
1.6 . Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 . Pendahuluan	6
2.2 . Pasir Silika	7
2.3 . Pembuatan Serbuk	10
2.4 . Pembuatan serbuk silika.....	12
2.5 . <i>planetary ball mill</i>	15

2.6 . Mangkok (<i>bowl</i>)	17
2.6.1. Jenis-jenis Mangkok(<i>bowl</i>)	18
2.7 . Bola-bola Penumbuk (<i>ball</i>)	20
2.7.1. Jenis-jenis Bola Penumbuk	20
2.8 . Bentuk Dan Tekstur Butiran Serbuk	23
2.9 . Distribusi ukursn partikel	25
2.9.1. <i>Grizzly Screen</i>	25
2.9.2. <i>Vibrating Screen</i>	26
2.9.3. <i>Oscillating Screen</i>	26
2.9.4. <i>Hand operated sieve shaker</i>	27
2.9.5. <i>Shifting Screen</i>	27
2.9.6. <i>Revolving Screen</i>	28
2.10 . Alat untuk mengkararakteristik pasir silika	29
2.10.1. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	29
2.10.2. X-Ray Difrraction (XRD)	31
2.10.3. <i>Particle Size Analysis (PSA)</i>	33
2.10.3.1.Prinsip Kerja <i>Particle Size Analysis (PSA)</i>	34
2.10.4. <i>Microscope Binokuler Foraminifera</i>	35
2.10.4.1. Prinsip Kerja <i>Microscope Binokuler</i>	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 . Diagram Alir Penelitian	38
3.2 . Langkah-langkah Penelitian	39
3.3 . Waktu dan Tempat	42

3.4 . Alat dan Bahan	44
3.4.1. Alat	44
3.4.2. Bahan	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1. Proses penggilingan.....	53
4.2. Proses pembuatan pellet silika	57
4.3. Perlakuan panas	58
4.4. Uji mikrostruktur	59
4.5. Partikel size	62
4.6. Uji kandungan unsur pasir silika dan pellet silika.....	74
BAB V PENUTUP	82
5.1. Kesimpulan.....	82
5.2. Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pasir Silika	8
2.2. Pasir kuarsa (a) dan pasir kuarsa terlapis mangan oksida (b)	8
2.3. Kenaikan suhu pada temperatur kalsinasi 800°C	12
2.4. Pola – pola difraksi sinar – x (radiasi Cu – K α) daro pasir laut awal	14
2.5. Wujud fisik keramik komposit SiO ₂ setelah sinter pada temperatur 1200 °C selama 1 sampai 4 jam	14
2.6. Pola – pola difraksi sinar – x (radiasi Cu – K α) keramik komposit SiO ₂ dengan penambahan B ₂ O ₃ tersinter 1200 °C	14
2.7. <i>Planetary ball mill</i>	16
2.8. Proses mekanik <i>ball mill</i>	17
2.9. Mangkok (<i>bowl mill</i>)	18
2.10. Mangkok alumina	18
2.11. Mangkok <i>stainless steel</i>	19
2.12. Mangkok Zirconia	20
2.13. bola – bola penumbuk (<i>ball mill</i>)	20
2.14. <i>Ball alumina</i>	21
2.15. <i>Ball Stainless Steel</i>	22
2.16. <i>Ball Zirkonia</i>	23
2.17. Bentuk partikel serbuk	24
2.18. <i>Grizzly Screen</i>	25

2.19. <i>Vibrating Screen</i>	26
2.20. <i>Oscillating Screen</i>	26
2.21. <i>Hand Operated shaker</i>	27
2.22. <i>Shifting Screen</i>	27
2.23. <i>Revolving Screen</i>	28
2.24. Skema blok diagram SEM	31
2.25. Difraksi sinar-x pada bidang atom	32
2.26. Persentase hasil <i>particle size analysis</i> dari berbagai ukuran partikel	34
2.27. Prinsip Kerja <i>Particle Size Analysis</i> (PSA)	35
2.28. <i>Microscope Binokuler</i>	35
2.29. Prinsip Kerja <i>Microscope binokuler</i>	36
3.1. Pasir Silika	40
3.2. Mangkok Sampel	40
3.3. Ayakan	41
3.4. Pellet silika setelah di <i>mold press</i>	41
3.5. <i>Planetary Ball Mill</i> Jenis vertikal	45
3.6. <i>Pressure gauge</i>	46
3.7. Jangka Sorong	47
3.8. Ayakan	47
3.9. Timbangan Digital	48
3.10. Gelas Ukur	48
3.11. Timer	49
3.12. <i>Furnance muffle</i>	49

3.13. Alat uji SEM – EDX	50
3.14. Uji partikel analyer PSA	51
3.15. Material Pasir silika	51
3.16. Cairan PEG	52
4.1. Perlakuan panas dengan temperatur 1200° C selama 4 jam	58
4.2. Struktur mikro sampel sebelum di <i>milling</i>	60
4.3. Struktur mikro sampel sesudah di <i>milling</i>	61
4.4. Struktur mikro sampel pellet silika pemanasan 1200° C dengan putaran 300 rpm	61
4.5. Partikel size silika sebelum di <i>milling</i>	63
4.6. Partikel size serbuk silika setelah <i>milling</i> pada putaran 300 rpm dengan waktu 4 jam	64
4.7. partikel size pellet silika setelah sintering selama 4 jam	66
4.8. Partikel size sebelum di <i>milling</i> menggunakan PSA	69
4.9. Partikel size ssudah di <i>milling</i> menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20 buah	70
4.10. Partikel size ssudah di <i>milling</i> menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 25 buah	71
4.11. Partikel size ssudah di <i>milling</i> menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 30 buah	73
4.12. Hasil mapping pasir silika sebelum di <i>milling</i>	79
4.13. Hasil mapping pasir silika sesudah di <i>milling</i>	80

4.14. Hasil mapping pellet silika pemanasan 1200°C setelah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah 81



DAFTAR TABEL

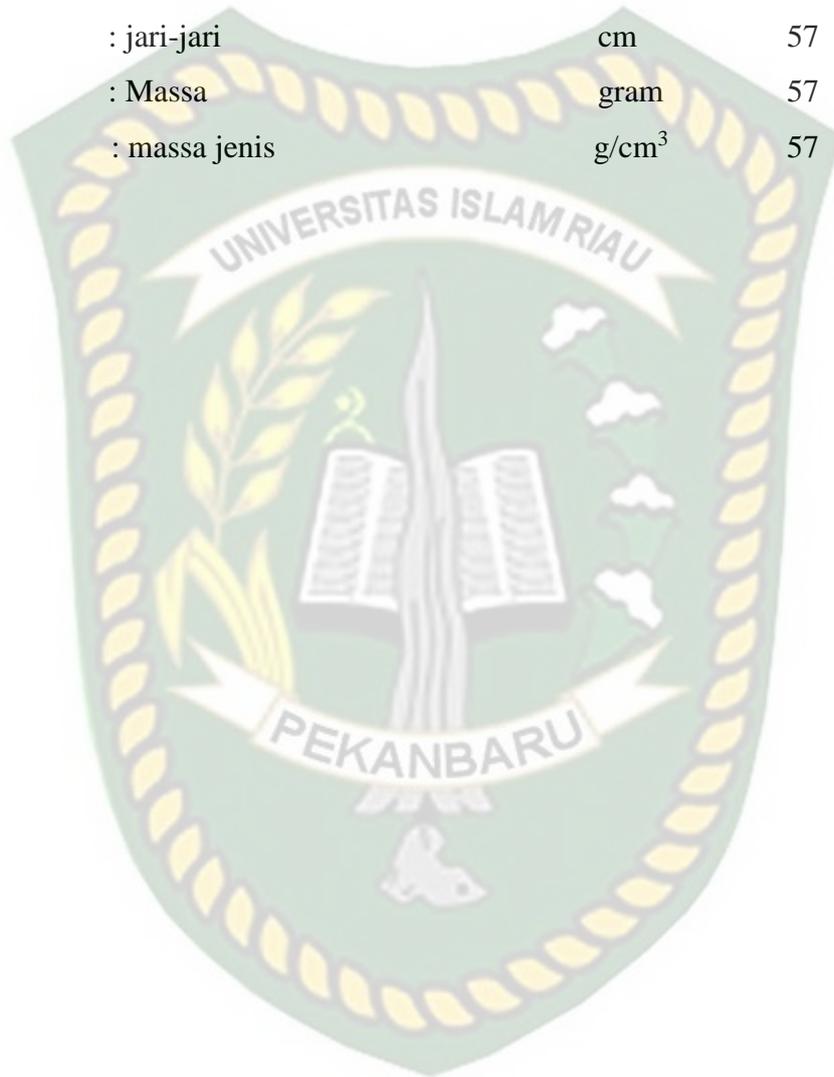
Tabel	Halaman
2.1. Data hasil perhitungan regangan kisi, ukuran kristalit (nm) dan indeks kristalinitas terhadap durasi milling	8
2.2. Karakteristik Silika Amorf	10
2.3. Standart ukuran serbuk	29
3.1. Hasil serbuk pasir silica terhadap jumlah bola <i>milling</i>	42
4.1. Hasil serbuk pasir kuarsa (silika) terhadap jumlah bola pada mesin <i>ball mill</i>	54
4.2. Persentase hasil pengolahan pasir kuarsa (silika) menggunakan mesin <i>ball mill</i>	55
4.3. hasil uji <i>sieve analysis</i> untuk desain gradasi material pasir silika	55
4.4. Kandungan unsur sampel sebelum di <i>milling</i>	75
4.5. Kandungan unsur sampel setelah di <i>milling</i>	75
4.6. Kandungan unsur sampel pellet silika setelah di <i>milling</i> pada putaran 300 <i>rpm</i> dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah	77

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 gabungan pasir kuarsa (silika) setelah di <i>miling</i>	54
Grafik 4.2 presentase hasil <i>milling</i>	56
Grafik 4.3 perlakuan panas pada temperatur 1200° C.....	59
Grafik 4.4 ukuran partikel sebelum di <i>milling</i>	63
Grafik 4.5 partikel size serbuk silika setelah di <i>milling</i> pada putaran 300 rpm dengan waktu 4 jam	65
Grafik 4.6 partikel size serbuk sebelum di <i>milling</i> dan sesudah di <i>milling</i>	66
Grafik 4.7 partikel size pellet silika setelah di sintering selama waktu 4 jam .	67
Grafik 4.8 ukuran partikel size pellet silika setelah di sintering dengan temperatur 1200°C	68
Grafik 4.9 partikel size sebelum di <i>milling</i> menggunakan PSA	69
Grafik 4.10 partikel size sesudah di <i>milling</i> menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20 buah	71
Grafik 4.11 partikel size sesudah di <i>milling</i> menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 25 buah	72
Grafik 4.12 partikel size sesudah di <i>milling</i> menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 30 buah	74
Grafik 4.13 gabungan unsur silika sebelum di <i>milling</i> dan setelah di <i>milling</i> .	76
Grafik 4.14 kandungan unsur pellet silika setelah di <i>milling</i> pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, 30 buah	78

DAFTAR NOTASI

<u>Symbol</u>	<u>Uraian symbol</u>	<u>Satuan</u>	<u>Halaman</u>
V	: Volume	cm ³	57
r	: jari-jari	cm	57
m	: Massa	gram	57
ρ	: massa jenis	g/cm ³	57



**PENGARUH JUMLAH BOLA DAN LAMA WAKTU PENGGILINGAN
BALL MILL TERHADAP KEHALUSAN DAN MIKROSTRUKTUR PASIR
SILIKA**

Baharuddin Efendi Siregar, Dedikarni

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

Jl. Kaharudin Nasution KM 11 No. 133 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email : Baharuddin.efendi96@gmail.com

ABSTRAK

Pasir silika merupakan salah satu material yang melimpah di Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dari pengaruh jumlah bola ball mill dan lama waktu penghalusan pasir silika. Untuk mendapatkan kehalusan yang sesuai, pasir silika diproses menggunakan mesin penggiling yaitu planetary ball – mill. Analisa penelitian ini meliputi variasi bola penggiling yaitu 20, 25, dan 30 butir dengan waktu milling 2, 4, dan 8 jam. Hasil dari penggilingan pasir silika kemudian di ayak dengan menggunakan sieve pada mesh 200 dengan lubang ayakan 75 μm persenan lolos 30,4% pada bola 25 butir. Kemudian ukuran partikel size silika diuji untuk dilihat mikrostruktur, distribusi ukuran dan unsur menggunakan uji PSA, dan uji SEM – EDX. Setelah dilakukan pengujian bola paling optimum dalam pengujian ini yaitu pada bola 25 dengan ukuran diameter partikel size sebesar 190 nm – 290 nm dengan undersize 80% dan frekuensi 15% pada tahap uji PSA. Setelah itu dilakukan perlakuan panas sintering temperatur 1200° C dengan holding time 4 jam. Hasil sintering pasir silika dengan campuran PEG pada tahap awal sebelum disintering berwarna coklat kehitaman kemudian setelah sintering berubah menjadi merah jambu pucat dengan ukuran partikel berubah menjadi 245 nm – 312 nm, unsur logam dan non logam yang terkandung pada pasir silika yaitu carbon (C) 6,81%, oksigen (O) 47,39%, silikon (Si) 44,79%, Alumunium (Al) 0,67%, kalsium (Ca) 0,35%

Kata kunci: Planetary ball mill, pasir silika, uji SEM – EDX, uji PSA

THE EFFECT OF BALL AND LONG TIME OF BALL MILL MILLING TOWARDS SMOOTH AND MICROSTRUCTURE OF SILICA SANDS

Baharuddin Efendi Siregar, Dedikarni

*Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Riau Islamic
University*

Jl. Kaharudin Nasution KM 11 No. 133 *Stopping* Marpoyan, Pekanbaru

Email: Baharuddin.efendi96@gmail.com

ABSTRACT

Silica sand is one of the abundant materials in Indonesia, this study aims to obtain the results of the influence of the number of ball mill balls and the length of time of silica sand refinement. To obtain the appropriate fineness, silica sand is processed using a grinding machine, namely planetary ball - mill. The analysis of this study included variations of the grinding ball, namely 20, 25, and 30 items with a milling time of 2, 4, and 8 hours. The results of silica sand milling are then sieved using sieve on mesh 200 with a 75 μm sieve hole with 30.4% percentage passing on 25-ball sphere. Then the particle size of the silica size is tested for microstructure, size and element distribution using the PSA test, and SEM-EDX test. After testing the most optimum ball in this test that is on ball 25 with a particle size of 190 nm - 290 nm with an undersize of 80% and a frequency of 15% at the PSA test stage. After that the heat sintering temperature of 1200°C is carried out with a holding time of 4 hours. The results of silica sand sintering with a mixture of PEG in the initial stages before disintering blackish brown then after sintering turns pale pink with particle size changed to 245 nm - 312 nm, the metal and non-metallic elements contained in silica sand are carbon (C) 6,81%, oxygen (O) 47.39%, silicon (Si) 44.79%, Aluminum (Al) 0.67%, calcium (Ca) 0.35%

Keywords: Planetary ball mill, silica sand, SEM-EDX test, PSA test

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pemanfaatan energi terbarukan menggantikan energi fosil menjadi perhatian penting seluruh dunia. Peran energi terbarukan harus dapat mereduksi energi fosil di masa yang akan datang (Arief Muliawan, 2017). Salah satu energi terbarukan yang memiliki potensi untuk dapat menggantikan energi fosil adalah energi surya yang sumber energinya memanfaatkan radiasi matahari. Energi radiasi matahari ini dapat diubah menjadi arus listrik dengan menggunakan panel surya yang bahan bakunya terbuat dari bahan semikonduktor (Halme, 2002). Bahan semikonduktor yang banyak digunakan dan mudah diperoleh saat ini ialah silikon. Namun silikon sangat jarang ditemukan dalam bentuk bebasnya, silikon dapat dijumpai dalam bentuk senyawa silika (SiO_2), sehingga untuk menghasilkan silikon yang murni, maka diperlukan kemurnian silika yang tinggi pula. Silika yang dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan panel surya harus mempunyai kemurnian sebesar 99,99% (Arief Muliawan, 2017).

Pasir silika dapat disintesis atau dimurnikan dalam larutan HCl apabila ukuran partikel pasir kuarsa berukuran lebih kecil (Pramudono et al., 2008). Alat yang digunakan untuk mereduksi ukuran partikel silika menjadi serbuk ialah alat *ball milling*. Alat ini dapat mereduksi ukuran partikel dengan menggunakan bola-bola zirkonia yang berputar pada suatu wadah untuk memberikan beban dinamis agar menjadi serbuk yang lebih halus (mikro – nano) (Xiao et al., 2007).

Ketersediaan sumber alam berupa pasir silika dapat diolah lebih lanjut sebagai nanomaterial dengan karakteristik yang khas. Nanomaterial ini dapat dibuat dalam ukuran nano (<100 nm) melalui *ball milling* (Arief Muliawan, 2014).

Metode *ball mill* ini berprinsip pada penghancuran bahan menggunakan sejumlah bola penumbuk dalam sebuah tabung vertikal yang berputar sehingga bola-bola akan terangkat pada sisi tabung kemudian jatuh ke bahan yang ditumbuk dan menyebabkan fragmentasi pada stuktur bahan menjadi ukuran yang sangat halus (Widjanarko, dkk 2014). Pasir silika diproses dengan *planetary ball mill* terlebih dahulu untuk mendapatkan serbuk silika halus sebagaimana telah dilaporkan oleh (Aristia, 2013).

Parameter lama penggilingan dan jumlah bola merupakan faktor penting yang berpengaruh dalam penghalusan pasir silika. Parameter ini sangat erat kaitannya dengan efisiensi proses dan menentukan ukuran pasir silika yang dihasilkan. Hal ini akan berdampak pada sifat fisik hasil penggilingan, termasuk jumlah pasir silika yang dihasilkan, maka dari latar belakang didapat permasalahan sehingga perlu dilakukan penelitian pengaruh lama penggilingan dan jumlah bola menggunakan ball mill terhadap kualitas pasir silika yang dihasilkan (Widjanarko, dkk 2014).

Berdasarkan latar belakang di atas penulis mengambil judul “Pengaruh jumlah bola dan lama waktu penggilingan *ball mill* terhadap kehalusan dan mikrostruktur pasir silika”

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang, maka permasalahan yang di angkat dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa jumlah bola *ball mill* yang optimum untuk menghaluskan pasir silika ?
2. Berapa lama proses penghalusan pasir silika ?

1.3 Tujuan penelitian

Maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan pengaruh variasi jumlah bola *ball mill* dan waktu 4 jam terhadap penghalusan pasir silika
2. Untuk mendapatkan waktu yang optimum penghalusan pada pasir silika

1.4 Batasan masalah

Dalam penelitian ini penulis perlu membuat batasan – batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu. Adapun masalah – masalah yang akan dibahas meliputi :

1. Mesin yang digunakan *ball mill* sumbu vertikal dengan kapasitas daya 1 hp
2. Kapasitas mangkok 300 mg
3. Bola *ball mill* yang digunakan pada saat penggilingan menggunakan bahan zirkonia
4. Waktu yang ditentukan 2, 4, dan 8 jam dengan variasi bola 20, 25, dan 30 butir

5. Material yang digunakan pasir silika
6. Uji Particle size analysis (PSA)

1.5 Manfaat penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa manfaat yaitu sebagai berikut :

1. Pengembangan akademis

Riset dan pengembangan dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari dapat memberi pengetahuan hasil penelitian kepada penulis dan pembaca sebagai referensi pengembangan penelitian selanjutnya sehingga bermanfaat sebagai ilmu pengetahuan dan teknologi.

2. Pengembangan industri

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi serta kemajuan industri gelas kaca, semen, keramik, panel surya dan industri lainnya yang menggunakan pasir silika sebagai bahan bakunya.

1.6 Sistematika penulisan

Dalam sistematika penulisan Tugas Akhir terdapat penjelasan bab-bab yang akan di bahas, antara lain :

BAB I

Pendahuluan. Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, Sistematika Penulisan.

BAB II

Tinjauan Pustaka, pendahuluan, pasir silica, pembuatan serbuk, *ball mill*, mangkok (*bowl*), bola – bola penumbuk (*ball*), bentuk dan tekstur butiran serbuk, metode menentukan ukuran partikel serbuk, perhitungan volume mold *Scanning Electrone Microscopy* (SEM), perhitungan volume mold *Partikel Size Analysis* (PSA)

BAB III

Diagram Alir, berisikan langkah – langkah penelitian, waktu dan tempat, kemudian alat dan bahan

BAB IV

Hasil dan Pembahasan, berisikan tentang parameter dan pengujian sebagai hasil yang telah di uji dan diteliti

BAB V

Penutup, berisikan kesimpulan dan saran dari hasil pengujian yang diambil dari judul peneliti pengaruh jumlah bola dan lama waktu penggilingan *ball mill* terhadap kehalusan dan mikrostruktur pasir silica

DAFTAR PUSTAKA

Berisi sumber yang digunakan sebagai referensi dalam perancangan ini baik dalam bentuk buku, jurnal, dan paper.

LAMPIRAN

Data-data dalam bentuk gambar dan grafik sebagai pendukung dan tambahan informasi dalam perancangan ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Indonesia memiliki potensial sumber daya alam bahan baku pembuatan silika murni yaitu pasir kuarsa yang melimpah dan tersebar di Indonesia. Pasir kuarsa yang ada di Indonesia tersebar merata dengan kualitas dan ciri khas yang berbeda tergantung kondisi daerah tersebut. Salah satu jenis pasir kuarsa yang mengandung yaitu pasir silika dengan kadar SiO_2 diatas 97% dengan pengotor alumina dan besi yang rendah. Pasir kuarsa jenis ini sangat cocok untuk dikembangkan sebagai bahan baku gelas, presipitat dan pembuatan silicon (*solar cell*) (Sulistiyono, 2004).

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. 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 (Fairus et al, 2009).

2.2 Pasir silika

Pasir silika adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir silika juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti silika dan feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut (Fauzi rahman, 2006).



Gambar 2.1 Pasir Silika
(Sumber : Fauzi rahman, 2006)

Berikut ini merupakan gambar 2.2 pasir kuarsa (a) dan pasir kuarsa terlapis mangan oksida (b) yang telah berhasil dibuat:



(a)

(b)

Gambar 2.2 Pasir kuarsa (a) dan pasir kuarsa terlapis mangan oksida (b)

(Sumber : Susi Lindasari dkk, 2017)

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Etty Marti Wigayati (2015), yaitu pembuatan senyawa Lithium bis Oksalat Borat (LiBOB) dari bahan baku LiOH, asam oksalat dan asam borat dengan metode reaksi padat. Serbuk yang dihasilkan dilanjutkan penghalusan menggunakan planetary *ball milling* dengan waktu milling dibuat bervariasi (3jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 10 jam dan 13 jam), kemudian didapatkan hasil pengujian waktu milling pada tabel 2.1. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengoptimasikan dengan menggunakan metode purifikasi (*leaching*) dengan variasi waktu *milling* dan mengetahui struktur kristal dari setiap pasir silika yang telah di *milling*. Dilihat dari tabel penelitian sebelumnya yaitu variasi waktu yang telah dilakukan pengujian, maka peneliti disini mengambil ketetapan waktu milling 4 jam.

Tabel 2.1. Data hasil perhitungan regangan kisi, ukuran kristalit (nm) dan indeks kristalinitas terhadap durasi milling

Durasi milling (jam)	Rgangan kisi	Ukuran kristalit (nm)	Indeks kristalit (%)
0	0,00007	81,10526316	97,55 %
3	0,00010	81,10526316	97,22 %
4	0,00004	77,05000000	97,56 %
5	0,00010	140,0909091	98,58 %
6	0,00005	81,10526316	98,14 %
10	0,00009	96,31250000	97,01 %
13	0,00008	90,64705882	96,69 %

(Sumber : Etty, 2015)

Dari Tabel 2.1, terlihat bahwa perlakuan variasi durasi milling tidak memberikan pengaruh yang linier terhadap regangan kisi. Bila kita buat garis *trendline* yaitu garis lurus yang menghubungkan titik-titik lembah yang naik secara berurutan pada keadaan *uptrend* atau titik-titik puncak yang turun secara berurutan pada keadaan *downtrend*, maka dapat dibuat pendekatan kurva yang berbentuk

polinomial dengan titik puncak tidak tentu. Namun, tidak ada pula trend konstan meningkat atau menurun seiring dengan perubahan waktu penggilingannya. yang dapat kita gunakan dari kurva pengaruh waktu penggilingan terhadap regangan kisi adalah hanya sebatas mana regangan kisi yang terbesar dan mana regangan kisi yang terkecil. Regangan kisi terjadi akibat adanya deformasi mikroskopik pada bahan akibat tumbukan oleh bola-bola milling didalam *bowl* (mangkok).

Silika adalah senyawa kimia dengan rumus molekul SiO_2 (*silicon dioxida*) yang dapat diperoleh dari silika mineral, nabati dan sintesis kristal. Silika mineral adalah senyawa yang banyak ditemui dalam bahan tambang/galian yang berupa mineral seperti pasir silika, granit, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2) (Bragmann dkk, 2006; Della dkk, 2002). Selain terbentuk secara alami, silika dengan struktur kristal tridimit dapat diperoleh dengan cara memanaskan pasir silika pada suhu $870^{\circ}C$ dan bila pemanasan dilakukan pada suhu $1470^{\circ}C$ dapat diperoleh silika dengan struktur kristobalit (Cotton dkk, 1989). Silika juga dapat dibentuk dengan mereaksikan silikon dengan oksigen atau udara pada suhu tinggi (Iler, 1979). Karakteristik silika amorf diperlihatkan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2. Karakteristik Silika Amorf (Surdia dkk, 2000).

Nama lain	Silikon Dioksida
Rumus Moleku	SiO ₂
Berat Jenis (g/cm ³)	2,6
Bentuk	Padat
Daya larut dalam air	Tidak larut
Titik cair (°C)	1610
Titik didih (°C)	2230
Kekerasan (Kg/mm ²)	650
Kekuatan tekuk (Mpa)	70
Kekuatan tarik (Mpa)	110
Modulus elastisitas (Gpa)	73 – 75
Resistivitas (m)	>10 ¹⁴
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur Kristal	Kristobalit, Tridimit, Silika

(Sumber : Surdia dkk, 2000).

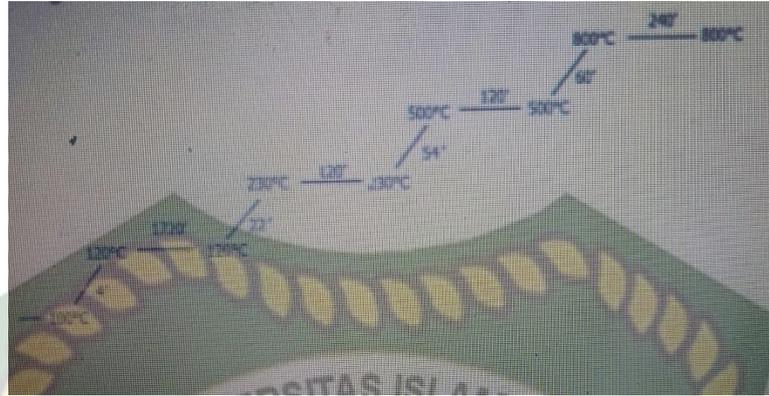
2.3 Pembuatan serbuk

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Christine Elishian (2017), yaitu pembuatan material serbuk nano silika sebagai material dasar serbuk pengidentifikasi sidikjari. Proses pembuatan serbuk dibagi menjadi beberapa metode

1. TEOS (tetraethoxysilane)
2. HCL (sebagai larutan pemurnia serbuk), DII

Maka didapat dari penelitian sebelumnya dengan metode TEOS. Nanosilika inilah yang nantinya akan diberi pewarna hitam sehingga material yang

terbentuk mampu memberikan visualisasi sidik jari yang berada pada permukaan yang terang. Silika dipilih sebagai komponen material serbuk pengidentifikasi sidik jari karena silika merupakan salah satu polimer resin yang mempunyai kemampuan untuk melekat pada deposit lemak yang merupakan komponen utama sidik jari. Nanosilika yang dibuat pada percobaan ini menggunakan tetraethoxysilane (TEOS) sebagai prekursor yang direaksikan dengan etanol dan ammonia. TEOS merupakan prekursor alkoksida dalam pembuatan nanosilika, aquades berfungsi sebagai penghidrolisis, ammonia berperan sebagai katalis basa, sedangkan etanol merupakan pelarut dalam reaksi pembentukan nanosilika. Kunci keberhasilan proses ini adalah pematangan yang dilakukan dengan proses pengadukan, di mana proses pengadukan seluruh campuran dilakukan selama satu malam agar proses pertumbuhan partikel berlangsung optimal dan hasil yang terbentuk sempurna. Proses nanosilika diakhiri dengan proses kalsinasi pada suhu tinggi sehingga terbentuk silika nanopartikel. Pada penelitian ini proses kalsinasi telah dilakukan pada beberapa temperatur kalsinasi yaitu 500°C, 600°C, 700°C, 800°C, dan 900°C. dan diperoleh temperatur optimum kalsinasi nanosilika yaitu pada 800°C, dengan kenaikan suhu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Kenaikan suhu pada temperatur kalsinasi 800°C

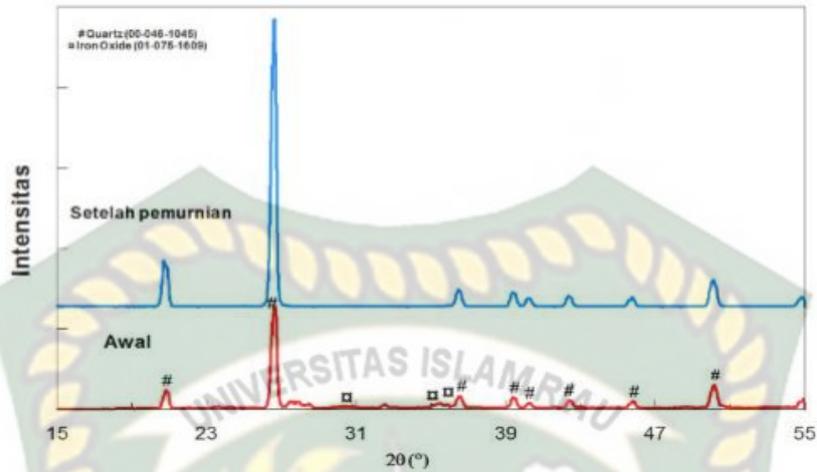
(Sumber : Christine dkk, 2011)

Proses yang peneliti gunakan disini adalah *Black fingerprint powder*. Hal ini mengikuti proses pembuatan serbuk yaitu pengolahan secara mekanisme untuk bahan padat, material dihancurkan menjadi serbuk dengan menggunakan mesin *ball mill*.

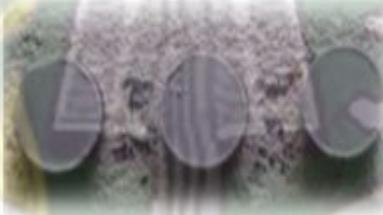
2.4 Pembuatan serbuk silika

Pasir silika dari Tanah Laut, dicuci dengan aquades agar pengotor yang melekat dapat dihilangkan, kemudian disaring dan dikeringkan dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 1 hari. Setelah kadar air hilang, dilakukan proses penggilingan. Proses penggilingan basah pasir alam dilakukan dengan tujuan untuk memperkecil ukuran partikel pasir tersebut sehingga lebih mudah ditekan dan dicetak. Proses penggilingan dilakukan dengan alat Fritsch Planetary Ball Mill, kecepatan 150 hingga 300 putaran per menit selama 2 sampai 8 jam menggunakan bola zirconia dengan *ball mill* melalui media alkohol. Disini penguji mengambil putaran 300 dikarenakan pada pengujian sebelumnya dengan kecepatan tinggi poros patah dan mangkok terlempar, maka ditetapkan pada putaran 300 rpm agar poros tidak patah

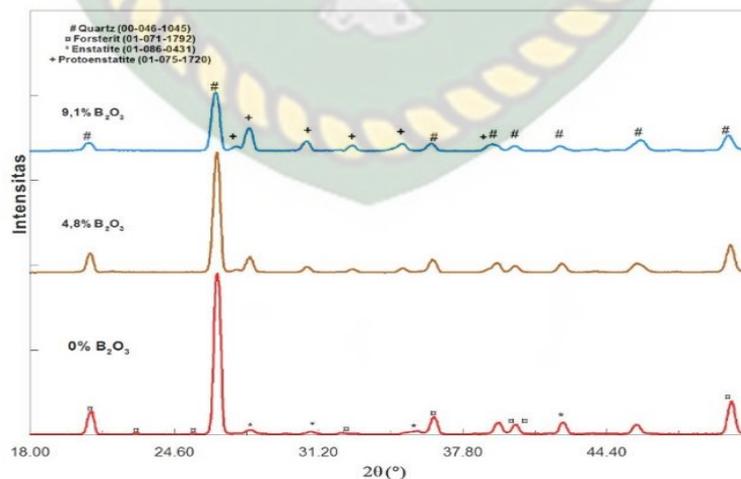
dan mangkok tidak terlempar akibat putaran yang terlalu kencang. Kemudian, pasir dikeringkan dengan temperatur 80°C sampai kering, Setelah itu pasir diayak dengan menggunakan ayakan 80,100, dan 200 mesh untuk menghomogenkan ukuran partikelnya yang kemudian dipisahkan kembali kadar pengotor yang terdapat dalam pasir silika dengan menggunakan magnet permanen ataupun larutan HCl, lalu di uji EDX untuk membandingkan perbedaan hasilnya. Hasil pengujian ini menjadi dasar untuk analisis komposisi fasa. Pembuatan komposit dilakukan dengan mencampurkan serbuk dengan cairan PEG pasir silika agar terjadi ikatan setelah proses kompaksi. Proses pencampuran dilakukan dengan mengaduk sampel dengan mortar selama 30 menit agar distribusi campuran merata. Selanjutnya serbuk yang telah tercampur dibentuk menjadi pelet dengan diameter 1,33 mm. Serbuk dikompaksi dengan beban 5 TON selama 1 menit. Selanjutnya pelet disinter menggunakan furnace Carbolite RHF 1400 pada temperatur 1200°C agar terbentuk sampel pelet yang padat. Kemudian dilakukan karakterisasi dengan menggunakan XRD, dan pengukuran dimensi sampel (Fahad dkk, 2014). Pola – pola difraksi sinar x dari pasir tanah laut dan wujud fisik keramik komposit SiO₂ setelah sinter pada temperatur 1200° dapat dilihat pada gambar 2.4, 2.5, dan 2.6 dibawah ini :



Gambar 2.4 pola – pola difraksi sinar – x (radiasi Cu – $K\alpha$) dari pasir tanah laut
(Sumber : Fahad dkk, 2014)



Gambar 2.5 wujud fisik keramik komposit SiO_2 setelah sinter pada temperatur 1200 °C selama 1 sampai 4 jam
(Sumber : Fahad dkk, 2014)



Gambar 2.6 pola – pola difraksi sinar – x (radiasi Cu – $K\alpha$) keramik komposit SiO_2 dengan penambahan B_2O_3 tersinter 1200 °C
(Sumber : Fahad dkk, 2014)

2.5 Planetary ball mill

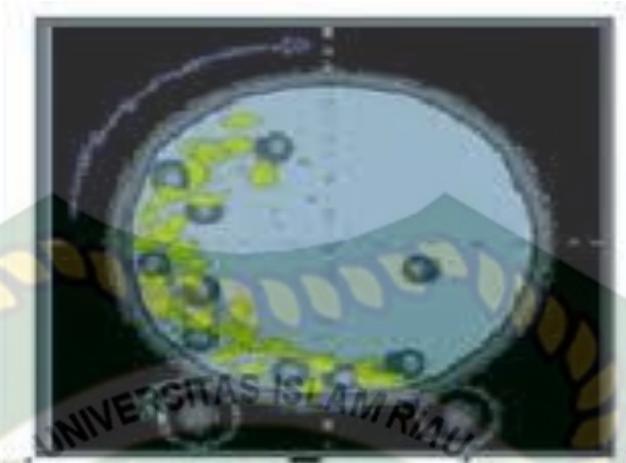
Pada perindustrian, terkadang dibutuhkan alat yang mampu mengkonversikan ukuran dari skala besar menjadi suatu skala yang lebih kecil. Ada berbagai cara untuk membantu kerja manusia dalam melumatkan sesuatu bahan yang keras, salah satunya menggunakan sistem kerja mesin bola – bola penggiling (*ball mill*). *Ball mill* merupakan mesin yang digunakan untuk menggiling suatu material dengan mengubah struktur bentuk objek yang besar menjadi sebuah objek yang lebih kecil. Mesin *ball mill* ini dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *ball mill* sumbu vertikal dan *ball mill* sumbu horizontal. Jenis ini dibedakan dari bentuk mesin tersebut dan cara mengelolah bahannya. Bentuk umum *ball mill* vertikal adalah berbentuk tabung yang berdiri vertikal dengan sistem pengolahan dilakukan menggunakan bola – bola pengaduk untuk menggiling objek. Sedangkan untuk *ball mill* horizontal berbentuk tabung horizontal dengan cara kerjanya yaitu memutar tabung agar dapat menggerakkan bola – bola penggiling dan objek tersebut. Pada analisa kali ini penulis akan berfokus kepada mesin *ball mill* sumbu vertikal. Umumnya, *ball mill* berbentuk tabung vertikal dengan poros yang berada di kedua sisi yang bersebrangan dengan berisikan bola – bola didalamnya. Media penggilingnya berupa bola – bola yang dapat terbuat dari besi, zirconia, baja, stainless steel, keramik, atau karet. Permukaan pada bagian dalam tabung biasanya dilapisi oleh bahan yang tahan akan benturan seperti besi, keramik, atau baja. Alat ini mampu bekerja dengan poros yang dapat berputar pada sumbunya sehingga mampu menghancurkan material didalamnya menggunakan tumbukan pada bola –

bola penggiling(wahyu dkk, 2019). *Planetary ball mill* dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini :



Gambar 2.7 *planetary ball mill*
(sumber : Dokumen pribadi, 2019)

Metode *ball mill* ini berprinsip pada penghancuran bahan menggunakan sejumlah bola penumbuk dalam sebuah tabung horizontal maupun vertikal yang berputar sehingga bola –bola akan terangkat pada sisi tabung kemudian jatuh ke bahan yang ditumbuk dan menyebabkan fragmentasi pada struktur bahan menjadi ukuran yang sangat halus. Keunggulan metode *ball mill* adalah waktu penggilingan lebih cepat dan serbuk yang dihasilkan relatif lebih halus sehingga mampu meningkatkan hidrasi serbuk terhadap air. Dengan menggunakan *ball mill* , dari penggilingan awal 1.5 jam ukuran serbuk berubah dari 657.3 μm setelah penggilingan mencapai waktu 4 jam menggunakan *ball mill* tipe sumbu vertikal maupun horizontal(Widjanarko, dkk 2014). Proses mekanisme teknik *ball mill* dapat dilihat pada gambar 2.8 dibawah ini :



Gambar 2.8 proses mekanik *ball mill*
(Sumber : Sugeng dkk, 2018)

2.6 Mangkok(*bowl*)

Mangkok (*bowl*) berfungsi sebagai wadah penghancur atau penghalusan butiran material pasir silika. Mangkok (*bowl*) berbahan dasar keramik, kapasitas penghancuran atau penghalusan tergantung besarnya volume mangkok semakin besar volume mangkok bowl mill semakin besarkapasitas yang dapat dihaluskan. Mangkok (*bowl mill*) berbentuk tabung maka dari itu rumus volume mangkok (*bowl mill*) adalah :

$$V = \pi r^2 t \dots\dots\dots \text{pers.}(2.1)$$

Dimana :

$$\pi = 3,14$$

r = jari – jari dalam bowl mill

t = tinggi bagian dalam bowl mill



Gambar 2.9 Mangkok (*bowl mill*)
(Sumber : Yungfeng, 2013)

2.6.1 Jenis – jenis mangkok (*bowl*)

1. Alumina

Mangkok penggiling alumina adalah mangkok penggiling yang digunakan untuk jumlah sampel yang sedikit biasanya digunakan untuk keperluan laboratorium. Secara luas mangkok alumina digunakan pada bidang metalurgi, geologi, teknik kimia elektronik, dan kedokteran. Bahan utama dari mangkok alumina adalah aluminium oxide Al_2O_3 dengan volume mangkok 50ml hingga 5000ml . Bentuk alumina dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10 Mangkok alumina
(Sumber : Yungfeng, 2013)

2. *Stainless stell*

Mangkok penggilingan *stainless stell* adalah mangkok penggiling yang paling banyak digunakan untuk menggiling logam dan bahan non-logam. Biasanya jenis mangkok digunakan tergantung penggunaannya sesuai dengan bahan yang dihaluskan. Persyaratan, bahan yang digunakan dalam pembuatan mangkok *stainless steel* adalah bahan *stainless stell* 304. Bentuk *stainless steel* dapat dilihat pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Mangkok *stainless steel*
(Sumber : Yungfeng, 2013)

3. *Zirconia*

Mangkok penggiling zirkonia adalah mangkok penggiling serbuk yang digunakan untuk menghaluskan material dalam kondisi basah maupun kering. Secara garis besar mangkok zirkonia diterapkan pada bahan magnetik, keramik dielektrik, obat-obatan, dan industri kosmetik. Bahan utama dari mangkok zirkonia adalah zirkonium oksida ZrO_2 dengan volume mangkok 500ml. Bentuk mangkok zirkonia dapat dilihat pada gambar 2.12



Gambar 2.12 Mangkok Zirconia
(Sumber : Yungfeng, 2013)

2.7 Bola – bola penumbuk (*ball*)

Ball atau bola - bola penumbuk berfungsi sebagai alat penghancur pasir dengan cara menumbukan *ball* (bola – bola penumbuk) didalam mangkok. bola – bola penumbuk (*ball*) berbahan dasar keramik. Dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 bola – bola penumbuk (*ball mill*)
(Sumber : Chusnul Azhari dkk, 2017)

2.7.1 Jenis – jenis bola penumbuk (*ball*)

1. *Ball* alumina

Bola penumbuk alumina adalah bola yang digunakan untuk menghilangkan sebagian besar kontaminasi selama proses penggilingan. Bola alumina yang digunakan sebagai media

penumbuk Bahan utama dari mangkok alumina adalah aluminium oxide Al_2O_3 . Bentuk *ball* alumina dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14 *Ball* alumina
(Sumber : Chusnul Azhari dkk, 2017)

2. *Ball stainless stell*

Bola penumbuk *stainless stell* adalah bola penghalus yang paling banyak digunakan untuk menumbuk logam dan bahan non-logam. Biasanya jenis bola digunakan tergantung penggunaannya sesuai dengan bahan yang dihaluskan. Persyaratan, bahan yang digunakan dalam pembuatan mangkok *stainless stell* adalah bahan stainless stell 304 dan AISI 440c. Bentuk *ball Stainless steel* dapat dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.15 *Ball Stainless Steel*
(Sumber : Chusnul Azhari dkk, 2017)

3. *Ball zirconia*

Bola penumbuk zirkonia adalah bola yang memiliki kelebihan kekerasan tinggi, ketangguhan tinggi, tahan panas dan tahan korosi kekerasan dan kekuatannya hampir tidak dapat diubah bahkan dalam kondisi 600 °C. Efisiensi penghalusnya tinggi bola ini tidak mudah pecah dan retak karena rasio abrasinya hanya setengah dari manik-manik zirkonium silikat. Bahan utama dari mangkok zirkonia adalah zirkonium oksida ZrO_2 . Bentuk *ball* zirkonia dapat dilihat pada gambar 2.16



Gambar 2.16 *Ball* zirkonia
(Sumber : Yungfeng, 2013)

2.8 Bentuk dan tekstur butiran serbuk

Bentuk butiran dan tekstur permukaan mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk serbuk tersebut, adapun partikel agregat dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk sebagai berikut:

1. Bulat (*rounded*)

Partikel serbuk berbentuk bulat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan *interlocking* yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.

2. Lonjong (*elongated*)

Partikel dengan ukuran lebih besar dari >1.8 kali diameter rata-rata dikatan jenis partikel lonjong. Lonjong artinya perbandingan dalam persen % dari serbuk lonjong terhadap berat total serbuk.

3. Kubus (*cubic*)

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk serbuk hasil dari mesin pemecah (*crusher*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas. Bentuk

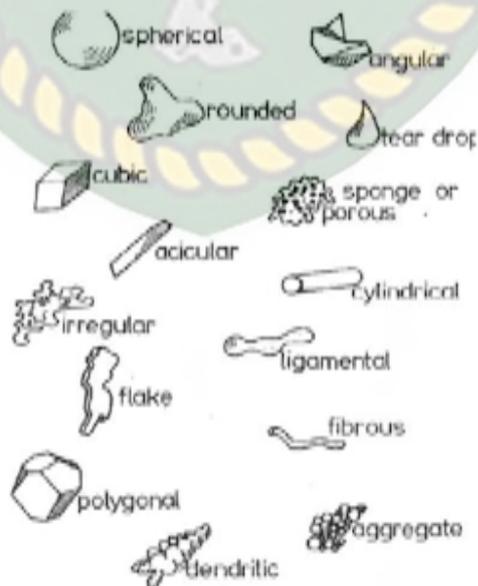
bidang rata sehingga memberikan *interlocking* terikat lebih besar. Dengan demikian kesetabilan terhadap efek deformasi, diperoleh lebih besar.

4. Pipih (*flake*)

Partikel berbentuk pipih dapat merupakan hasil dari mesin pemecah ataupun memang sifat dari material tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Partikel pipih yaitu partikel yang lebih tipis dari 0.6 kali diameter rata-rata, indeks kepipihan adalah berat total partikel yang lolos slot dibagi dengan berat total partikel yang tertahan pada ukuran serbuk tertent, partikel berbentuk pipih mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan, ataupun akibat beban, oleh karna itu banyaknya partikel pipih ini dibatasi dengan menggunakan nilai indeks kepipihan yang disyaratkan.

5. Tidak beraturan (*irregular*)

Partikel serbuk tidak beraturan adalah partikel serbuk yang tidak tidak mengikuti salah satu yang disebutkan diatas (Silvia, 2003).



Gambar 2.17 Bentuk partikel serbuk
(Sumber : German, 1984)

2.9 Distribusi ukuran partikel

Banyak metode yang di gunakan untuk menentukan ukuran partikel baik secara umum maupun secara khusus dimana ukuran partikel merupakan salah satu karakteristik penting material serbuk. Metode umum digunakan untuk menentukan ukuran partikel secara kolektif adalah dengan menggunakan metode ayakan (sieve), Berikut beberapa cara menentukan ukuran partikel, yaitu :

1. *Grizzly screen*
2. *Vibrating screen*
3. *Oscillating screen*
4. *Hand operated sieve shaker*
5. *Shifting screen*
6. *Revolving screen*

2.9.1 *Grizzly Screen*

Grizzly Screen merupakan jenis ayakan statis, dimana material yang akan diayak mengikuti aliran pada posisi kemiringan tertentu. Bentuk *Grizzly screen* dapat dilihat pada gambar 2.18



Gambar 2.18 *Grizzly Screen*
(Sumber : Ramdhan, 2014)

2.9.2 *Vibrating screen*

Ayakan dinamis dengan permukaan horizontal dan miring digerakkan pada frekuensi 1000 sampai 7000 Hz. Ayakan jenis ini mempunyai kapasitas tinggi, dengan efisiensi pemisahan yang baik, yang digunakan untuk range yang luas dari ukuran partikel. Bentuk *vibrating screen* dapat dilihat pada gambar 2.19



Gambar 2.19 *Vibrating Screen*
(Sumber : Ramdhan, 2014)

2.9.3 *Oscillating screen*

Ayakan dinamis pada frekuensi yang lebih rendah dari vibrating screen (100-400 Hz) dengan waktu yang lebih lama. Bentuk *oscillating screen* dapat dilihat pada gambar 2.20



Gambar 2.20 *Oscillating Sscreen*
(Sumber : Ramdhan, 2014)

2.9.4 *Hand operated sieve shaker*

Ayakan dinamis dengan gerakan menggoyang dengan manual. Digunakan untuk pemindahan dengan pemisahan ukuran. Bentuk *hand operated sieve shaker* dapat dilihat pada gambar 2.21



Gambar 2.21 *Hand operated sieve shaker*
(Sumber : R. Laboratorium Fak. Teknik Sipil Universitas Islam Riau)

2.9.5 *Shifting screen*

Ayakan dinamis dioperasikan dengan gerakan memutar dalam bidang permukaan ayakan. Gerakan actual dapat berupa putaran, atau getaran memutar. Digunakan untuk pengayakan material basah atau kering. Bentuk *shifting screen* dapat dilihat pada gambar 2.22



Gambar 2.22 *Shifting Screen*
(Sumber : Ramdhan, 2014)

2.9.6 *Revolving screen*

Ayakan dinamis dengan posisi miring, berotasi pada kecepatan rendah (10-20 rpm). Digunakan untuk pengayakan basah dari material-material yang relatif kasar, tetapi memiliki pemindahan yang besar dengan vibrating screen. Bentuk *revolving screen* dapat dilihat pada gambar 2.23



Gambar 2.23 *Revolving Screen*
(Sumber : Ramdhan, 2014)

Ukuran ayakan (*mesh size*) ditentukan oleh jumlah kawat dalam satu satuan panjang. Sebagai contoh, ayakan mempunyai ukuran 200, maka dalam satu inchi terdapat 200 kawat, sehingga jarak antar diameter kawat sebesar 127 μm . Jika setiap kawat mempunyai diameter 52 μm , maka ukuran lubang (*opening*) pada ayakan tersebut mempunyai ukuran 75 μm . Semakin tinggi mesh size maka semakin kecil lubang-lubang dalam ayakan tersebut, artinya semakin halus partikel yang dihasilkan ayakan tersebut. Standar ukuran ayakan dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2.3 Standart ukuran serbuk

Nomor Ayakan	Lubang Ayakan
2	9,5 mm
3,5	5,6 mm
4	4,75 mm
8	2,36 mm
10	2,00 mm
20	850 μm
30	600 μm
40	425 μm
50	300 μm
60	250 μm
70	212 μm
80	180 μm
100	150 μm
120	125 μm
200	75 μm
230	63 μm
270	53 μm
325	45 μm
400	38 μm

Sumber : (U.S.,Standart, ASTM E11)

2.10. Alat Untuk Mengkarakteristik Pasir Silika

Dalam metode menentukan ukuran dan melihat karakteristik pasir silika diantaranya ada beberapa metode yaitu :

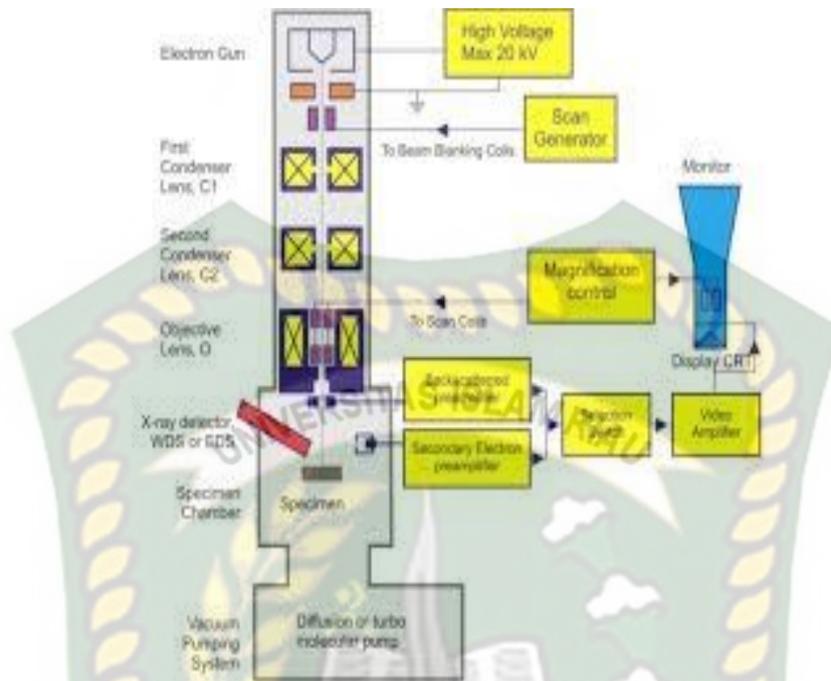
1. *Scanning Electron microscope (SEM)*
2. *X – ray Difraction (XRD)*
3. *Particle Size Analysis (PSA)*
4. *Miscroscope Binokuler Foraminifera*

2.10.1. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung.

SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, depth of field 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, depth of field yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri (Prasetyo, 2011). Anonymous (2012) menambahkan, SEM memfokuskan sinar elektron (electron beam) di permukaan obyek dan mengambil gambarnya dengan mendeteksi elektron yang muncul dari permukaan obyek

SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir scanning raster mendeflesikan berkas elektron untuk men-scan permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-scan. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dari sampel (Nuha Desi Anggraeni, 2008). Skema blok diagram SEM ditunjukkan pada gambar 2.24



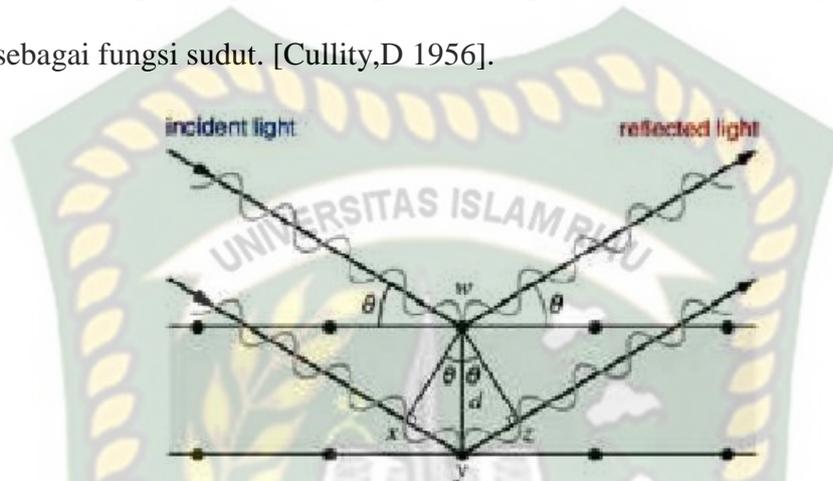
Gambar 2.24 Skema blok diagram SEM
 (Sumber : Agus Sujatno dkk, 2015)

2.10.2. X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) adalah alat untuk memastikan bahwa kedudukan bidang tertentu daripada hablur / material yang dikaji memenuhi syarat-syarat Bragg pengukuran penyinaran, salah satunya ialah metode difraksi dan metode difraktometri serbuk.

Metode difraktometri serbuk ialah untuk mencatat difraksi sampel polikristal. Pada analisis struktur material berbasis bahan alam ini, digunakan alat difraktometer, yang prinsip kerjanya seperti Gambar 2.27 Sampel serbuk dengan permukaan rata dan mempunyai ketebalan yang cukup untuk menyerap alur sinar-X yang menuju keatasnya. Puncak-puncak difraksi yang dihasilkan dengan menggunakan alat pencacah. Umumnya menggunakan

pencacah Geiger dan sintilasi. Alat monitor dapat diputar mengelilingi sampel. Alat monitor diwajibkan supaya sumbunya senantiasa melalui dan bersudut tepat dengan sumbu putaran sampel. Intensitas sinar-X yang difraksi sebagai fungsi sudut. [Cullity,D 1956].



Gambar 2.25 Difraksi sinar-x pada bidang atom
 (Sumber : Callister, 2007)

Peralatan yang digunakan adalah X-Ray Diffraction (XRD) yang mana Hasil difraksi sinar-x dicetak pada kertas dengan sumber pancaran radiasi Cu Ka dan dengan filter nikel. Data difraksi sinar-X daripada sampel kemudian dibandingkan dengan kartu JCPDS (Joint Committee Powder Diffraction Standard). Dari nilai difraksi sinar-X yang menghasilkan intensitas dan sudut difraksi, dianalisis untuk menentukan jenis struktur kristalnya dengan mencocokkan pada data ICSD (Inorganic Crystal Structure Database) untuk semua sampel yang di uji. Informasi yang dapat diperoleh dari data difraksi sinar X ini yaitu: (1) Posisi puncak difraksi memberikan gambaran tentang parameter kisi (a), jarak antar bidang (dhkl), struktur kristal dan orientasi dari sel satuan; (2) intensitas relatif puncak difraksi memberikan gambaran tentang posisi atom dalam sel satuan; (3) bentuk puncak difraksi

memberikan gambaran tentang ukuran kristalit dan ketidak sempurnaan kisi.
(Munasir, dkk 2012)

2.10.3. Particle Size Analysis (PSA)

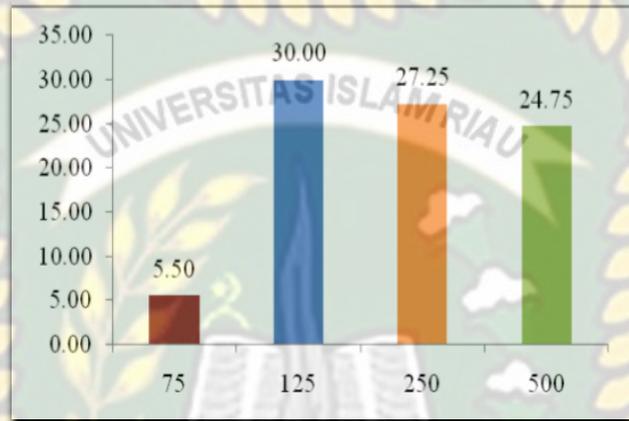
Particle Size Analysis (PSA) adalah sebuah alat yang didesain untuk mengukur partikel dengan menggunakan alat yang bernama PSA, biasanya proses pengujian alat PSA menggunakan metode basah. Metode ini dinilai lebih akurat jika dibandingkan dengan metode kering ataupun pengukuran partikel dengan metode ayakan dan analisa gambar. Terutama untuk sampel-sampel dalam orde nanometer dan submicron yang biasanya memiliki kecenderungan aglomerasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam media sehingga partikel tidak saling beraglomerasi (menggumpal). Dengan demikian ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari single particle. Selain itu hasil pengukuran dalam bentuk distribusi, sehingga hasil pengukuran dapat diasumsikan sudah menggambarkan keseluruhan kondisi sampel. (Azizi, 2012).

Beberapa analisa yang dilakukan, antara lain:

1. Menganalisa ukuran partikel.
2. Menganalisa nilai zeta potensial dari suatu larutan sample
3. Mengukur tegangan permukaan dari partikel clay bagi industri kerami dan sejenisnya. Dimana hal ini akan berpengaruh pada struktur lapisan clay. Struktur lapisan clay ini sangat berpengaruh pada metode slip casting.
4. Mengetahui zeta potensial coagulant untuk proses coagulasi partikel pengotor bagi industri WTP (Water Treatment Plant)

5. Mengetahui ukuran partikel tegangan permukaan dari densitas pada emulsi yang digunakan pada produk-produk industri beverage

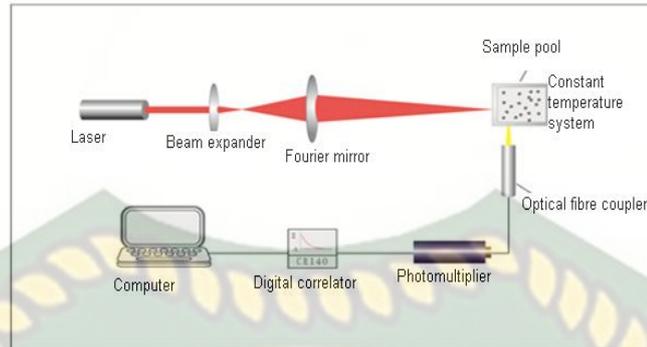
Berikut adalah Grafik Persentase hasil alat *particle size analysis* (PSA) dari berbagai ukuran partikel dapat dilihat pada gambar 2.26



Gambar 2.26 Persentase hasil alat *particle size analysis* (PSA) dari berbagai ukuran partikel
(Sumber : Azizi Dkk, 2012)

2.10.3.1. Prinsip kerja *particle size analysis* (PSA)

1. Lebih akurat Pengukuran partikel dengan menggunakan PSA lebih akurat jika dibandingkan dengan pengukuran partikel dengan alat lain seperti XRD ataupun SEM. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam media sehingga ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari single particle.
2. Hasil pengukuran dalam bentuk distribusi, sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sample.
3. Rentang pengukuran dari 0,6 nanometer hingga 7 mikrometer. (Rusli, 2011).



Gambar 2.27 Prinsip Kerja *Particle Size Analysis* (PSA)
(Sumber : Azizi Dkk, 2012)

2.10.4. *Microscope Binokuler Foraminifera*

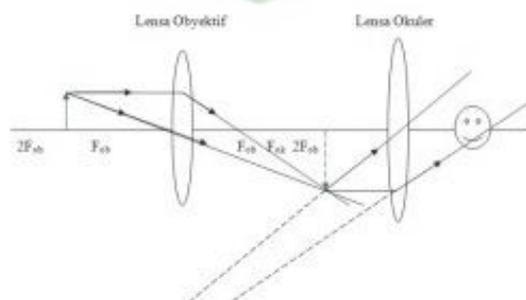
Mikro struktur adalah satu pengujian atau pengamatan untuk mengetahui fasa-fasa yang terjadi. Dengan pengujian ini dapat diketahui ukuran butiran di mana dari butiran dapat diketahui bentuk dan struktur butiran.(Agung Nugroho, 2015). Untuk melihat struktur mikro yang terjadi dilihat dengan alat Mikroskop *Binokuler* milik Lab. Geologi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Berikut adalah Mikroskop *Binokuler* dapat dilihat pada gambar 2.28



Gambar 2.28 *Microscope Binokuler Foraminifera*
(Sumber : R. Laboratorium Fak. Teknik Geologi Uversitas Islam Riau)

2.10.4.1. Prinsip kerja *Microscope Binokuler*

Mikroskop Binokuler memiliki 2 lensa yang masing – masing terdiri dari lensa okuler dan lensa objektif , sehingga pada saat digunakan untuk pengamatan kedua lensa ini di pakai oleh kedua mata yang bisa membuat efek 3 dimensi. Sumber cahaya yang digunakan pada mikroskop binokuler berasal dari cahaya lampu, tetapi kemampuan pada pembesarannya kurang optimal, misalkan pada lensa objektif hanya sekitar 1 hingga 2 kali dan untuk lensa okuler pembesarannya hanya sekitar 10 hingga 15 kali. Pada Mikroskop Binokuler ini menggunakan lensa objektif dengan ukuran yang besar dikarenakan pada bagian atasnya ada system lensa yang dibuat terpisah pada posisi parallel. Mikroskop Binokuler juga ada sebuah jalur cahaya yang terpisah pada bagian kiri dan kanannya. Untuk menghasilkan bayangan yang dapat dilihat dengan jelas, maka fokus pada lensa obyektif harus lebih pendek dibanding fokus pada lensa okuler ($F_{ob} < F_{ok}$). Prinsip kerja *Microscope* dapat dilihat pada gambar 2.29



Gambar 2.29 Prinsip Kerja *Microscope Binokuler*

(Sumber : Agung Nugroho, 2015)

Untuk dapat melihat bayangan benda, maka benda diletakkan antara Fob dan 2Fob. Sehingga bayangan yang dihasilkan berada di belakang lensa obyektif dan lebih besar dibanding dengan jarak 2Fob dengan sifat nyata dan terbalik.(Agung Nugroho, 2015).



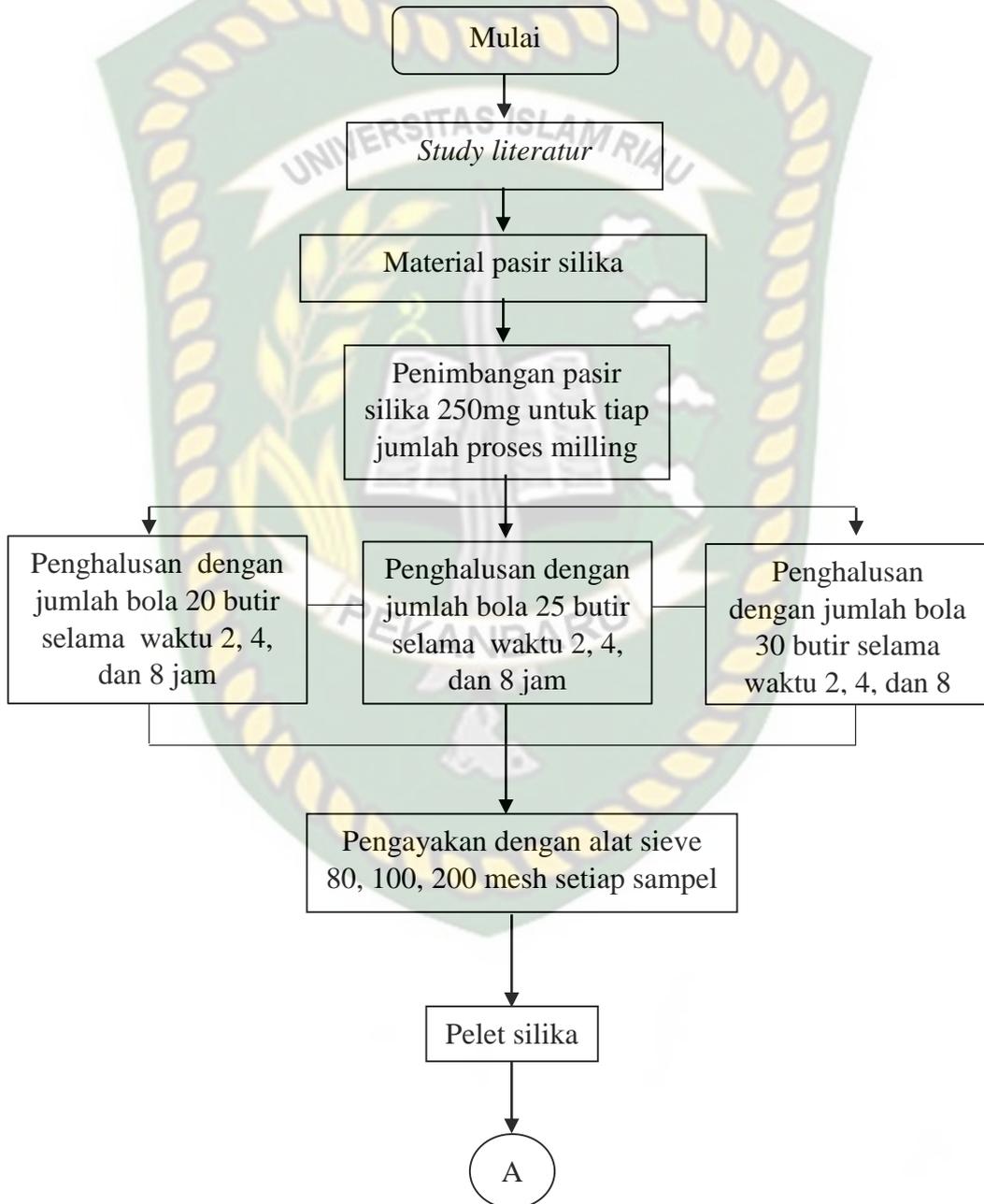
Dokumen ini adalah Arsip Miik :

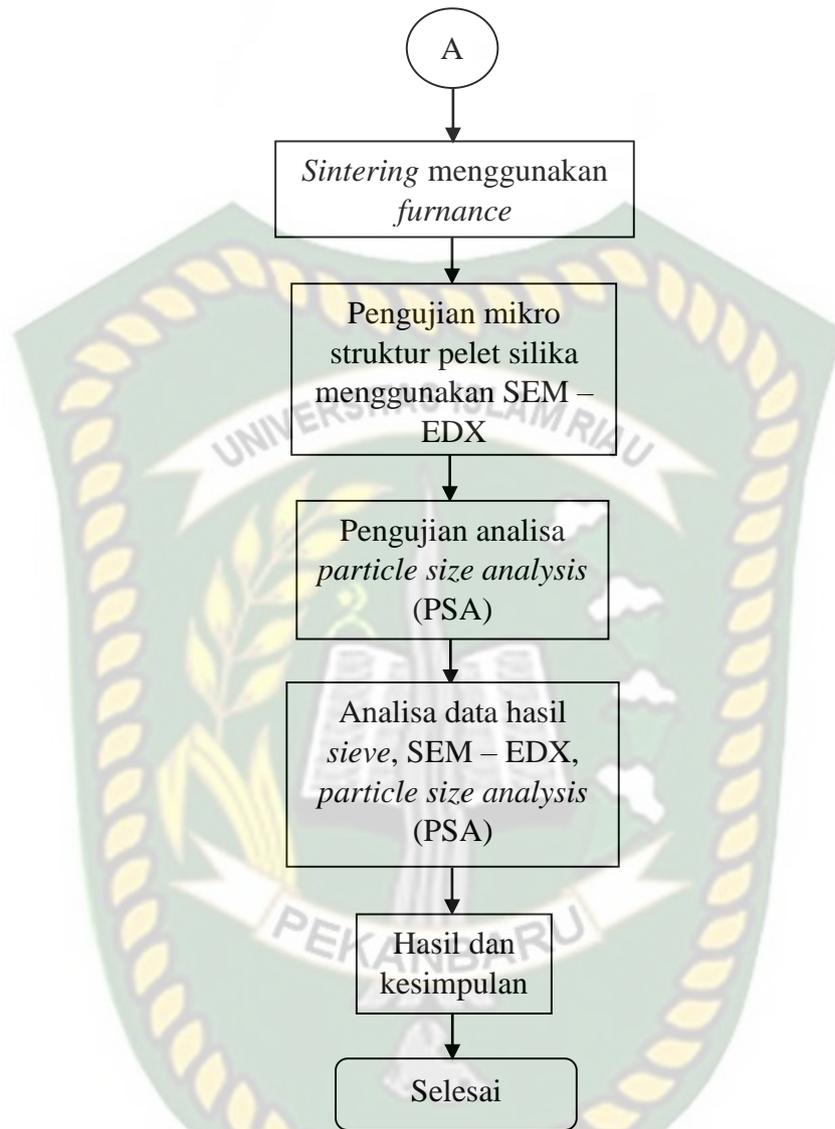
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram alir penelitian





3.2 Langkah – langkah penelitian

Sebagai persiapan data apa saja yang akan diambil pada bab IV maka penulis membuat langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Persiapkan bahan material yaitu pasir silika, dipersiapkan dalam bentuk takaran *gram* yang sebelumnya sudah di tentukan untuk proses pengujian. Seperti yang terlihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 pasir silika

2. Penelitian tahap pertama dengan putaran 300 *rpm* dilakukan dengan pengaruh jumlah bola penumbuk yaitu 20 buah bola dengan waktu 4 jam, setelah selesai tempatkan serbuk hasil *miling* kedalam plastik kecil disesuaikan dengan jumlah bola penumbuk yang telah ditentukan. Kemudian penelitian yang kedua dilakukan dengan putaran mesin 300 *rpm* dengan jumlah bola 25 buah bola dengan waktu yang sama kemudian ketiga dilakukan dengan putaran mesin 300 *rpm* dengan jumlah bola 30 buah bola dengan waktu yang sama.
3. Setelah dilakukan penggilingan selanjutnya sampel diambil dan diletakkan kedalam mangkok dengan memisahkan sampel dengan jumlah bola yang sudah ditentukan. Seperti yang terlihat pada gambar 3.3



Gambar 3.2 Mangkok sampel

4. Selanjutnya proses pengayakan dengan menggunakan alat uji ayakan (*Sieve*) dari sampel yang sudah dipindahkan ke wadah mangkok yang kemudian diayak agar dapat memisahkan serbuk yang halus dan kasar dengan jumlah bola yang sudah di tentukan. Seperti yang terlihat pada gambar 3.3



Gambar. 3.3 Ayakan

5. Pembuatan pelet silika menggunakan *mold press* seperti yang terlihat pada gambar 3.4



Gambar. 3.4 pelet silika setelah di *mold press*

6. Proses *sintering* menggunakan *furnance*
7. Pengujian mikrostruktur dan partikel size menggunakan SEM – EDX
8. Pengamatan volume dan ukuran menggunakan *particle size analysis* (PSA)

9. Analisa hasil kehalusan partikel size menggunakan SEM – EDX dan *particle size analysis* dengan variasi bola 20, 25, dan 30 buah pada putaran 300 rpm dengan waktu 2, 4, 8 jam.
10. Mengelola hasil serbuk pasir silika berdasarkan ukuran (mesh)

Tabel 3.1 hasil serbuk pasir silica terhadap jumlah bola *milling*

<i>Ball milling</i>	Mesh #80	Mesh #100	Mesh #200
20			
25			
30			

11. Pembuatan grafik hasil serbuk ayakan (*sieve*) terhadap putaran dan 3 variasi bola penggiling
12. Lakukan pembahasan setiap gambar, grafik, tabel dan hal – hal yang terjadi saat penelitian.

3.3 Waktu dan tempat

Pengujian dilaksanakan di unit laboratorium program studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau (UIR) Pekanbaru, yang beralamat di JL. Kaharuddin Nasution No 133. Diantaranya yaitu :

1. Laboratorium program studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau

- Proses *milling*

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan serbuk dari material pasir silika yang sebelumnya berukuran butiran pasir namun masih berbentuk kasar. Akan dilakukan grinding

dengan menggunakan mesin ball mill selama waktu tertentu sesuai tujuan yang sudah ditetapkan.

2. Laboratorium program studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

- Pengayakan

Pada tahap ini dilakukan proses pengayakan serbuk untuk memilah berdasarkan ukuran partikelnya (μm) untuk kemudian dilakukan pengujian serbuknya untuk melihat pengaruh putaran milling terhadap penghalusannya.

3. Laboratorium program studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau

- Proses pembuatan pelet silika

Pengujian dilakukan pada tanggal 01 November 2019, pada tahapan ini selanjutnya dilakukan pembuatan pelet silika menggunakan cetakan *mold press*.

4. Laboratorium program studi Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau

- Proses *sintering* menggunakan *furnance*

Pengujian dilakukan pada tanggal 05 November 2019, pada tahapan ini selanjutnya proses *sintering* menggunakan *furnance*.

5. Laboratorium forensik POLRI Jakarta Timur

- Pengujian mikrostruktur menggunakan SEM – EDX

Pengujian dimulai pada tanggal 10 November 2019, pada tahapan ini selanjutnya dilakukan pengujian mikrostruktur pasir silka dan pelet silika menggunakan alat SEM – EDX

untuk mengetahui ukuran partikel size, foto mikrostruktur, unsur terkandung didalam pasir berdasarkan ukuran mesh.

6. Laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta, Solo

- Pengujian *Particle Size Analysis* (PSA)

Pengujian dilakukan pada tanggal 07 November 2019, pada tahapan ini selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan alat PSA untuk melihat volume pasir berapa % untuk mendapatkan nano dan berapa % untuk terakumulasi pasir silika serbuk nano.

3.4 Alat dan bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. *Planetary ball mill*

Fungsi mesin *planetary ball mill* disini adalah sebagai alat penghancur Yang digunakan untuk penghalusan pasir silika. Berprinsip pada penghancuran bahan menggunakan sejumlah bola penumbuk dalam sebuah tabung vertikal yang berputar sehingga bola – bola akan berputar pada sisi tabung kemudian menumbuk ke bahan yang di tumbuk yang menyebabkan fragmentasi pada struktur bahan menjadi ukuran yang halus. Seperti yang terlihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 *planetary ball mill*

Spesifikasi mesin :

- Merk : *planetary ball mill*
- Daya motor : 1 hp 745 watt
- Putaran maksimal : 1440 rpm
- Kerangka : besi UNP 5

Langkah – langkah dalam proses pembuatan serbuk silika

1. Siapkan material berupa pasir silika
2. Kemudian masukkan kedalam mangkok dengan takaran 250 mg dengan bola yang dianjurkan yaitu bola 20, 25, dan 30 butir
3. Campurkan sedikit ethanol untuk memisahkan zat-zat yang tidak perlu dalam proses penggilingan
4. tutup rapat kemudian dikunci dengan pengunci agar tutup tidak terbuka

5. kemudian atur putaran 300 rpm dengan *dimmer*, fungsi dimer ialah untuk mengatur kecepatan putaran motor

2. *Pressure gauge*

Fungsi dari alat ini adalah untuk sebagai hidrolik atau penekanan dalam proses pencetakan pelet silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 *pressure gauge*

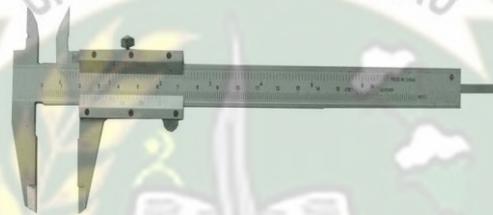
Langkah – langkah dalam proses pembuatan pellet silika

1. Setelah pasir selesai digiling dan diayak kemudian masukkan pasir ke cetakan *mold press*
2. Sebelum dicetak pasir dicampur dengan PEG untuk mengikat unsur didalam pasir agar tidak pecah waktu dicetak
3. Kemudian masuk pasir kedalam cetakan lalu di beri tekanan sebesar 5 ton

3. Jangka sorong

Jangka sorong atau biasa disebut *vernier caliper* merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur suatu benda kerja. Fungsinya yaitu untuk mengukur diameter bola *ball mill*, diameter, dan tebal pelet silika. Seperti yang terlihat pada gambar

3.7



Gambar. 3.7 Jangka Sorong

4. Ayakan (*sieve*)

Ayakan merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur suatu benda kerja.

Fungsinya yaitu sebagai alat pengukur bahan pengujian (pasir silika). Seperti yang terlihat pada gambar 3.8



Gambar. 3.8 Ayakan

5. Timbangan digital

Timbangan digital adalah timbangan yang bekerja secara elektronis dengan tenaga listrik indikator timbangan ini berupa angka digital pada layar baca. Fungsinya yaitu sebagai alat timbang otomatis pada pasir silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Timbangan Digital

6. Gelas ukur

Gelas ukur adalah peralatan laboratorium umumnya digunakan untuk mengukur volume fluida. fungsinya sebagai wadah untuk mengukur berat pasir silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.10



Gambar 3.10 Gelas Ukur

7. *Timer*

Fungsi *timer* adalah untuk mengukur waktu dari proses penggilingan dan penghalusan pada pasir silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.11



Gambar 3.11 *Timer*

8. *Furnance muffle*

Fungsi *furnance* adalah untuk memanaskan atau proses sintering pelet silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.12



Gambar 3.12 *furnance muffle*

Spesifikasi :

- Merek : thermolyne muffle furnance 1500 °C
- Ukuran produk : 1.3 liter
- Kapasitas : 0.04 cu.ft., 1.3 liter

- Kedalaman interior : 13 cm
- Dimensi interior : 13 x 10.3 x 9.8 cm
- Dimensi exterior : 33 x 23 x 36 cm
- Konsumsi daya : 1060 watt
- Suhu range : 1500 °C
- Tegangan : 240 volt

9. SEM – EDX

Alat uji mikrostruktur dan partikel size pada spesimen ini yaitu SEM – EDX . seperti yang terlihat pada gambar 3.13



Gambar 3.13 alat uji Sem – EDX

10. Particle size analysis

Alat uji yang digunakan untuk melihat jumlah volume % dan terakumulasi % untuk partikel serbuk silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.14



Gambar 3.14 uji partikel size analyzer PSA

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian ini terdiri dari :

1. Pasir silika (SiO_2)

Pasir silika disini digunakan sebagai bahan utama sebagai bahan penelitian. Seperti yang terlihat pada gambar 3.15

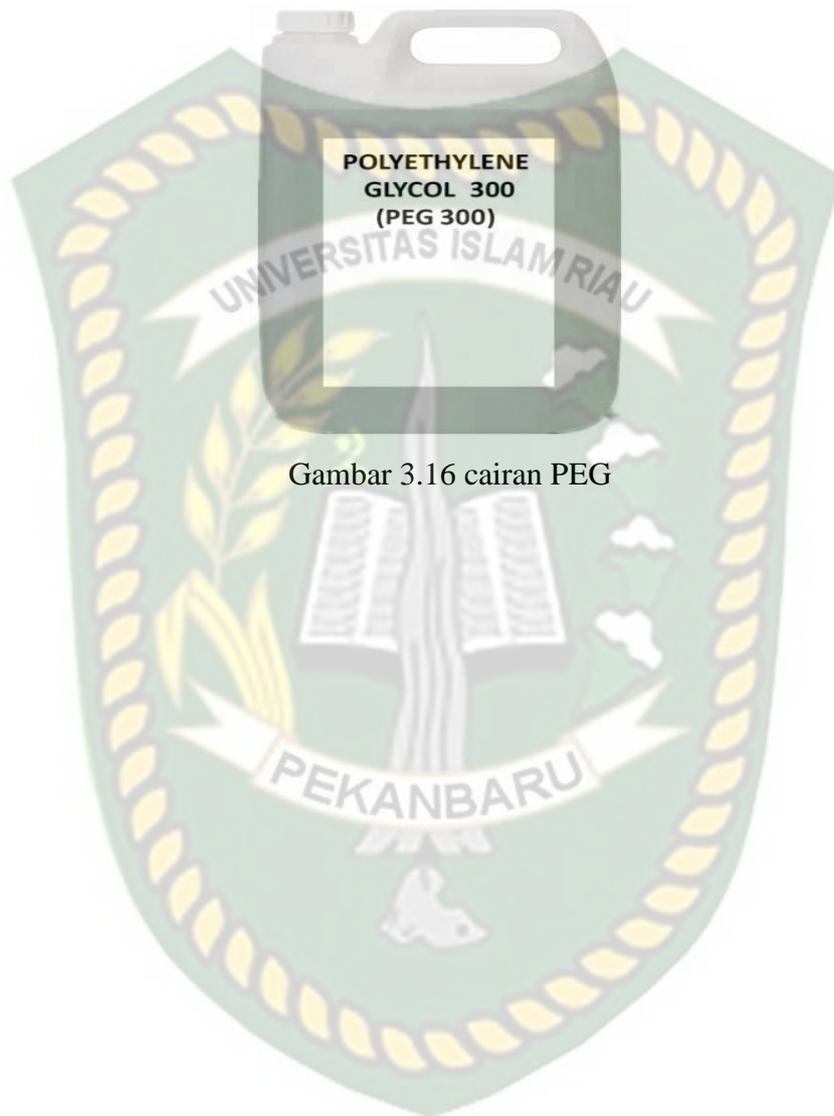


Gambar 3.15 material pasir silika

2. Larutan PEG

Larutan PEG disini digunakan sebagai bahan yang akan digunakan sebagai bahan campuran serbuk hasil *milling* yang

kemudian peg dicampur dengan pasir silika dalam pembuatan pelet silika. Seperti yang terlihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 cairan PEG

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan material pasir kuarsa (silika) sebagai bahan yang berbentuk butiran dan serbuk dengan pengamatan melalui pengaruh jumlah bola *ball mill* dan lama waktu penghalusan pasir silika, proses ini melewati beberapa tahap pengujian diantaranya proses *milling* menggunakan mesin *planetary ball mill*, pembuatan pelet silika menggunakan *mold press*, proses sintering menggunakan *furnance*, serta pengujian mikrostruktur, partikel size analisis maka dari itu hasil pengujian ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang diuraikan pada bagian berikut ini :

4.1 Proses penggilingan

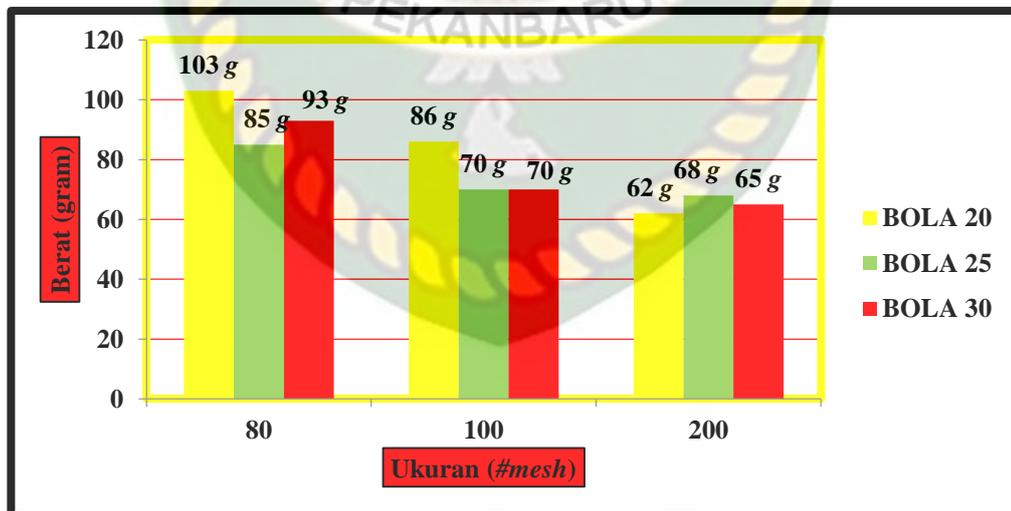
Proses penggilingan ini dilakukan untuk menumbuk pasir kuarsa (silika) hingga halus dengan jumlah bola penumbuk 20, 25, dan 30 buah dengan putaran *milling* 300 rpm dan waktu *milling* selama 4 jam dengan berat masing-masing pasir kuarsa (silika) sebesar 250 gram.

Maka dari itu hasil dari penghalusan pasir kuarsa (silika) menggunakan mesin *planetary ball mill* ini dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 hasil serbuk pasir kuarsa (silika) terhadap jumlah bola pada mesin *ball mill*

Bola (<i>ball</i>)	Mesh #80 <i>Gram</i>	Mesh #100 <i>Gram</i>	Mesh #200 <i>Gram</i>
20	103	86	62
25	85	70	68
30	93	70	65

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa pada percobaan pertama dengan jumlah bola 20, kemudian 25, dan terakhir 30 buah, hasil tingkat kehalusan serbuk sangat berpengaruh terhadap putaran dan jumlah bola. Berat pasir kuarsa (silika) terhadap ukuran (*mesh*) pada kecepatan putaran 300 *rpm* dan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah ditunjukkan pada grafik gabungan 4.1.



Grafik 4.1 gabungan pasir kuarsa (silika) setelah di *miling*

Kecepatan serta jumlah bola pada mesin *ball mill* yang meningkat tidak secara signifikan meningkatkan persentase hasil, terbukti pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 25 buah. Maka dari itu hasil presentase dari penghalusan pasir kuarsa (silika) menggunakan mesin *planetary ball mill* ini bisa dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Persentase hasil pengolahan pasir kuarsa (silika) menggunakan mesin *ball mill*

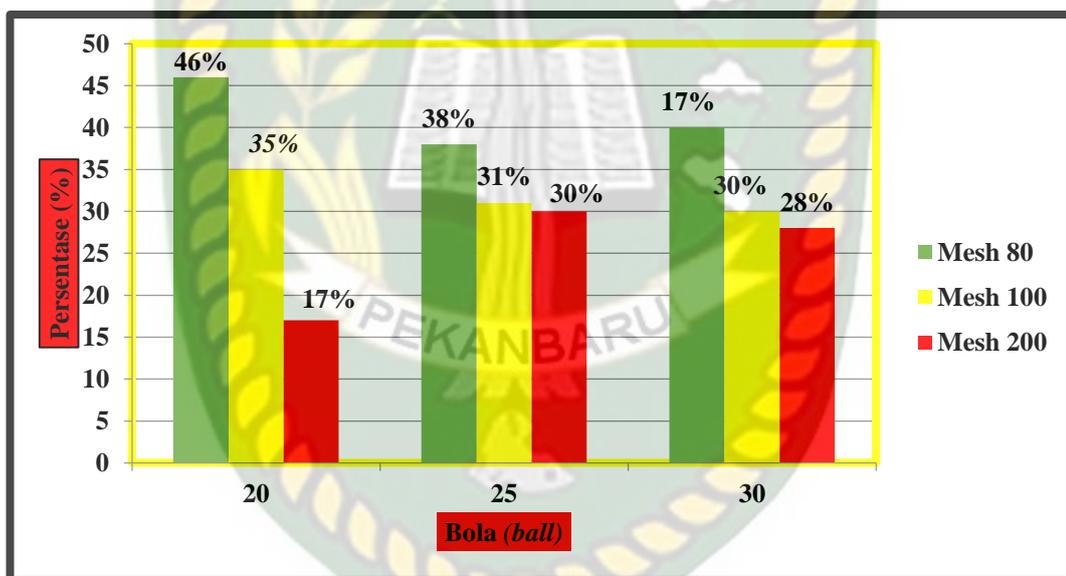
Bola (Ball)	Mesh #80 (%)	Mesh #100 (%)	Mesh #200 (%)
20	46,8	35,7	17,2
25	38,3	31,3	30,4
30	40,6	30,5	28,3

Tabel 4.3 hasil uji *sieve analysis* untuk desain gradasi material pasir silika

Sieve No.	Sieve opening (mm)	Berat tanah tertahan (gr)	Persen tertahan (%)	Persen kum. Tertahan (%)	Persen lolos (%)
50	0,30	0	0	0	0
80	0,20	85	46,8	125,7	38,3
100	0,15	70	31,3	97,5	31,3
200	0,08	68	28,3	75,9	30,4
Total		223	106,4	299,1	100

Hasil uji *sieve analysis* dapat juga digunakan untuk mengetahui koefisien keseragaman, koefisien gradasi, nilai % (persen material yang lolos saringan 0,08 mm) serta jenis gradasi material uji. kemudian Pada tabel 4.2. Persentase *milling*

pasir kuarsa (silika) ini dipisah dengan mengayak serbuk pasir kuarsa (silika) menggunakan *mesh* 80, 100, dan 200. Kecepatan putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20 buah hasil persentase *mesh* 80 meningkat sebesar 9,1% dari bola 25. Kemudian perlakuan sama dengan bola 25 hasil persentase serbuk silika menurun 4% dari perbandingan jumlah bola 20 buah pada *mesh* 100. Sementara pada jumlah bola 30 menurun sebesar 2,7% dari bola 25. Jumlah bola dan banyaknya pasir pada proses *milling* mampu meningkatkan hasil persentase serbuk silika pada ukuran *mesh* 200. Yang terlihat pada grafik 4.2



Grafik 4.2 persentase hasil *milling*

Dari grafik 4.2 dapat dilihat pada percobaan pertama dengan jumlah bola 20 buah sampai dengan percobaan ketiga pada jumlah bola 30 buah persentase hasil serbuk pasir kuarsa (silika) yang lolos ayakan 200 *mesh* terbanyak pada jumlah bola 25 dengan putaran 300 *rpm*, dikarenakan pengaruh jumlah bola dan banyaknya pasir kuarsa (silika) yang digiling memiliki ruang untuk proses penumbukan didalam mangkok (*bowl*) akan semakin banyak terjadi gesekan antara bola-bola

penumbuk dengan bongkahan pasir kuarsa (silika) yang semakin cepat (Azhari, 2017). Hal tersebut dapat dilihat dari hasil serbuk pasir silika yang di *milling* dengan mesin *ball mill* yang kemudian meningkat jumlahnya pada ukuran *mesh* 200.

4.2 Proses pembuatan pellet silika

Pada proses pembuatan pelet silika ini, serbuk pasir silika yang halus di aduk dalam wadah dengan campuran polietelin glikol dengan perbandingan 90% serbuk silika dan 10% PEG yang selanjutnya akan di cetak menggunakan *mold press* dengan beban sebesar 5 ton.

Volume cetakan *mold press*

$$\begin{aligned}
 V_c &= \pi \times r^2 \times \tau \\
 &= 3,14 \times 1,272 \text{ cm}^2 \times 1,0 \text{ cm}^2 \\
 &= 5,08 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan 100% PEG dan pasir silika

1. 100% PEG 400 = $5,08 \text{ cm}^3 \times 1,13 \text{ g/cm}^3$
= 5,74 gram
2. 100% pasir kuarsa = $5,08 \text{ cm}^3 \times 2,65 \text{ g/cm}^3$
= 13,46 gram

Perhitungan volume dengan komposisi PEG 10% dan serbuk silika 90% sebagai berikut :

1. PEG 400 = $10\% \times 5,74 \text{ gram}$

$$= 0,574 \text{ gram}$$

2. Pasir silika = $90\% \times 13,46 \text{ gram}$

$$= 12,11 \text{ gram}$$

4.3 Perlakuan panas

Dalam proses ini perlakuan panas bertujuan untuk mensintering serbuk pasir silika dengan campuran PEG untuk pembuatan pelet silika, temperatur pada pengujian ini yaitu 1200°C dan *holding time* selama 4 jam yang terlihat pada gambar 4.1



a. Sampel sebelum dipanaskan

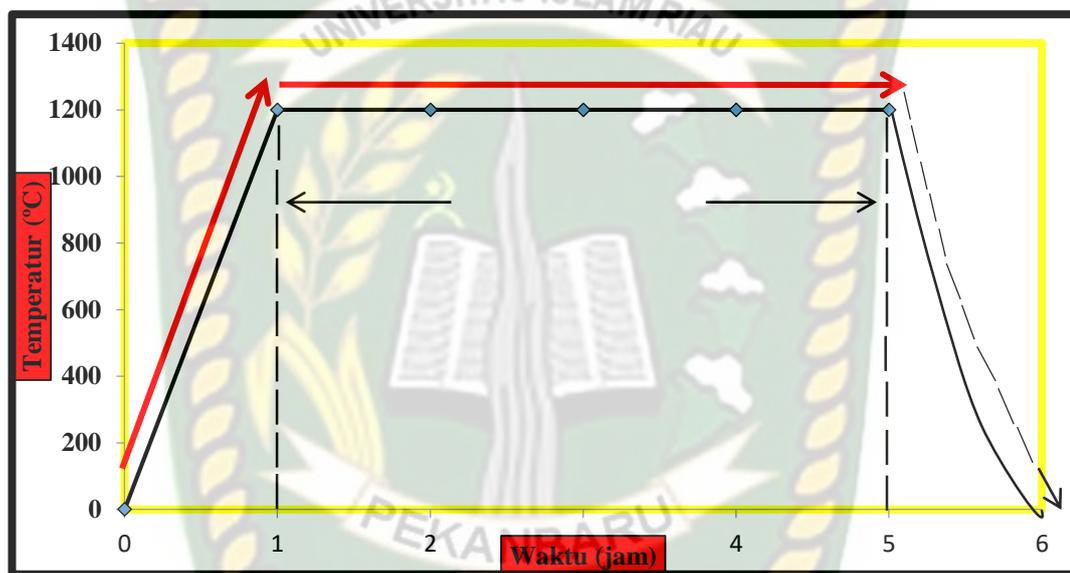
b. Sampel sesudah dipanaskan

Gambar 4.1 perlakuan panas pada sampel dengan temperatur 1200°C dalam waktu 4 jam

Dari hasil pengamatan perlakuan panas diatas pada gambar 4.3 bahwasanya perubahan dari spesimen tersebut yaitu adanya perubahan warna sebelumnya dari warna coklat kehitaman menjadi warna *orange* kehitaman dan berubah menjadi material pellet yang keras setelah diberikan perlakuan panas dengan temperatur 1200°C dengan waktu *holding time* selama 4 jam. Proses *furnance* tersebut digunakan agar pellet silika keras dan tidak lunak, proses *furnance* dibuat agar dapat melihat unsur apa saja yang hilang dalam pasir, kemudian agar pellet tidak hancur

ketika dikirim dan diuji, setelah pengujian *furnance* pellet diuji kembali untuk melihat mikrostruktur dan partikel sizenya.

Saat proses pemanasan terhadap spesimen pellet silika ada skema siklus temperatur dan waktu dari pemanasan secara normalizing atau pemansan spesimen dengan pendinginan di udara. Siklus ini dapat diuraikan pada gambar grafik 4.3



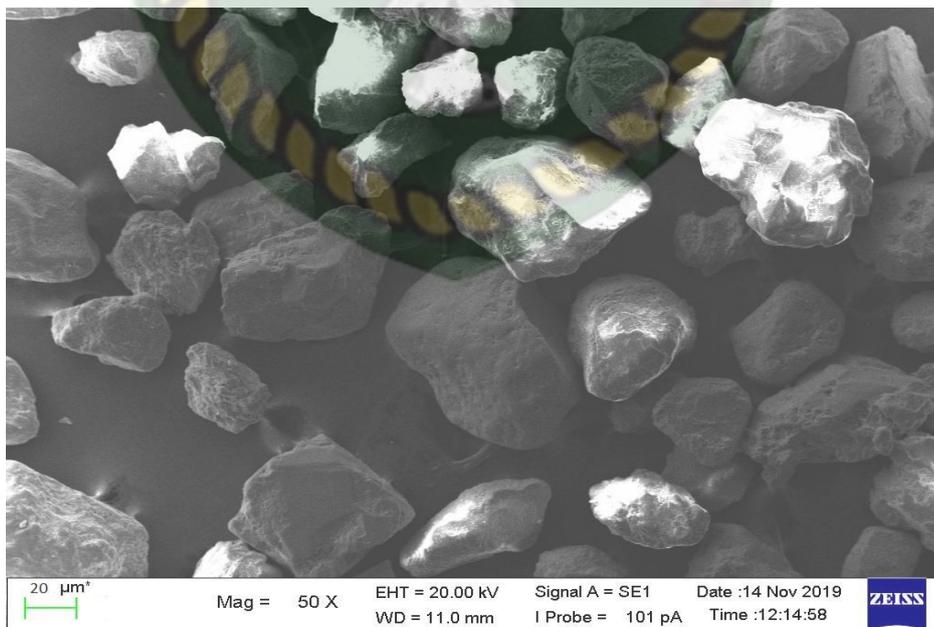
Grafik 4.3 perlakuan panas pada temperatur 1200° C

Dari grafik diatas dapat dilihat proses untuk menghilangkan zat – zat pengotor dan kandungan besi (Fe) besi maka dibutuhkan pemsanan dengan suhu 1200° C dan ditahan selama 4 jam. Dari hasil pengamatan pada grafik 4.3 bahwasanya pemanasan lambat yang dimulai dari suhu ruangan (*Furnance*) mencapai temeratur 1200° C dengan waktu 1 jam. Setelah penahanan temperatur selesai maka spesimen tersebut didinginkan pada udara terbuka selama 1 jam.

4.4 Uji mikro struktur

Uji mikro struktur pada sampel ini bertujuan untuk melihat proses perubahan struktur mikro pada sampel pasir silika dan pellet silika. Sampel yang akan di uji yaitu pasir silika sebelum di *milling* dengan ukuran *mesh* 40 dengan pembesaran $20 \mu\text{m}^2$, Mag 250 KX, EHT 20.00 kV, WD 10.0 mm, jenis signal SE1 dan probe 101 pA, pasir silika setelah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah, kemudian pellet silika pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah. Dari hasil gambar SEM – EDX dengan pembesaran $2 \mu\text{m}^2$, Mag 5.00 KX, EHT 20.000 kV, WD 11.5 mm, jenis signal SE1 dan probe 101 Pa, Kemudian uji PSA laser *particle sizer testing report* untuk melihat partikel size (μm), *cumulate* (%), volume (%) dengan rentan pengukuran 0.01 – 2000 um dengan jenis LLPA-C10 dapat dilihat pada gambar 4.2

- a. Topografi sampel sebelum di *milling*



Gambar 4.2 struktur mikro serbuk sebelum di *milling*

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.2 bentuk struktur mikro pasir silika sebelum di *milling* masih berbentuk bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan ukuran partikelnya berkisar sekitar 215 μm sampai 498 μm

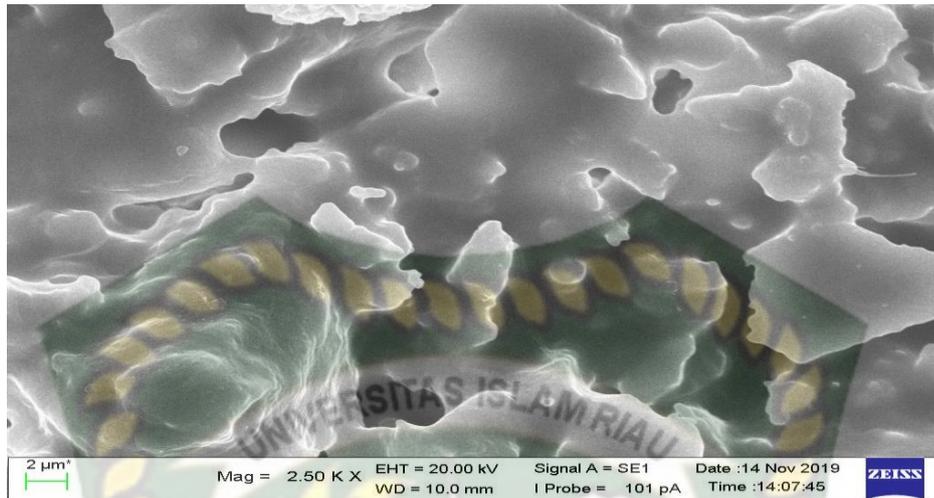
b. Topografi sampel sesudah di *milling* dengan putaran 300 *rpm*



Gambar 4.3 struktur mikro serbuk sesudah di *milling* putaran 300 *rpm*

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3 bentuk struktur mikro pasir silika sesudah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah berbentuk bongkahan dan butiran pipih yang terpisah ukuran partikelnya 82 nm sampai 182 nm.

c. Topografi sampel pellet silika sesudah pemanasan 1200° C pada putaran 300 *rpm*



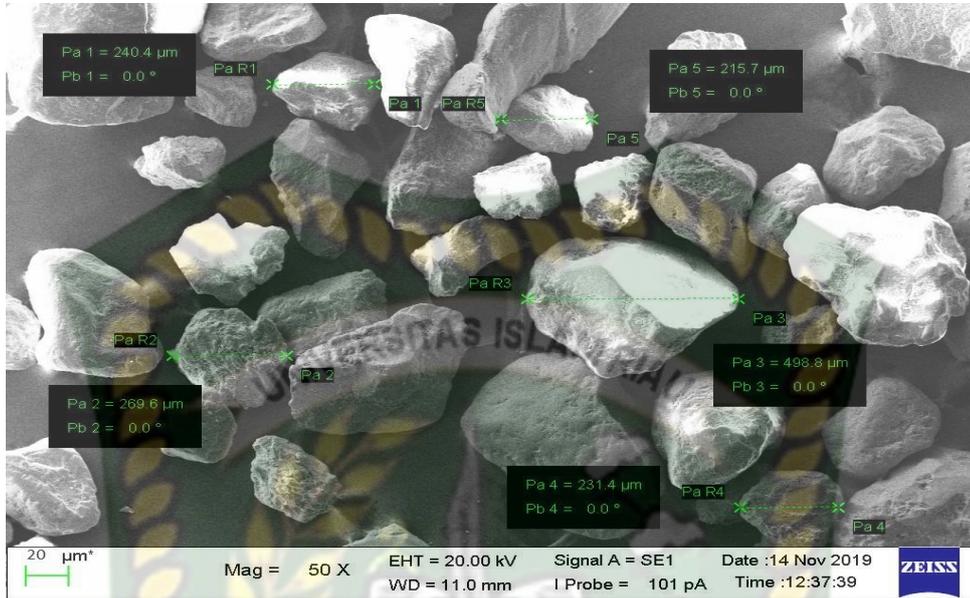
Gambar 4.4 struktur mikro serbuk pellet silika pemansan 1200°C pada putaran 300 rpm

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.4 bentuk struktur mikro pellet silika pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah sesudah di sintering menggunakan *furnance* dengan temperatur 1200°C berbentuk gumpalan-gumpalan yang tidak teratur dari sampel tersebut ukuran partikel berkisar 134 nm sampai 205 nm

4.5 Partikel size

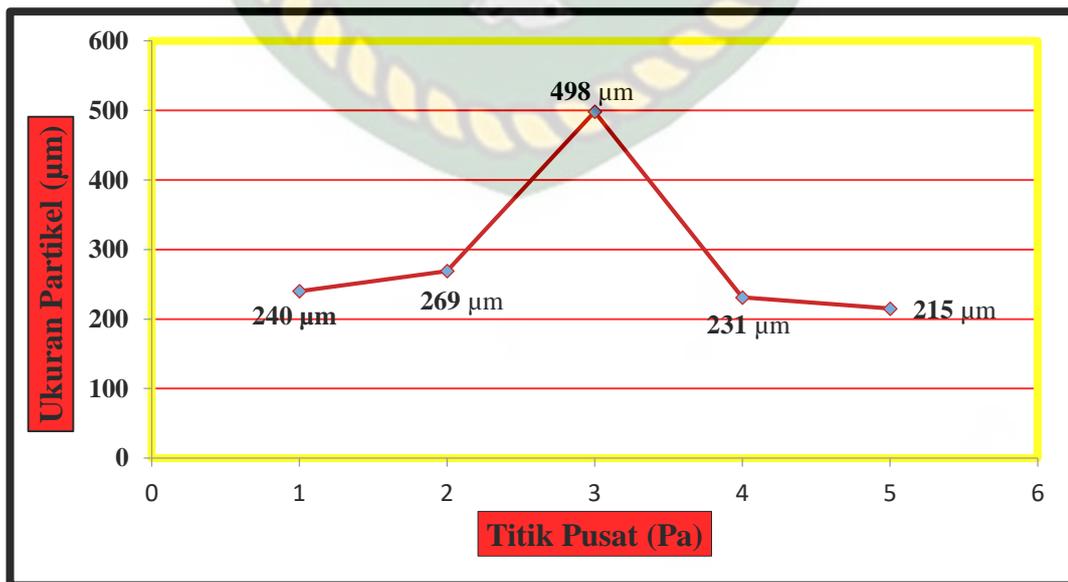
Pengamatan partikel size pada sampel ini bertujuan untuk melihat ukuran pada sampel pasir silika dan pellet silika. Sampel yang akan diamati yaitu berupa pasir silika yang belum di *milling* dengan ukuran 40 mesh , pasir silika setelah di *milling* pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola penggiling 20, 25, dan 30 buah, kemudian pellet silika pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola penggiling 20, 25, 30 buah. Dari hasil gambar SEM – EDX dengan pembesaran $2\ \mu\text{m}^2$, Mag 5.00 KX, EHT 20.00 Kv, WD 11.5 mm, jenis signal SE1 dan probe 101 pA dapat dilihat pada gambar 4.5

a. Pengamatan ukuran sampel sebelum di *milling*



Gambar 4.5 partikel size pasir silika sebelum di *milling*

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.5 ukuran partikel size pasir silika sebelum di *milling* pada Pa 1 berukuran 240,4 μm , Pa 2 berukuran 269,6 μm , Pa 3 berukuran 498,8 μm , Pa 4 231,4 μm , Pa 5 berukuran 215,7 μm . Yang dapat dilihat pada grafik 4.4



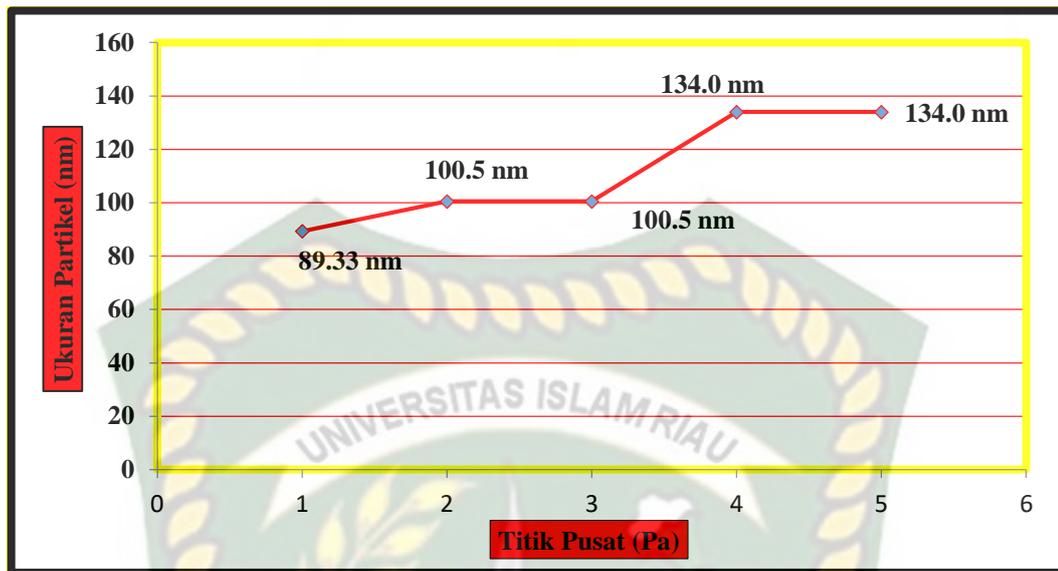
Grafik 4.4 ukuran partikel sebelum di *milling*

- b. Pengamatan ukuran partikel size serbuk silika setelah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, 30 buah



Gambar 4.6 partikel size serbuk silika setelah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan waktu 4 jam

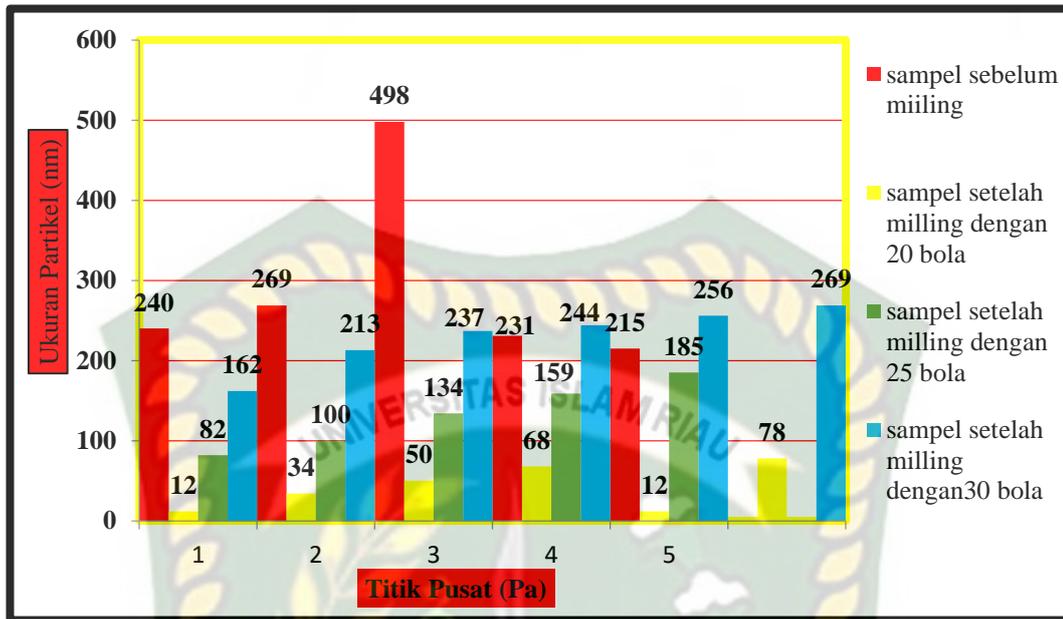
Dari hasil pengamatan pada gambar 4.6 ukuran partikel size pasir silika sesudah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah pada Pa 1 berukuran 89,33 nm, Pa 2 berukuran 100,5 nm, Pa 3 berukuran 100,5 nm, Pa 4 berukuran 134,0 nm, Pa 5 berukuran 134,0 nm. Yang terlihat pada grafik 4.5



Grafik 4.5 Partikel size serbuk silika setelah di *milling* pada putaran 300 rpm dengan waktu 4 jam

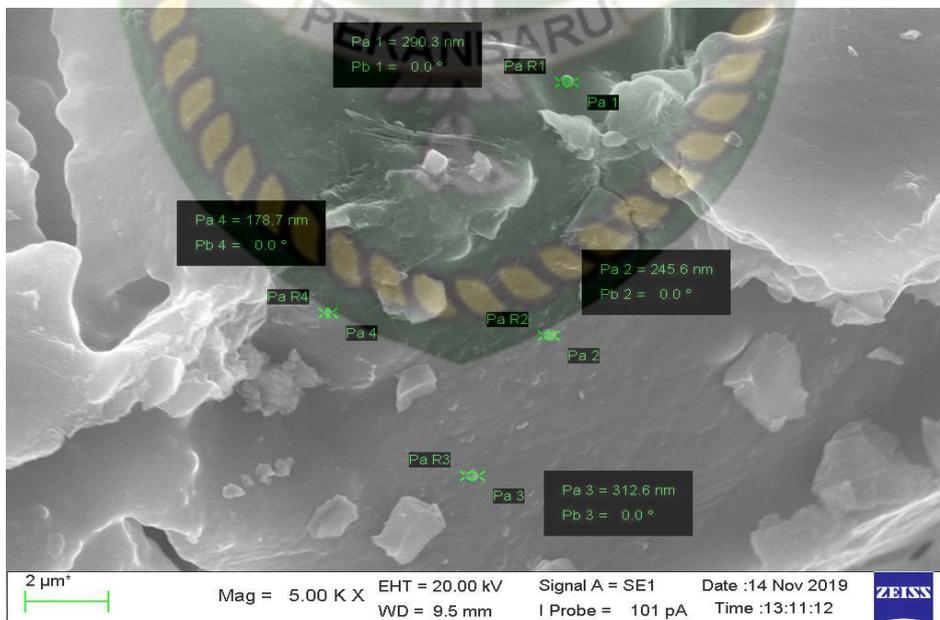
Dari grafik diatas dapat dilihat untuk ukuran pasir silika terbaik adalah pada ukuran 89 nm, sesuai dengan standart tabel ukuran 200 mesh.

Hasil pengamatan partikel size pasir silika sebelum di *milling*, pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, 30 buah menggunakan SEM – ED terlihat bahwa variasi jumlah bola mempengaruhi tingkat kehalusan dan banyaknya pasir silika lolos pada ayakan *mesh* 200 yang terlihat pada grafik 4.6



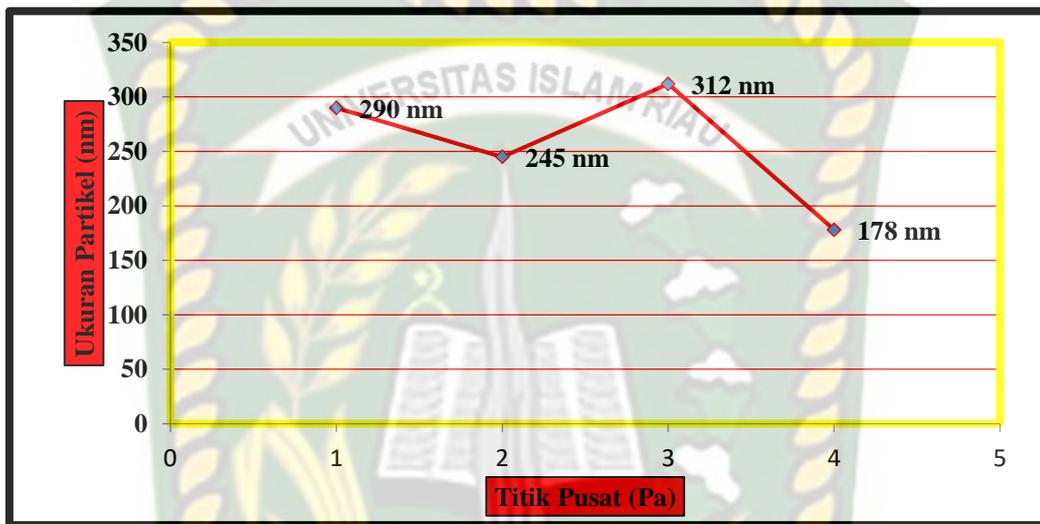
Grafik 4.6 Partikel size serbuk silika sebelum di *milling* dan sesudah di *milling*

- c. Pengamatan ukuran partikel size sampel pellet silika sesudah pemanasan 1200°C pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah



Gambar 4.7 partikel size pellet silika setelah sinting selama 4 jam

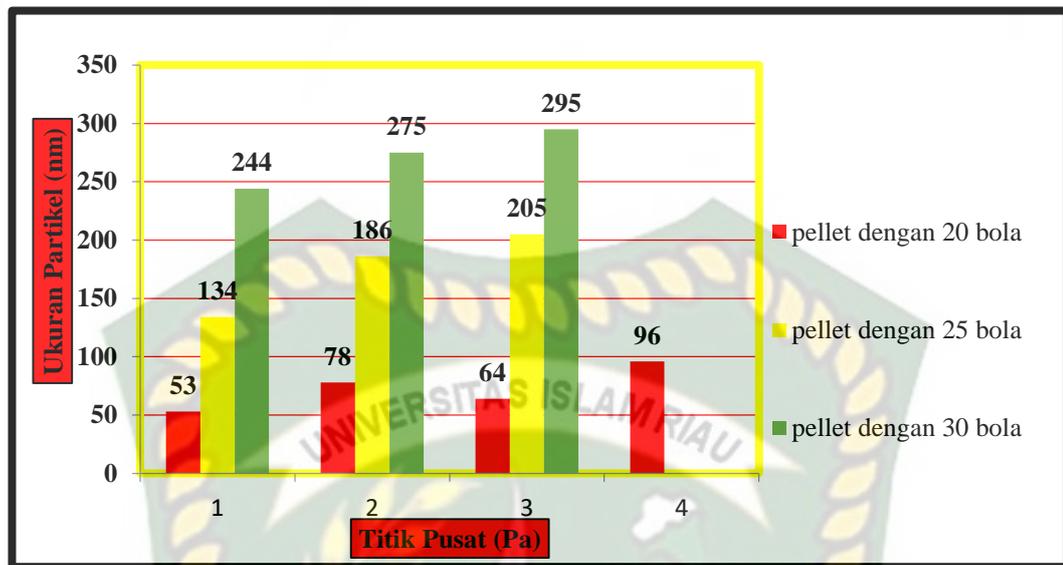
Dari hasil pengamatan pada gambar 4.7 ukuran partikel size pellet silika setelah di sintering menggunakan *furnance* dengan temperatur 1200°C pada putaran 300 rpm pada Pa 1 berukuran 290,3 nm, Pa 2 berukuran 245,6 nm, Pa 3 berukuran 312,6 nm, Pa 4 berukuran 178,7 nm . Yang terlihat pada grafik 4.7 dibawah ini



Grafik 4.7 partikel size pellet silika setelah sintering selama waktu 4 jam

Dari grafik diatas dapat dilihat untuk ukuran partikel size dengan ukuran terkecil masih pada ukuran 178 nm setelah di pellet dan di *furnance*.

Dari hasil pengamatan SEM – EDX terlihat bahwa pellet silika di sintering menggunakan *furnance* dengan temperatur 1200°C mempengaruhi ukuran partikel size pasir silika yang terlihat pada grafik 4.8

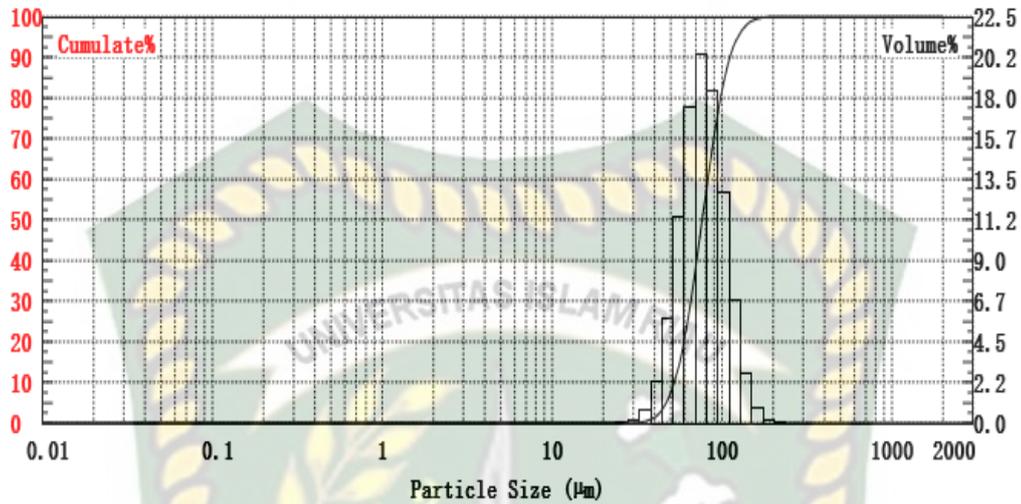


Grafik 4.8 Ukuran partikel size pellet silika setelah di sintering dengan temperatur 1200°C

Dari data grafik diatas bisa dilihat bola 25 lebih baik dan lebih banyak menghasilkan serbuk pada ukuran standart mesh 200.

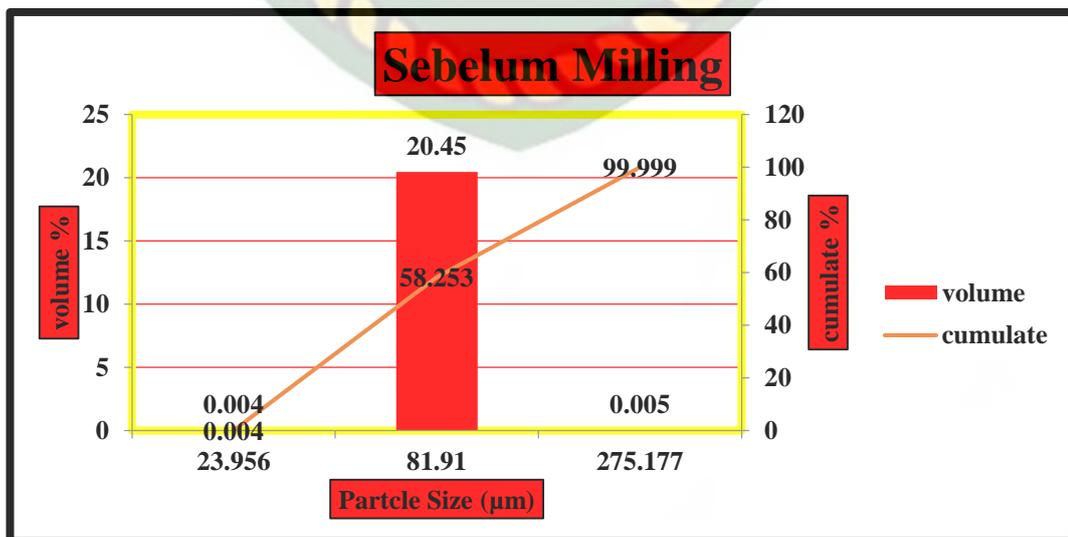
Pada analisis ukuran partikel dengan menggunakan PSA, partikel didispersikan kedalam media cair sehingga partikel tidak saling beraglomerasi. Ukuran partikel yang terukur adalah ukuran single partikel. Data ukuran partikel yang didapatkan berupa tiga distribusi yaitu intensity, number dan volume distribution, sehingga dapat diamsusikan menggambarkan keseluruhan kondisi sampel. Hasil pengujian PSA (*particle Size Analyer*) dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

a. Pengamatan partikel size sebelum di *milling*



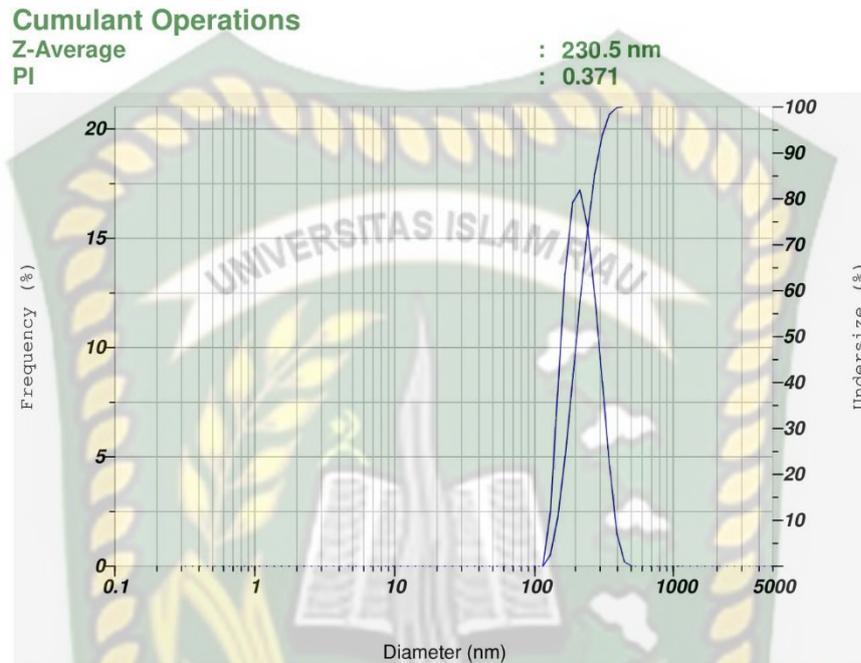
Gambar 4.8 partikel size sebelum di *milling* menggunakan PSA

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.8 ukuran partikel size sebelum di *milling* diantaranya ada beberapa yaitu pada partikel size 23.956 μm terakumulasi 0,004 % dengan volume 0.004 % , kemudian partikel size 81.191 μm terakumulasi 58.253 % dengan volume 20.450 % , partikel size 275.177 μm terakumulasi 99.999 % dengan volume 0.005 % . yang terlihat pada grafik 4.9



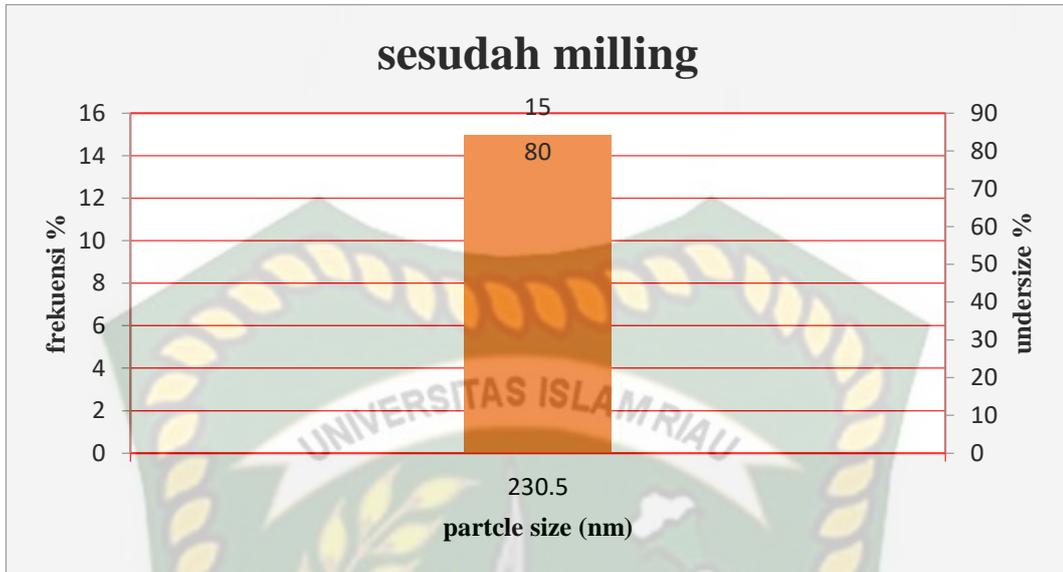
Grafik 4.9 Partikel size sebelum di *milling* menggunakan PSA

- d. Pengamatan ukuran partikel size pasir silika sesudah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20 buah



Gambar 4.9 partikel size sesudah di *milling* menggunakan PSA putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20 buah

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.19 ukuran partikel sesudah di *milling* dengan 20 bola diantaranya ada beberapa ukuran partikel size yaitu partikel size 230,5 *nm* pada frekuensi 15 % dengan undersize 80% yang terlihat pada grafik 4.10



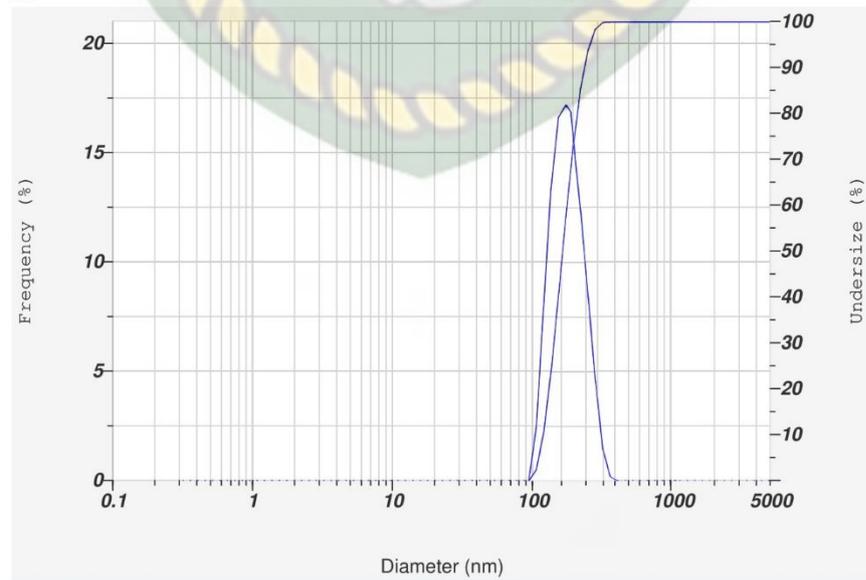
Grafik 4.10 partikel size sesudah di *milling* menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20 buah

Dari keterangan grafik diatas dilihat bahwa ukuran 230 nm belum sesuai dengan hasil yang diinginkan dengan standart dibawah 100 nm.

- e. Pengamatan ukuran partikel size pasir silika sesudah di *milling* pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 25 buah

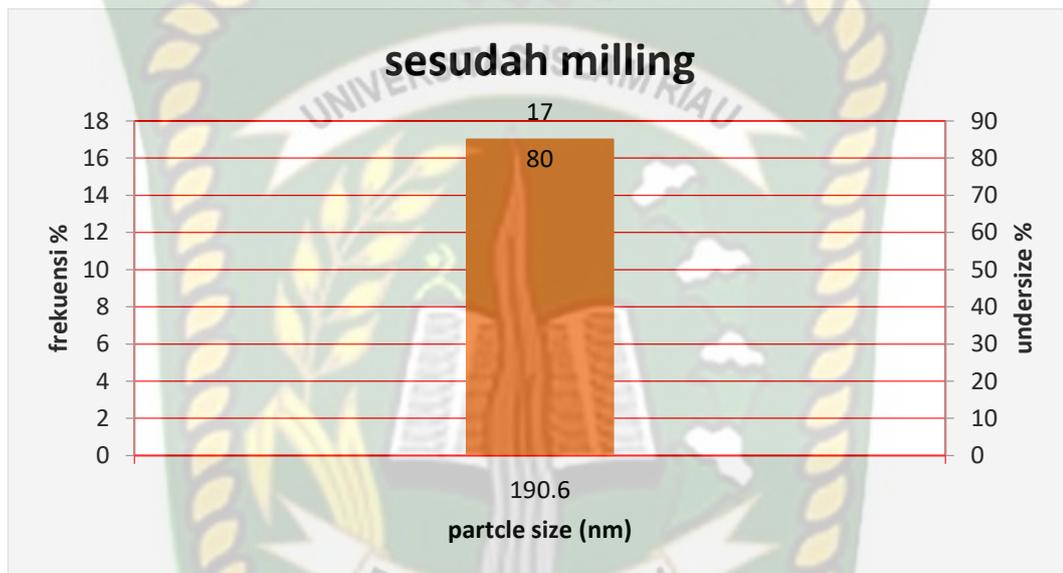
Cumulant Operations

Z-Average : 190.6 nm
 PI : 0.302



Gambar 4.10 partikel size sesudah di *milling* menggunakan PSA putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 25 buah

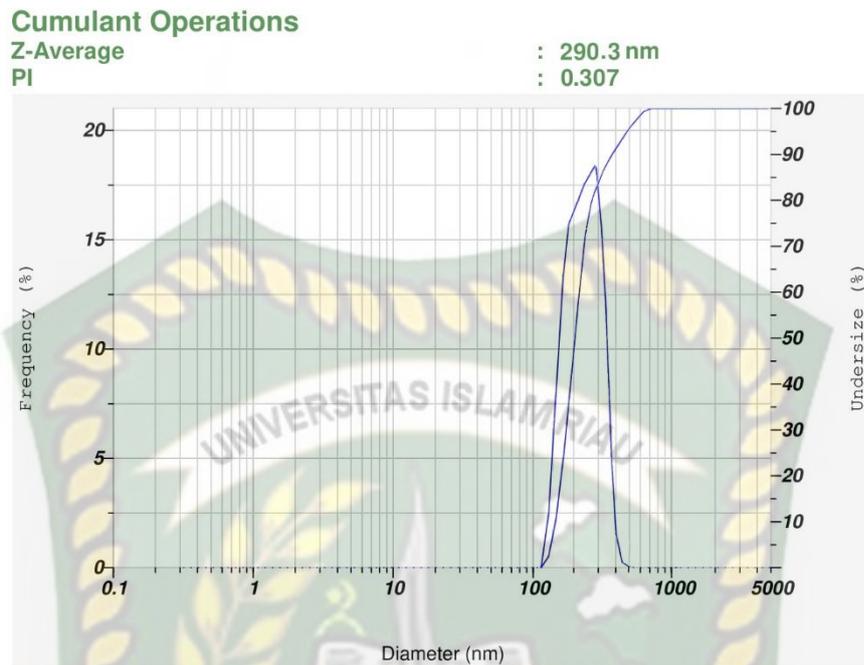
Dari hasil pengamatan pada gambar 4.10 ukuran partikel sesudah di *milling* dengan 25 bola diantaranya ada beberapa ukuran partikel size yaitu partikel size 190,6 nm pada frekuensi 15% dengan undersize 80% yang terlihat pada grafik 4.11



Grafik 4.11 partikel size sesudah di *milling* menggunakan PSA putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 25 buah

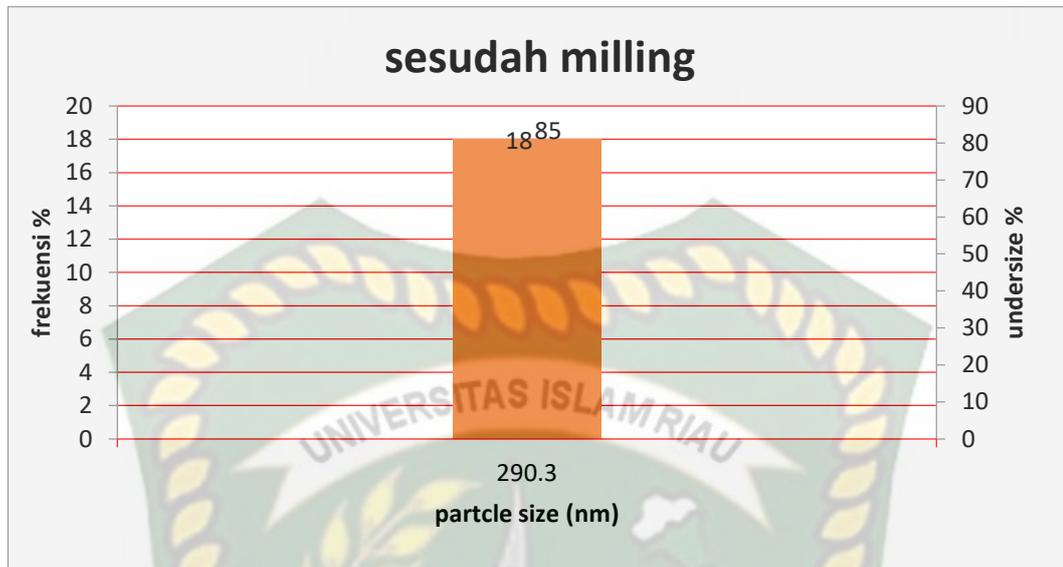
Dari data grafik diatas dilihat bahwa ukuran partikel hampir mendekati dengan 100 nm, proses ini sudah bisa dikatakan layak karena pengujian berhasil dengan emnghasilkan ukuran 190 nm.

- f. Pengamatan ukuran partikel size pasir silika sesudah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 25 buah



Gambar 4.11 partikel size sesudah di *milling* menggunakan PSA putaran 300 rpm dengan jumlah bola 30 buah

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.11 ukuran partikel sesudah di *milling* dengan 30 bola diantaranya ada beberapa ukuran partikel size yaitu partikel size 290.3 nm pada frekuensi 15.5 % dengan undersize 85 % yang terlihat pada grafik 4.12



Grafik 4.12 partikel size sesudah di *milling* menggunakan PSA putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 30 buah

Dari data grafik diatas pengujian pada bola 30 butir masih jauh dari ukuran standart partikel size, maka dari itu dipilih yang mendekati yaitu pada bola 25 butir.

4.6 Uji kandungan unsur pasir silika dan pellet silika

Analisa kandungan logam dan non logam pada sampel serbuk pasir silika maupun pellet silika perlu diketahui dan juga melihat kandungan silikon pada sampel tersebut agar kandungan silikon tersebut bisa di aplikasikan pada industri pembuatan panel surya dan *fuel cell*. Kandungan logam yang terkandung pada sampel ini yaitu C, O, Al, Si, dan Fe. Kandungan logam dan non logam inilah yang berfungsi sebagai pembuatan material. Data hasil EDX ini akan di uraikan pada gambar 4.12, 4.13, dan 4.14.

- a. Sampel sebelum di *milling*

Tabel 4.4 kandungan unsur sampel sebelum di *milling*

No	Unsur	Nama unsur	Nilai kandungan (%)
1	C	Carbon	6,90
2	O	Oksigen	43,83
3	Al	Aluminium	2,44
4	Si	Silikon	42,50
5	Fe	Iron	3,96

Pada tabel 4.4 terlihat pasir silika sebelum di *milling* memiliki unsur carbon (C) kandungan carbon yaitu sebesar 6,90%, unsur oksigen (O) sebesar 43,83%, unsur aluminium (Al) sebesar 2,44%, unsur silikon (Si) sebesar 42,50%, unsur iron (Fe) sebesar 3,96%

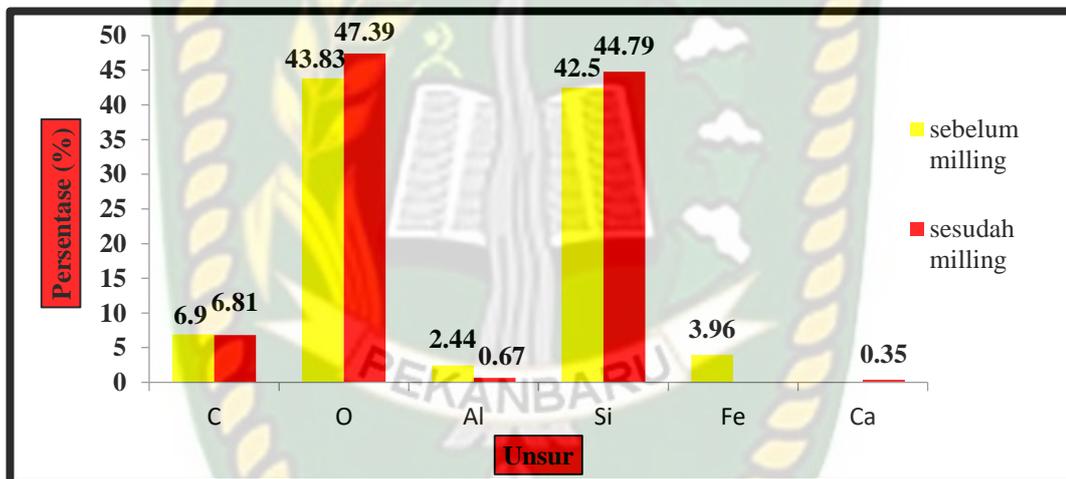
- b. Sampel setelah di *milling* pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah

Tabel 4.5 kandungan unsur sampel setelah di *milling*

No	Unsur logam	Nama unsur	Nilai kandungan (%)
1	C	Carbon	6,81
2	O	Oksigen	47,39
3	Si	Silikon	44,79
4	Al	Aluminium	0,67
5	Ca	Calcium	0,35

Pada tabel 4.5 terlihat pasir silika setelah di *milling* memiliki unsur carbon (C) kandungan carbon yaitu sebesar 6,81%, unsur oksigen (O) sebesar 44,39%, unsur aluminium (Al) sebesar 0,67%, unsur silikon (Si) sebesar 44,79%, unsur kalsium (Ca) sebesar 0,35%

Dari hasil pengamatan SEM – EDX kandungan unsur yang terdapat di dalam pasir silika sebelum di *milling* memiliki kandungan unsur logam dan non logam seperti yang terlihat pada grafik 4.13



Grafik 4.13 gabungan unsur pasir silika sebelum di *milling* dan setelah di *milling*

Dari data hasil grafik diatas didapat unsur (Si) silikon yang mana bahan utama dalam pembuatan panel surya ialah silikon dengan hasil pengujian SEM terdapat kelayakan sesudah di *milling* tinggi yaitu 44.79 %. Maka dari itu sudah ditetapkan kelayakan pada pasir karena banyak mengandung (Si) silikon

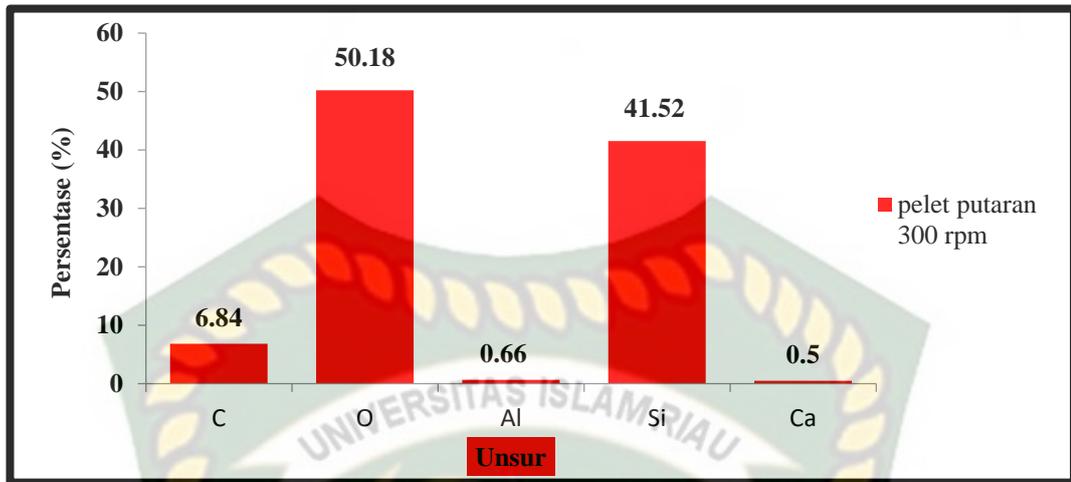
- c. Sampel pellet silika sesudah pemanasan 1200°C pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah

Tabel 4.6 kandungan unsur sampel pellet silika setelah di *milling* pada putaran 300 rpm

No	Unsur logam	Nama unsur	Nilai kandungan (%)
1	C	Carbon	6,84
2	O	Oksigen	50,18
3	Si	Silikon	41,52
4	Al	Aluminium	0,66
5	Ca	Calcium	0,50

Pada tabel 4.6 terlihat pellet silika setelah di *milling* pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, 30 buah memiliki unsur carbon (C) kandungan carbon yaitu sebesar 6,84%, unsur oksigen (O) sebesar 50,18%, unsur aluminium (Al) sebesar 0,76%, unsur silikon (Si) sebesar 41,52%, unsur kalsium (Ca) sebesar 0,50%

Dari pengamatan SEM – EDX kandungan unsur yang terdapat didalam pellet silika setelah di *milling* putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah memiliki kandungan unsur logam dan non logam seperti yang terlihat pada grafik 4.14

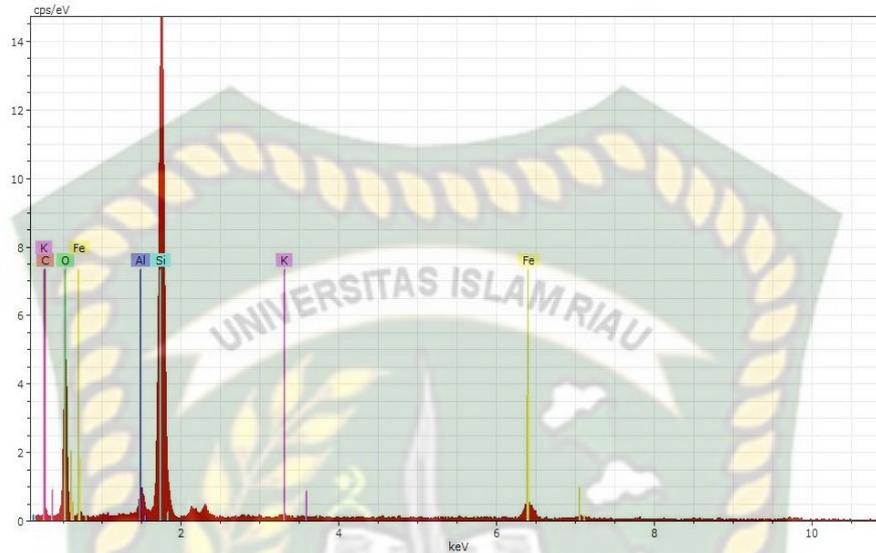


Grafik 4.14 kandungan unsur pellet silika setelah di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah

Dari data grafik diatas dapat dilihat untuk kandungan (O) oksigen dan (Si) silikon lebih mendominan, kedua unsur tersebut adalah bahan utaman dalam pembuatan panel surya, maka dari itu kelayakan pasir dalam proses pengujian sangat baik.

Analisa penyebaran unsur logam dan non logam dari sampel pasir silika dan pellet silika perlu dilakukan untuk melihat pengaruh keseragaman sifat pada sampel dan juga melihat kandungan silikon pada sampel tersebut agar kandungan silikon di dalam sampel tersebut bisa diaplikasikan pada pembuatan bahan baku panel surya pada industri masa kini. Komposisi logam inilah yang berguna pada pembuatan bahan produksi. Adanya data hasil mapping EDX ini akan di uraikan pada gambar 4.12 , 4.13, dan 4.14

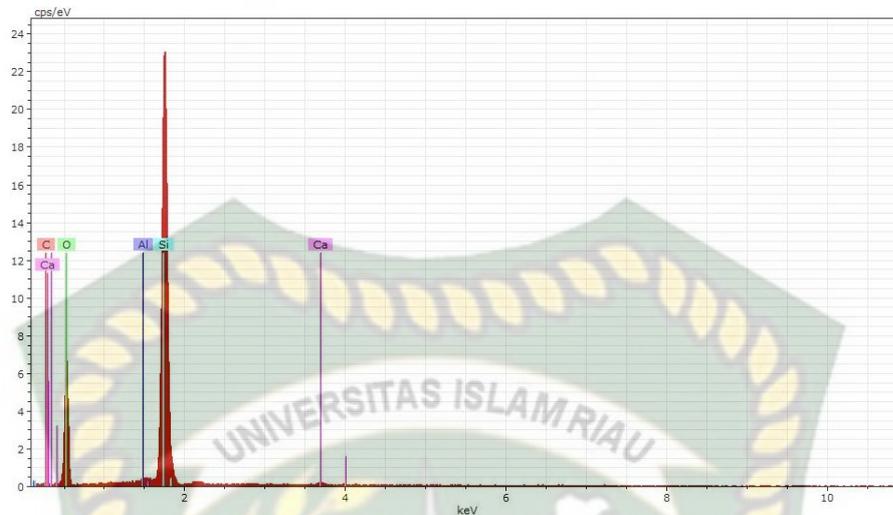
a. Sampel pasir silika sebelum di *milling*



Gambar 4.12 hasil mapping pasir silika sebelum di *milling*

Hasil pengamatan mapping sampel pasir silika pada gambar 4.12 menggunakan SEM – EDX dapat dilihat ada enam unsur logam di dalam sampel tersebut. Unsur logam tersebut, karbon (C) sebesar 7,5 cps, unsur kalsium (K) sebesar 7cps, unsur oksigen (O) sebesar 7cps, unsur baja (Fe) sebesar 7 cps, unsur aluminium (Al) sebesar 7 cps, unsur silikon (Si) sebesar 14,5 cps.

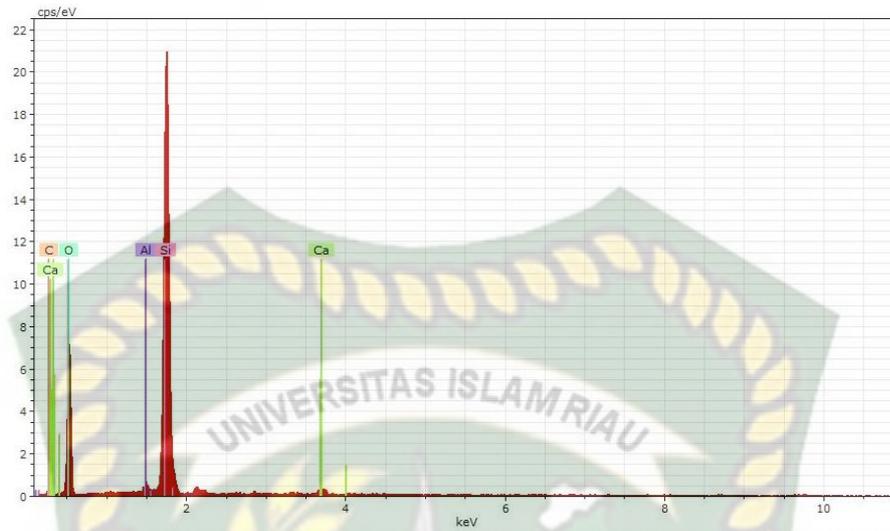
b. Sampel pasir silika setelah di *milling*



Gambar 4.13 hasil mapping pasir silika sesudah di *milling* dengan putaran 300 rpm

Dari hasil pengamatan mapping sampel pasir silika setelah di *milling* pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah pada gambar 4.13 menggunakan SEM – EDX dapat dilihat kandungan unsur didalam pasir silika yaitu menghasilkan enam unsur logam di dalam sampel tersebut. Unsur logam tersebut diantaranya, karbon (C) sebesar 12,5 cps, unsur oksigen (O) sebesar 12,5 cps, unsur kalsium (Ca) sebesar 12,5 cps, unsur aluminium (Al) sebesar 13 cps, unsur silikon (Si) sebesar 23 cps.

- c. Sampel pellet silika sesudah pemanasan 1200°C pada putaran 300 rpm dengan jumlah bola 20, 25, dan 30 buah



Gambar 4.14 hasil mapping pellet silika pemanasan 1200°C selama 4 jam

Dari hasil pengamatan mapping sampel pellet silika sesudah pemanasan 1200°C kemudian di *milling* pada putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola penggiling 25 buah pada gambar 4.14 menggunakan SEM – EDX dapat dilihat yaitu ada lima unsur logam didalam sampel tersebut diantaranya, unsur karbon (C) sebesar 15 cps, unsur oksigen (O) sebesar 15 cps, unsur aluminium (Al) sebesar 15 cps, unsur silikon (Si) sebesar 26,5 cps, unsur kalsium (Ca) sebesar 15 cps.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian menggunakan mesin *planetary ball mill* dan pengamatan menggunakan *SEM – EDX* kemudian pengamatan melalui uji *PSA* pada sampel pasir silika dan pellet silika disimpulkan sebagai berikut :

- a. *Planetary ball mill* dapat digunakan sebagai metode untuk menghaluskan pasir silika sehingga untuk penelitian berikutnya dapat digunakan kembali.
- b. Dari hasil pengujian pengamatan pada jumlah bola dengan putaran tetap meningkatkan hasil produksi. jumlah bola dan putaran tetap justru berpengaruh terhadap hasil produksi yaitu meningkatnya produksi dengan bola 25 sebesar 13,2% dari bola 20 dan 2,1% dari bola 30 pada ukuran *mesh* 200.
- c. Dari hasil pengamatan mikro struktur menggunakan alat *SEM – EDX* hasil topografi pada pasir silika setelah di *milling* dengan putaran 300 *rpm* dan jumlah bola bervariasi yaitu 20, 25, dan 30 buah sudah mulai berukuran kecil dan berbentuk bongkahan – bongkahan dan butiran pipih tidak beraturan
- d. Dari hasil pengujian melalui pengamatan dengan alat *SEM – EDX* hasil ukuran partikel size yang paling halus pada kecepatan putaran 300 *rpm* dengan jumlah bola 25 buah yaitu sebesar 89 nm – 100 nm

- e. Dari hasil pengujian melalui pengamatan dengan alat *PSA* hasil ukuran banyaknya partikel size 0,246 μm terakumulasi 0.001% , volume 0,001% – 800, 669 μm terakumulasi 99,879%, volume 0,011% takaran 13 gram.
- f. Pengaruh pemansan pada spesimen ini menyebabkan nilai konsentrasi dalam setiap unsur berubah – ubah.
- g. Ukuran partikel size meningkat setelah diberi perlakuan panas pada temeperatur 1200 $^{\circ}c$ dengan holding time selama 4 jam.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini, yaitu :

- a. Melanjutkan penelitian ini kedepannya agar bisa dibuat menjadi produksi yang berguna bagi kehidupan sendiri, masyarakat dan bagi industri.
- b. Perlu dilakukan penambahan dimmer motor agar secara otomatis mengatur kecepatan yang dibutuhkan.
- c. Untuk mendapatkan kehalusan yang diinginkan gunakan kecepatan dan waktu sebaik mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi Wahyu Sejati Dkk. 2019. Rancang Bangun Mesin Ball Mill Vertikal Dengan Kontrol Kecepatan Berbasis Pulse Width Modulation. Universitas Telkom. Jawa barat.
- Agung Nugroho. 2015. Pengaruh Penambahan Unsur Ti-B Terhadap Struktur Mikro Hasil Pengecoran Centrifugal Dengan Bahan Dasar Alumunium Velg Bekas. Universitas Sultan Fatah. Jawa Tengah.
- Alief. 2017. Studi Awal Bahan Dasar Piranti Solar Cell Pada Pasir Sambera Muara Badak Menggunakan Xrf Dan Xrd. Sekolah Tinggi Teknologi Bontang. Kalimantan Timur.
- Budi dan Hariyati. 2012. Pengaruh Kecepatan Milling Terhadap Perubahan Struktur Mikro Komposit Mg/Al₃Ti. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jawa Timur.
- Christine dan Rosi. 2011. Pengembangan Material Serbuk Silika Untuk Identifikasi Sidik Jari. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jawa Barat.
- Chusnul azhari. 2017. Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Hasil Serbuk Lempung Pada Mesin Penggiling Bahan Keramik. Sekolah Tinggi Teknologi Mandala. Jawa Barat.
- Darmawati Dkk. 2017. Pemurnian dan Karakterisasi Silika Menggunakan Metode Purifikasi (*Leaching*) dengan Variasi Waktu Milling pada Pasir Kuarsa Desa Pasir Putih Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso. Universitas Tadulako. Sulawesi Tengah.
- Ega Dkk. 2015. Pengaruh Variasi Waktu Milling terhadap Karakter Produk Sintesis LiMn₂O₄ dengan Reaksi Padat-Padat. Universitas Diponegoro. Jawa Tengah.
- Fahad. 2014. Analisis Komposisi Fasa Komposit Keramik Berbasis SiO₂-MgO dengan Penambahan B₂O₃ Pada Temperatur Sinter 1150°C. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jawa Timur.
- Fahrizal Farikhin. 2016. Analisa *Scanning Electron Microscope Komposit Polyester* Dengan Filler Karbon Aktif Dan Karbon Non Aktif. Universitas Muhammadiyah. Jawa Tengah.
- Istiqamah Dkk. 2013. Sifat Fisis dan Fasa Komposit Keramik Berbasis Pasir Silika-MgO. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jawa Timur.
- Meladia Dkk. 2014. Analisis Rietveld Data Difraksi Serbuk Silika Amorf Hasil Sintesis dengan Metode Kopresipitasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Jawa Timur.

- Munasir. 2012. Uji Xrd Dan Xrf Pada Bahan Meneral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (Caco3 Dan Sio2). Universitas Negeri Surabaya. Jawa Timur.
- Nofriady Dkk. 2016. Mesin Pengayak Pasir Otomatis dengan Tiga Saringan *Automatic Sand Sieving Machine with Three Sieves*. Institut Teknologi Padang. Sumatra Barat.
- Ricko Mahindra Dkk. 2015. Pengaruh Serapan Sinar Matahari Oleh Kaca Film Terhadap Daya Keluaran Plat Sel Surya. Universitas Riau. Sumatra. Provinsi Riau.
- Susanti. 2015. Sintesis Silika Gel Teraktivasi Dari Pasir Kuarsa Untuk Menurunkan Kadar Ion Cu²⁺ Dalam Air. Universitas Negeri Semarang. Jawa Tengah.
- Widjanarko dan Suwasito. 2014. Pengaruh Lama Penggilingan Dengan Metode Ball Mill Terhadap Rendemen Dan Kemampuan Hidrasi Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri Blume*). Universitas Brawijaya. Jawa timur.
- Yunasfi. 2012. Karakterisasi Nanostruktur Karbon Dari Grafit Hasil Milling. Teknologi Bahan Industri Nuklir. Provinsi Banten.
- Yunfeng Dkk. 2013. *Effect of Ball Milling on the Properties of Zirconia Powder Prepared by Alcohol-aqueous Coprecipitation Method*. University of Science and Technology. China.