

**ANALISA VARIASI KOMPOSISI BAHAN PENGIKAT TERHADAP
MIKROSTRUKTUR DAN KEKUATAN TEKAN PELET PASIR SILIKA**

TUGAS AKHIR

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



Oleh :

ASTRA WIJAYA

14.331.0138

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA VARIASI KOMPOSISI BAHAN PENGIKAT
TERHADAP MIKROSTRUKTUR DAN KEKUATAN TEKAN
PELET PASIR SILIKA**

Disusun Oleh :

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

ASTRA WIJAYA

14.331.0138

**Telah Diuji Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal
08 Mei 2020 dan Dinyatakan
Telah Memenuhi Syarat Diterima**

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Dr. DEDIKARNI, ST., M.Sc

NIDN. 1005047603

Disahkan Oleh :

**Pekanbaru, Mei 2020
Ketua Program Studi
Teknik Mesin**



DODY YULIANTO, ST., MT

NIDN. 1029077302

PERNYATAAN KASLIAN KARYA TULIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Astra Wijaya

NPM : 143310138

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Analisa Variasi Komposisi Bahan Pengikat Terhadap Mikrostruktur dan Kekuatan Tekan Pelet 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, Mei 2020

Yang Membuat Pernyataan,



Astra Wijaya

ANALISA VARIASI KOMPOSISI BAHAN PENGIKAT TERHADAP MIKROSTRUKTUR DAN KEKUATAN TEKAN PELET PASIR SILIKA

Astra Wijaya , Dedikarni

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl. Kaharudin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761-674653 Fax. (0761) 674834
Email : astrawijaya1@gmail.com

ABSTRAK

Selama ini dalam proses pembuatan dan pencampuran yang dilakukan untuk pembuatan keramik (green body) sangat mudah pecah dan berubah bentuk sebelum dilakukan pemanasan. Akan tetapi, apabila dilakukan pencampuran dengan polyetilenglikol (PEG) dia tidak mudah pecah dan berubah bentuk dan berfungsi sebagai bahan pengikat. Selanjutnya dilakukan analisa variasi komposisi bahan pengikat terhadap mikrostruktur dan pengaruh penekanan pelet pasir silika untuk mengetahui pengaruh komposisi terhadap mikrostruktur dan hasil penekanan. Kemudian dilakukan perlakuan panas didalam furnace dengan komposisi yang berbeda. Pada sampel 1 pengujian SEM-EDX didapatkan hasil bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan dengan ukuran yang bervariasi antara $504\mu m - 2.750 \mu m$ dan hasil kekuatan tekan 503,89 Pa, sampel 2 pengujian SEM-EDX didapatkan hasil bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan dan butiran pipih tidak beraturan dengan ukuran yang bervariasi antara $321 \mu m - 1.100 \mu m$ dan hasil kekuatan tekan 462,55 Pa, sampel 3 pengujian SEM-EDX didapatkan hasil bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan dengan ukuran yang bervariasi antara $458 \mu m - 1.283 \mu m$ dan hasil kekuatan tekan 413 Pa. Sebaiknya dalam pemilihan komposisi yang digunakan untuk pembuatan keramik, penggunaan pasir silika dibawah 85% dan PEG diatas 15% karena kekuatan tekan yang dihasilkan cukup tinggi yaitu sebesar 503,89 Pa.

Kata Kunci : Pasir Silika, Poli Etilen Glikol (PEG), Perlakuan Panas, Uji SEM-EDX, dan Uji Tekan.

ANALYSIS OF VARIATION OF BINDING COMPOSITION ON MICROSTRUCTURE AND STRENGTH PRESSURE OF SILICA SAND PELET

Astra Wijaya , Dedikarni

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

Jl. Kaharudin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Tel. 0761-674653 Fax. (0761) 674834

Email: astrawijaya1@gmail.com

ABSTRACT

During this time in the process of making and mixing which is done for the manufacture of ceramics (green body) is very easy to break and change shape before heating. However, when mixed with polyethylenglycol (PEG) it is not easily broken and deformed and functions as a binder. Furthermore, an analysis of the variation of the composition of the binder on the microstructure and the effect of the suppression of silica sand pellets to determine the effect of the composition on the microstructure and the results of the suppression. Then the heat is treated in a furnace with a different composition. In sample 1 the SEM-EDX test obtained irregular chunks with sizes varying between 504 μm - 2,750 μm and the compressive strength results of 503.89 Pa, sample 2 of the SEM-EDX test obtained results of irregular chunks and flat granules irregular with sizes varying between 321 μm - 1,100 μm and the compressive strength results of 462.55 Pa, sample 3 SEM-EDX test obtained irregular chunks with sizes varying between 458 μm - 1,283 μm and the results of compressive strength 413 Pa. We recommend that in the selection of compositions used for the manufacture of ceramics, the use of silica sand below 85% and PEG above 15% because the compressive strength produced is quite high at 503.89 Pa.

Keywords: Silica Sand, Poly Ethylene Glycol (PEG), Heat Treatment, SEM-EDX Test, and Compressive Test

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah rabbil'alamini, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya serta memberikan kesempatan penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “ **ANALISA VARIASI KOMPOSISI BAHAN PENGIKAT TERHADAP KEKERASAN DAN KEKUATAN TEKAN PELET PASIR SILIKA**”. Tugas Akhir ini penulis susun guna memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Prodi Tekni Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau (UIR).

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Proposal Tugas Sarjana.

Tiada gading yang tak retak, segala usaha telah penulis lakukan dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari sepenuhnya bahwa isi dari Proposal Tugas Sarjana ini masih jauh dari kesempurnaan dan tak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kepada semua pihak dapat memberikan kritik dan sarannya yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan untuk masa yang akan datang. Demikianlah Proposal Tugas Sarjana ini dibuat semoga bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Pekanbaru, Mei 2020

ASTRA WIJAYA

KATA PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya serta memberikan kesempatan penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “ Analisa Variasi Komposisi Bahan Pengikat Terhadap Mikrostruktur dan Kekuatan Tekan Pelet Pasir Silika”.

Hari takan indah tanpa mentari dan rembulan, begitu juga hidup takan indah tanpa tujuan, harapan serta tantangan. Meski terasa berat, namun manisnya hidup justru akan terasa, apabila semuanya terlalui dengan baik, meski harus memerlukan pengorbanan.

Detik yang berlalu, jam yang berganti, hari yang berrotasi, bulan dan tahun silih berganti, hari ini 08 Mei 2020 saya persembahkan sebuah karya tulis buat kedua orang tua dan keluarga sebagai bukti perjuangan saya untuk membanggakan mereka meskipun tidak seimbang dengan perjuangan yang diberikan mereka, namun saya yakin yang saya lakukan hari ini merupakan langkah awal untuk saya membuat senyuman bangga kepada keluarga saya terutama Ayah dan Ibu.

Terimakasih untukmu, Ayahku Serda Inf Mashedi Fitri dan Ibuku tercinta Susi, Oomku AKP Aditya Warman, SH., MH dan Tanteku Ida Hayati yang telah banyak berjasa dalam perjalanan kehidupanku. Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tidak terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada ayah dan ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan dan cinta kasih yang tidak terhingga yang tidak mungkin dapat kubalas hanya dalam selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat ayah dan ibu bahagia, karena kusadar selama ini belum bisa berbuat yang lebih untuk ayah dan ibu yang selalu memberi motivasi dan selalu memberi kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku untuk menjadi lebih baik, Terimakasih Ayah dan Ibu.

Dalam setiap langkahku aku berusaha mewujudkan harapan-harapan yang kalian impikan terhadap diriku, terimakasih saya ucapkan kepada Abangku Ramadhani Mandala Putra dan Adekku Salsabila, Nabila Syaikah, Kenzi Wira Saena Masao yang banyak memberikan motivasi dan semangat serta doa kepadaku disaat aku mengalami kesusahan dan menjadi tempat beristirahat untuk melepas penat yang luar biasa. Semoga kelak kedepannya kita menjadi orang yang berguna bagi agama dan bangsa ini.

Atas kesabaran dan ilmu yang telah diberikan untuk itu penulis persembahkan ungkapan terimakasih kepada Bapak Dr. Eng. Muslim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Bapak Dody Yulianto, ST., MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin serta Bapak Dr. Dedikarni, ST.,M.Sc selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan kesempatannya untuk membimbing saya sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Selanjutnya tak lupa pula saya sampaikan ucapan terimakasih kepada Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT dan Bapak Dody Yulianto ST., MT yang telah memberikan saya saran dan masukan yang membangun begitu juga Dosen-Dosen Teknik Mesin sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tidak lupa pula penulis juga mengucapkan terimakasih kepada teman seperjuangan M. Bram Akmaja ST, Prima Ardianto ST, M. Khairiandi ST, Herdiansyah Putra ST, Riki Andri Ansia ST, Arif Dedi Kurniawan ST, Baharudin Efendi Siregar ST, Pandu Pratama ST, Budi Saputra ST, Eko Saputra ST, Samuel Alfon Riau Sata Tarigan ST dan teman-teman seperjuangan Teknik Mesin 14A yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Terimakasih atas kebersamaan kita selama ini, terimakasih atas ketulusan cinta dan kasih syangnya, terimakasih telah memberiku kebahagiaan dan melalui banyak hal bersama kalian. Kalian adalah saksi perjuanganku selama ini dan sampai detik ini. Kalian bukan hanya sekedar sahabat tapi kalian adalah keluarga bagiku. Suatu kehormatan bisa berjuang bersama kalian, semoga perjuangan kita dibalas oleh Allah SWT.

Hanya sebuah karya kecil dan untaian kata-kata ini yang dapat kupersembahkan kepada kalian semua. Atas segala kekhilafan salah dan keraguanku, kurendahkan hati serta diri menjabatkan tangan meminta beribu-ribu kata maaf tercurah, skripsi ini kupersembahkan.

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pasir Silika	6
2.1.1 Sifat Fisik Pasir Silika.....	8
2.2 Silika (SiO_2)	9
2.2.1 Silika Presipitat	13
2.2.2 Silika Gel	15
2.3 Pengamatan <i>Metalografy</i>	20

2.4 Heat Treatment.....	22
2.4.1 Annealing.....	23
2.4.2 Normalizing.....	23
2.4.3 Tempering.....	24
2.4.4 Quenching.....	25
2.5 Ruang Pembakar (<i>Furnace</i>).....	26
2.5.1 Macam-macam Furnace.....	27
2.5.1.1 Muffle Furnace.....	27
2.5.1.2 Salt Bath Furnace.....	29
2.5.1.3 Vacuum Furnace.....	30
2.5.1.4 Fluidized-head Furnace.....	30
2.6 Uji Tekan.....	31
2.7 Polimer.....	35
2.7.1 Klasifikasi Polimer.....	36
2.8 Poli Etilen Glikol (PEG).....	38
2.9 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	40
2.9.1 Kegunaan EDX.....	42
2.10 Mesin Pres dan Mesin Hot Pres.....	43
2.10.1 Mesin Pres.....	43
2.10.2 Mesin Hot Pres (<i>Hot Press Machine</i>).....	44
2.11 Perhitungan Volume Mol.....	45

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir	47
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	48
3.3 Alat dan Bahan	48
3.3.1 Bahan	48
3.3.2 Alat	50
3.4 Pembuatan Spesimen	54
3.5 Metode Pengujian Bahan	57
3.5.1 Perlakuan Panas (<i>Furnace</i>)	57
3.5.2 Uji Tekan	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Fisik Spesimen Hasil Sintering	59
4.3 Mikrostruktur	60
4.4 Partikel Size	63
4.5 Uji Kandungan Unsur Pasir Silika	70
4.6 Hasil Kekuatan Tekan	80

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	82

DAFTAR PUSTAKA 83

LAMPIRAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Kimia Secara Umum Pasir Silika di Indonesia.....	8
2.2 Sifat Fisika Pasir Mineral Silika	9
2.3 Sifat Fisika Silika	10
2.4 Sifat Fisika Silika Presipitat	14
2.5 Spesifikasi Silika Gel Standar JISS-0701	19
2.6 Perbedaan sifat plastik termoplas dan plastik termoset.....	37
4.1 Kandungan unsur sampel pasir silika yang belum disintering.....	71
4.2 Kandungan unsur sampel 1	73
4.3 Kandungan unsur sampel 2	75
4.4 Kandungan unsur sampel 3	77
4.5 Unsur-unsur logam Sebelum disintering dan sesudah disintering	79
4.6 Hasil Kekuatan Tekan	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Silika Gel Putih	16
2.2 Silika Gel Biru	17
2.3 Silika Gel Alami (natural)	18
2.4 Alat Pengamatan <i>Metalography</i>	22
2.5 Diagram Annealing	23
2.6 Diagram Normalizing.....	24
2.7 Diagram Tempering	24
2.8 Diagram Quenching	25
2.9 Muffle Furnace.....	28
2.10 Salt-bath Furnace	29
2.11 Vacuum Furnace	30
2.12 Fluidized-bed Furnace.....	31
2.13 (a) Alignment jig untuk spesimen, (b) modifikasi grip untuk uji kompresi IITRI	35
2.14 Struktur Poli Etilen Glikol (PEG)	38
2.15 Alat Uji SEM	40
2.16 Pelet Silika	46
3.1 Pasir Silika	49
3.2 Poli Etilen Glikol (PEG)	49
3.3 Furnace Muffle.....	50
3.4 Timbangan Analitik	50
3.5 Sarung Tangan	51
3.6 Mesin Uji Tekan.....	51
3.7 Pressure Gauge.....	52
3.8 Alat Uji SEM-EDX.....	52
4.1 Sampel sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan	59
4.2 Topologi dengan pasir silika yang belum di sintering	60

4.3 Topologi sampel 1	61
4.4 Topologi sampel 2	62
4.5 Topologi sampel 3	63
4.6 Partikel Size pasir silika yang belum disintering	64
4.7 Grafik ukuran partikel pasir silika yang belum disintering.....	65
4.8 Partikel Size sampel 1	65
4.9 Grafik ukuran partikel size sampel 1	66
4.10 Partikel Size sampel 2	67
4.11 Grafik ukuran partikel size sampel 2	68
4.12 Partikel Size sampel 3	69
4.13 Grafik ukuran partikel size sampel 3	70
4.14 Hasil Mapping pasir silika yang belum disintering.....	72
4.15 Hasil Mapping sampel 1.....	74
4.16 Hasil Mapping sampel 2.....	76
4.14 Hasil Mapping sampel 3.....	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang kaya akan sumber daya alam. Sebagai salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, Indonesia memiliki panjang garis pantai mencapai 95.181 km sehingga jumlah pasir pantainya sangat melimpah. Pasir pantai di Indonesia umumnya berwarna putih dan memiliki kecenderungan mengandung pasir silika. Kebanyakan pasir pantai merupakan bahan galian yang terdiri dari pasir silika dan mengandung senyawa lain seperti SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O . Didunia industri, penggunaan pasir pantai sudah berkembang luas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan campuran. Sebagai bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industri gelas kaca, semen, tegel, keramik, bahan baku fero silikon, silikon carbida bahan abrasit (ampelas dan *sand blasting*). Ada juga sebagai bahan campuran, misal dalam industri cor, industri perminyakan dan pertambangan, bata tahan api (refraktori), dan lain sebagainya (Latif, Triwikantoro, & Munasir, 2014).

Polietilenglikol (PEG) merupakan polimer dari etilen oksida dan air, dibuat menjadi bermacam-macam panjang rantainya. Bahan ini terdapat dalam berbagai macam berat molekul dan yang paling banyak digunakan adalah Polietilenglikol 200, 400, 600, 1000, 1500, 3350, 4000 dan 6000. Pemberian nomor menunjukkan berat molekul rata-rata 200, 400 dan 600 berupa cairan bening tidak berwarna dan mempunyai berat molekul rata-rata lebih dari 1000 berupa

lilin putih, padat. Polietilenglikol (PEG) disini digunakan sebagai bahan pengikat berfungsi untuk mengikat serbuk sementara sebelum disintering.

Sebagian silika telah direkayasa dengan teknologi nano untuk merubah kelompok atom atau molekul penyusunnya dalam skala nanometer. Dengan teknologi nano, silika dapat dimanfaatkan lebih efisien dan efektif (Latif et al., 2014). Silika dengan campuran kalsium dimanfaatkan sebagai bahan nanokomposit dapat dijadikan sebagai kandidat bahan bioaktif untuk aplikasi perbaikan jaringan tulang. Penelitian lain memanfaatkan silika sebagai campuran komposit untuk membentuk lapisan pencegah korosi(Latif et al., 2014). Selain itu, masih banyak lagi pemanfaatan silika untuk aplikasi di industri yang berkaitan dengan produksi pigmen, *pharmaceutical*, keramik, dan katalis (Latif et al., 2014).

Kebanyakan dalam teknologi serbuk, khususnya keramik setelah proses pencampuran dan dilakukan pencetakan untuk membuat keramik (*green body*). *Green Body* tersebut sangat mudah pecah dan berubah bentuk sebelum dilakukan pemanasan. Akan tetapi, apabila pemcampuran dengan Polyetilenglikol (PEG) dia tidak mudah pecah dan berubah bentuk, karena Polyetilenglikol (PEG) tersebut berfungsi sebagai bahan pengikat. Akan tetapi berapa komposisi campuran pasir silika sebagai bahan pengisi dan Polyetilenglikol (PEG) sebagai pengikat belum ada yang meneliti.

Dari latar belakang diatas, maka saya mengambil judul “ **Analisa Variasi Komposisi Bahan Pengikat Terhadap Mikrostruktur dan Kekuatan Tekan Pelet Pasir Silika** “ .

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan pengikat terhadap kekuatan tekan pelet pasir silika ?
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bahan pengikat terhadap mikrostruktur ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan pengikat terhadap kekuatan tekan pelet pasir silika.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi bahan pengikat terhadap mikrostruktur.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadikan rujukan bagi penelitian selanjutnya tentang komposisi PEG yang sesuai sebagai pengikat pasir silika.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah, maka penulis mengambil batasan masalah.

Adapun batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini terbatas pada perlakuan panas dengan menggunakan *muffle furnace*.
2. Bahan yang digunakan adalah Pasir Silika SiO_2 dari Pulau Rupat, Kabupaten Bengkalis.
3. Temperatur yang digunakan 1200°C.
4. Waktu penahanan temperatur (*holding time*) 4 jam.
5. Polyetilenglykol dan Pasir silika yang digunakan adalah (85% pasir silika : 15 % PEG) , (90% pasir silika : 10% PEG) , (95% pasir silika : 5% PEG).
6. Pengujian yang dilakukan : Uji Tekan dan Pengamatan Struktur Mikro.
7. Bahan pengikat yang dipakai *Polyetilenglikol* (PEG) 400.
8. Penekanan 5 Ton.

1.6 Sistematika Penulisan

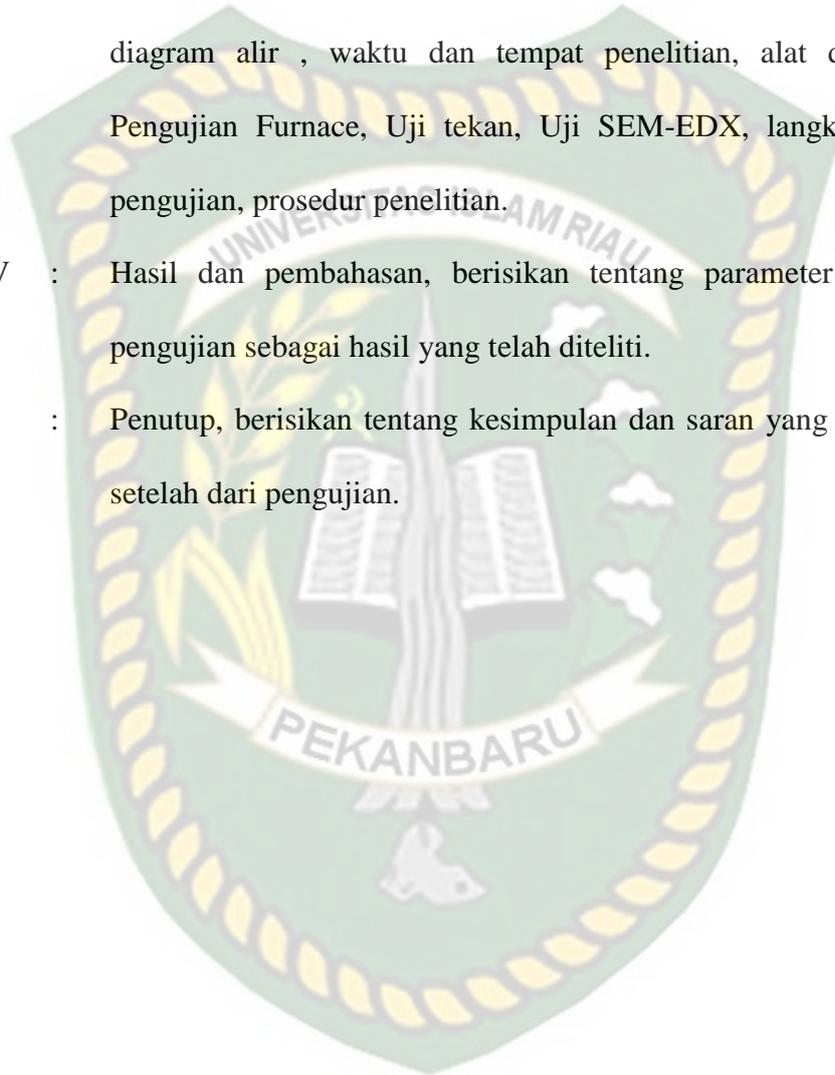
Sistematika penulisan Tugas Akhir ini di rangkum dalam beberapa bab dimana setiap bab menjelaskan bagian-bagian dari Tugas Akhir ini.

Bab I : Memaparkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II : Memaparkan tentang pasir silika, silika (*silica*), tungku pemanas (*Furnace*), pengamatan *metalografy*, Heat Treatment, uji tekan,

polimer, Poli Etilen Glikol (PEG), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), mesin pres dan hot pres, perhitungan volume mol.

- Bab III : Membahas tentang metode penelitian yang dilakukan yaitu : diagram alir , waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, Pengujian Furnace, Uji tekan, Uji SEM-EDX, langkah-langkah pengujian, prosedur penelitian.
- Bab IV : Hasil dan pembahasan, berisikan tentang parameter dan hasil pengujian sebagai hasil yang telah diteliti.
- Bab V : Penutup, berisikan tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan setelah dari pengujian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasir Silika

Pasir Silika adalah salah satu material alam yang melimpah di Indonesia, tercatat bahwa total sumber daya Pasir Silika sebesar 18 milyar ton. Permintaan pasir silika dengan kadar kemurnian yang tinggi untuk pemenuhan kebutuhan industri sangat tinggi. Di dunia perindustrian pemakaian pasir silika saat ini cukup pesat, seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain (Sumarno et al., 2015)

Di alam, silika sulit didapatkan sebagai unsur dengan kemurnian tinggi, karena memiliki afinitas tinggi terhadap oksida dan atom lain dengan elektronegativitas tinggi. Secara kimia, ikatan antara oksigen dengan silikon bersifat 50% kovalen dan 50% ionik, sehingga membentuk ikatan yang kuat (White, 2005). Kandungan pengotor yang terdapat didalam pasir silika dapat mempengaruhi kualitas pasir silika dan produk berbahan baku pasir silika seperti merusak transmisi dari fiber optik dan transparansi pada industri kaca, menghitamkan produk keramik dan menurunkan titik leleh dari material refraktori. Sehingga dalam penggunaannya pasir silika perlu dimurnikan terlebih dahulu.

Proses pemurnian pasir silika dapat dilakukan dengan metode kimia, fisika, biologi, atau gabungan antara ketiga metode tersebut. Selain itu juga proses

pemurnian pasir silika dapat dilakukan dengan proses *leaching* asam, dimana proses ini menggunakan asam organik dan asam anorganik (Ming-Tsai, L., Yi-Chin, Y., Ru-Chien, L., Bo-Han, C., Jen-Chieh C., “Yung-Fang, 2012). Proses pemurnian pasir silika juga dapat dilakukan dengan metode *leaching* dengan *treatment* sonikasi. Sonikasi pada proses pemurnian pasir silika digunakan sebagai energi untuk mempercepat proses *leaching* (Garcia, J.L. & Castro, 2003).

Pasir silika merupakan jenis pasir yang memiliki manfaat untuk kehidupan manusia. Sebagai contoh pasir silika bisa digunakan untuk bahan baku kaca, keramik bahkan untuk saringan filter air. Pasir silika merupakan salah satu mineral yang umum banyak ditemukan dikerak kontinen bumi.. Kandungan pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O berwarna putih bening atau warna lain tergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis $2,65 g/cm^3$, titik lebur $1715 ^\circ C$, bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik $0,185$, dan konduktivitas termal $12-100 ^\circ C$.

Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir silika sudah berkembang meluas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan ikutan. Sebagai bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industri gelas kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silikon, silikon *carbide* bahan abrasit (*ampelas* dan *sand blasting*). Sedangkan sebagai bahan ikutan, misalnya dalam industri cor, industri perminyakan dan pertambangan, bahan tahan api (*refraktori*), dan lain sebagainya. Pasir silika juga biasa dipergunakan untuk pembikinan gelas, kaca,

bahan campuran semen, *blasting* pipa (*sand blasting*) dan lainnya. Pasir silika digunakan untuk menyaring lumpur, tanah dan partikel besar/kecil dalam air dan biasa digunakan untuk penyaringan tahap awal.

Secara umum pasir silika di Indonesia mempunyai komposisi kimia seperti yang ditampilkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi kimia secara umum pasir silika di Indonesia

Komponen	Kandungan (%)
SiO_2	55,30 – 99, 87
Fe_2O_3	0,01 – 9,14
Al_2O_3	0,01 – 19,00
TiO_2	0,01 – 0,49
CaO	0,01 – 3,24
MgO	0,01 – 0,26
K_2O	0,01 – 1,00

(Sumber :Fhendy, 2011)

2.1.1 Sifat Fisik Pasir Silika

Silika biasanya diperoleh melalui proses penambangan, dimulai dari menambang pasir silika sebagai bahan baku. Pasir silika tersebut kemudian dipisahkan dan dikeringkan kembali sehingga diperoleh pasir dengan kadar SiO_2 yang lebih tinggi dari sebelumnya.

Sifat-sifat fisik pasir mineral silika dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Sifat Fisik Pasir Mineral Silika

Warna	Putih atau warna lain tergantung senyawa pengotornya, misalnya warna kekuningan untuk yang mengandung Fe
Kekerasan	7 (skala mohs)
Berat Jenis	2,65 g/cm^3
Titik Lebur	1715 °C
Bentuk Kristal	Hexagonal
Panas Sfesifik	0,185
Panas Konduktifitas	12-100 °C

(Sumber : profil bahan Galian Golongan C untuk bahan baku Industri)

Ada beberapa kriteria yang menjadi pertimbangan pelaku industri dalam hal pemakaian pasir silika, kriterianya ini meliputi :

1. Kadar SiO_2 (Silikat)
2. Ukuran yang seragam
3. Warna

2.2 Silika (SiO_2)

Silikon dioksida atau silika adalah salah satu senyawa kimia yang paling umum. Silika murni terdapat dalam dua bentuk yaitu kuarsa dan kristobalit. Silikon selalu terikat secara tetrahedral kepada empat atom oksigen, namun ikatan-ikatannya mempunyai sifat yang cukup ionik. Dalam kristobalit, atom-atom silika ditempatkan seperti halnya atom-atom karbon dalam intan dengan

atom-atom oksigen berada ditengah dari setiap pasangan. *Kuasra* dan kristobalit dapat saling dipertukarkan apabila dipanaskan. Proses ini lambat karena dibutuhkan pemutusan dan pembentukan kembali ikatan-ikatan dan energi pengaktifannya tinggi. Silika relatif tidak reaktif terhadap Cl_2 , H_2 , asam-asam dan sebagian besar logam pada suhu $25^{\circ}C$ atau pada suhu yang lebih tinggi, tetapi dapat diserang oleh F_2 , HF aqua, hidroksida alkali dan leburan-leburan karbonat.

Bentuk-bentuk silika merupakan beberapa struktur kristal yang penting bukan saja karena silika merupakan zat yang melimpah dan berguna, tetapi karena strukturnya SiO_4 adalah unit yang mendasar dalam kebanyakan mineral.

Kadar silika memiliki dua ciri utama, yaitu :

1. Setiap atom *silicon* berada pada pusat suatu tetrahedron yang terdiri dari empat atom oksigen.
2. Setiap atom oksigen berada ditengah-tengah antara dua atom *silicon*.

Tabel 2.3 Sifat Fisika Silika

Sifat Fisika	
Nama IUPAC	Silikon Dioksida
Nama lain	Kuarsa, silika, ilikat dioksida, silicon (IV) oksida
Rumus molekul	SiO_2
Massa molar	$60,08 \text{ g mol}^{-1}$
Penampilan	Kristal Transparan
Titik lebur	$1600-1725^{\circ}C$
Titik didih	$2230^{\circ}C$

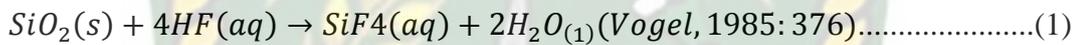
Sumber (Academia,2009)

Adapun sifat kimia dari silika (SiO_2) yaitu :

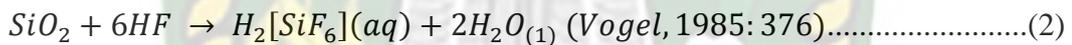
Kandungan Mineral silika mempunyai berbagai sifat kimia antara lain sebagai berikut :

a. Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hidrofluorida dan asam fospat.

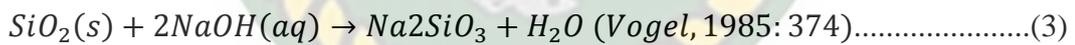


Dalam asam berlebih reaksinya adalah :



b. Reaksi Basa

Silika dapat bereaksi dengan basa, terutama dengan basa kuat, seperti dengan hidrooksida alkali.



Secara umum, silika dibuat dengan mencampur larutan natrium silikat dengan suatu asam mineral. Reaksi ini menghasilkan suatu dispersi pekat yang akhirnya memisahkan partikel dari silika terhidrat, yang dikenal sebagai silika hidrosol atau asam silikast yang kemudian dikeringkan pada suhu $110^\circ C$ agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi :





Senyawa kimiasilikon dioksida, juga dikenal sebagai silika (dari silex Latin), adalah oksida silicom dengan rumus kimia SiO_2 . Telah dikenal sejak zaman dahulu karena kekerasannya. Silika ini sering ditemukan di alam sebagai pasir atau kuarsa, serta di dinding sel diatom. Silika diproduksi dalam beberapa bentuk termasuk leburan kuarsa, kristal, silica kesal (atau silica pyrogenic, merek dagang Aerosil atau Cab-O-Sil), silika koloid, gel silika dan Aerogel.

SiO_2 memiliki sejumlah bentuk Kristal yang berbeda (polimorf) selain bentuk-bentuk amorf. Dengan pengecualian stishovite dan silica berserat, semua bentuk Kristal melibatkan unit SiO_4 tetrahedral dihubungkan oleh vektor bersama pada pengaturan yang berbeda. Silikon oksigen panjang ikatan bervariasi antara bentuk Kristal yang berbeda, misalnya dalam α kuarsa panjang obligasi adalah *sharing*. *Stishovite* 161 pm, sedangkan di α tridimit itu 154 -171 pm jangkauan. Sudut Si-O-Si juga bervariasi antara nilai rendah 140° α - tridimit, sampai 180° pada β - tridimit. Pada α - kuarsa sudut Si-O-Si adalah 144° .

Dalam kapasitasnya sebagai bahan tahan api, itu berguna dalam bentuk serat sebagai kain perlindungan termal suhu tinggi. Dalam kosmetik, hal ini berguna untuk sifat cahaya menyebar dan serap alami. Dalam produk farmasim silica bantu aliran bubuk saat tablet terbentuk. Akhirnya, ia digunakan sebagai senyawa peningkatan termal di industri panas sumber tanah pompa.

Silika berserat memiliki struktur yang serupa dengan SiS_2 *etrahedra* SiO_4 tepi, bentuk tekanan yang lebih tinggi, sebaliknya memiliki rutil seperti struktur di

mana silicon adalah 6 koordinat. Kepadatan stishovite adalah $4,287 \text{ g/cm}^3$, yang membandingkan untuk φ – kuarsa, yang terpadat dari bentuk-bentuk tekanan rendah, yang memiliki kerapatan $2,648 \text{ g/cm}^3$. Perbedaan densitas dapat berasal dari peningkatan koordinasi sebagai enam panjang terpendek ikatan Si-O dalam stishovite (empat panjang ikatan Si-O dari 176 pm dan dua orang 181 pm) lebih besar dari panjang ikatan Si-O (161 pm) dalam φ – kuarsa. Alam koordinasi meningkatkan *iconicity* ikatan Si-O.

2.2.1 Silika Presipitat

Silika presipitat yang biasa disebut *particulate* siika, terbentuk baik dari fase uap maupun dari presipitasi larutan. Silika presipitat dalam bentuk *powder* atau bubuk memiliki struktur yang lebih terbuka dengan volume pori yang lebih tinggi daripada silika gel dalam bentuk yang sama. Silika dapat dipresipitasi dari larutan natrium silikat dengan menggunakan konsentrasi yang lebih rendah daripada dalam pembuatan gel. Proses presipitasi terjadi dalam beberapa langkah diantaranya adalah nukleasi partikel, pertumbuhan partikel menjadi ukuran yang diinginkan, koagulasi untuk membentuk akumulasi dengan kontrol pH dan konsentrasi ion natrium, serta penguatan kumpulan partikel tanpa nukleasi lebih lanjut. Silika banyak digunakan di industri karena sifat dan morfologinya yang unik.

Sifat Fisika dan Kimia Likat Presipitasi :

Tabel 2.4 Sifat Fisika silika presipitat

Sifat Fisika	
Bentuk	Powder
Warna	Putih
Kelarutan dalam air	0,012 g/100 ml
Kandungan silika	$\pm 99\%$
Density	2,634 g/cm ³
<i>Spesific gravity</i>	2

(Sumber : Academia, 2012)

Sifat Kimia :

Silika presipitat memiliki dua gugus fungsi yang berbeda pada permukaannya, yaitu gugus (Si-OH) dan gugus siloxane (Si-O-Si). Kedua gugus fungsi ini mempengaruhi properti pada permukaan dengan 5-6 gugus silanol per nm^2 , menghasilkan silika presipitasi yang hidrofilik. Sedangkan gugus siloksan bersifat inert secara kimiawi dan kereaktifannya menghasilkan silika presipitasi dengan permukaan yang beragam. Sehingga reaksinya dengan organosilanes atau silikon membuatnya bersifat hidrofobik. Kandungan-kandungan dalam silika presipitasi dapat dianalisa dengan berbagai metode. Kandungan silika dapat diketahui secara gravimetri menggunakan *hydrofluoric acid*, analisa zat pengotor berupa logam dapat dilakukan dengan AAS, sedangkan kandungan sulfat dapat diperoleh dengan titrasi potensiometri.

2.2.2 Silika Gel

Silika Gel adalah butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, silika dibuat secara sintesis dari natrium silikat. Walaupun namanya gel tapi tetap tergolong dalam silika padat. Jangan terlalu mengartikan gel dalam pengertian suatu produk yang bentuknya gel ataupun silicon gel.

Gel (dari bahasa Latin gelu — membeku, dingin, es atau gelatus — membeku) adalah campuran koloidal antara dua zat berbeda fase: padat dan cair. Penampilan gel seperti zat padat yang lunak dan kenyal (seperti jelly), namun pada rentang suhu tertentu dapat berperilaku seperti fluida (mengalir). Berdasarkan berat, kebanyakan gel seharusnya tergolong zat cair, namun mereka juga memiliki sifat seperti benda padat. Contoh gel adalah gelatin, agar-agar, dan gel rambut. Biasanya gel memiliki sifat tiksotropi: menjadi cairan ketika digoyang, tetapi kembali memadat ketika dibiarkan tenang. Beberapa gel juga menunjukkan gejala histeresis. Dengan mengganti cairan dengan gas dimungkinkan pula untuk membentuk aerogel (gel udara), yang merupakan bahan dengan sifat-sifat yang khusus, seperti massa jenis rendah, luas permukaan yang sangat besar, dan isolator panas yang sangat baik. Pada 2005 sebuah efek sound induced gelation didemonstrasikan. Banyak zat dapat membentuk gel apabila ditambah bahan pembentuk gel (gelling agent) yang sesuai. Teknik ini umum digunakan dalam produksi berbagai macam produk industri, dari makanan sampai cat serta perekat.

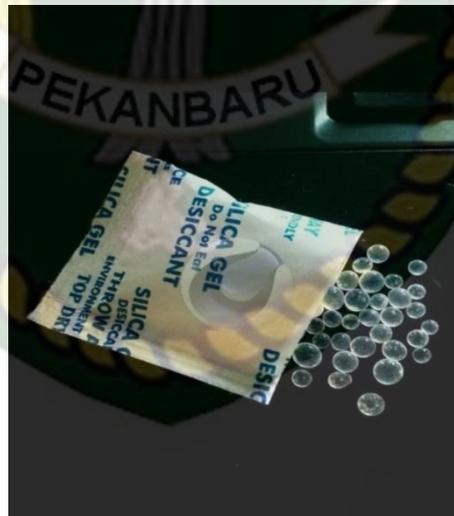
Berdasarkan cara pembuatannya silika gel dibagi menjadi dua macam, diantaranya adalah :

a. Silika Gel Sintetis

Silika Gel Sintetis, dibuat dengan melalui proses dan pengolahan menggunakan mesin. Yang mana terdapat perubahan bentuk dan jenis dari bahan menjadi barang jadi. Dengan bahan dasar Pasir kwarsa dan Soda Ash dijadikan *Silica Gel* (SiO_2). Dalam perkembangannya silika gel sintetis ada dua yaitu :

1. Silika Gel Putih (*White*)

Silika Gel *White* merupakan silika gel sintetis berupa butiran berwarna putih/ bening.



Gambar 2.1 Silika Gel Putih

Kode : SGW1G, Diameter Butiran : 2-5 mm, Ukuran Sachet : 3x4cm

PT DCS Surabaya

2. Silika Gel Biru (*Blue*)

Silika Gel *Blue* merupakan silika gel sintetis yang dimodifikasi dengan penambahan indikator warna biru. Indikator warna berubah menjadi merah bata pada kondisi jenuh. Bahan ini mengandung kobalt klorida yang memiliki efek samping bersifat karsinogenik dan menyebabkan iritasi pernapasan. Sebaiknya silika gel *blue* dihindari penggunaannya dari produk makanan.



Gambar 2.2 Silika Gel Biru

Karakteristik : Silikat (SiO_3) Sintetis berbentuk butiran dan terdapat Cobalt Chloride ($CoCl_2$) sebagai self-indicator berwarna biru. Diameter butiran :2-5 mm.

PT Fafrah Lens

3. Silika Gel Alami (*Natural*)

Silika Gel *Natural* merupakan silika gel berbahan alami/*natural* seperti batu zeolite dan zat lain yang terkandung senyawa silika didalamnya seperti halnya abu cangkang dan fiber kelapa sawit yang diolah melalui proses aktivasi dan *screening*.



Gambar 2.3 Silika Gel Alami

Silika Gel alami digunakan untuk makanan dan obat-obatan

PT Awan Digital

Silika gel memiliki standar teknis untuk lembaga inspeksi nasional seperti MIL-D3464E, JISS-0701, DIN 55473 dan sebagainya. Berikut ini adalah tabel spesifikasi silika gel disecant sesuai standar JISS-0701

Tabel 2.5 Spesifikasi Silika Gel Standar JISS-0701

ITEM TEST	Standar JISS-0701
Butir Diameter (mm)	2,0-5,0 (sesuai kebutuhan)
Kerugian Pengeringan pada 180°C (%)	5,0 max
pH	4,0 – 8,0
Kadar Air (%)	2,5 max
Jelas Density (g/ml)	0,73
Luas Permukaan (m ² /g)	650
Pori Volume (ml/g)	0,36
Av. Pori Diameter (mm)	22
Bahan Jenis (kcal / KG . C)	0,22
Konduktivitas Termal (kcal / m . Hr . C)	0,15
Spesific Resistance (Ω/cm)	3000 min
Kelembaban	
RH = 20%	8,0 % min
RH = 40%	20,0 % min
Penyerapan Kadar Air	41%

Sumber : (Badan Standardisasi Nasional, 2015)

2.3 Pengamatan *Metalography*

Sifat-sifat fisis dan mekanik dari material tergantung dari struktur mikro material tersebut. Struktur mikro dalam logam (paduan) di tunjukan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana mereka tersusun atau terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa faktor seperti, elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan. Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan koefisien pembesaran dan metode kerja yang bervariasi.

Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah:

a. *Sectioning* (Pemotongan)

Pemotongan ini dipilih sesuai dengan bagian yang akan diamati struktur mikronya. Spesimen uji dipotong dengan ukuran seperlunya.

b. *Grinding* (Pengamplasan kasar)

Tahap ini untuk menghaluskan dan meratakan permukaan spesimen uji yang ditujukan untuk menghilangkan retak dan goresan. *Grinding* dilakukan secara bertahap dari ukuran yang paling kecil hingga besar.

c. *Polishing* (Pemolesan)

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang mengkilap, tidak boleh ada goresan. Pada tahap ini dilakukan dengan

menggunakan kain yang telah olesi autosol. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

Pemolesan: Dalam melakukan pemolesan sebaiknya dilakukan dengan satu arah agar tidak terjadi goresan. Pemolesan ini menggunakan kain yang diolesi autosol dan dalam melakukan pembersihan harus sampai bersih.

Penekanan: Dalam melakukan pengamplasan pada mesin amplasan jangan terlalu menekan. Apabila terlalu menekan maka arah dan posisi pemolesan dapat berubah dan kemungkinan terjadi goresan-goresan yang tidak teratur.

d. Etching (Pengetsaan)

Hasil dari proses pemolesan akan berupa permukaan yang mengkilap seperti cermin. Agar struktur terlihat jelas maka permukaan tersebut di etsa. Dalam pengetsaan jangan terlalu kuat karena akan terjadi kekosongan pada benda uji.

e. Pemotretan

Dimaksudkan untuk mendapatkan gambar dari struktur mikro dari spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop. spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.



Gambar 2.4 Alat Pengamatan *Metalography*

2.4 Heat Treatment

Proses perlakuan panas pada umumnya untuk memodifikasi struktur mikro baja sehingga meningkatkan sifat mekanik, salah satunya yaitu kekerasan.

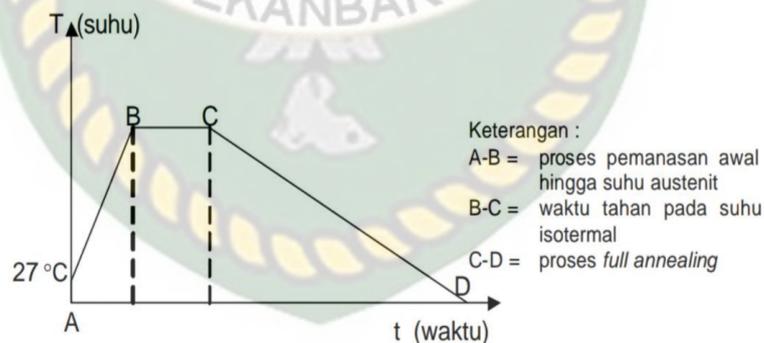
Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi dari proses pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam/paduan dalam keadaan padat, sebagai upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Perubahan tersebut terjadi karena ada perubahan struktur mikro selama proses pemanasan dan pendinginan dimana sifat logam atau paduan sangat dipengaruhi oleh struktur mikro. Proses perlakuan panas terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari proses pemanasan bahan hingga pada suhu tertentu dan selanjutnya didinginkan juga dengan cara tertentu. Tujuan dari perlakuan panas adalah dapat mendapatkan sifat-sifat mekanik yang lebih baik dan sesuai yang diinginkan seperti meningkatkan kekuatan dan kekerasan, mengurangi tegangan, melunakkan, mengembalikan pada kondisi normal akibat pengaruh pengerjaan sebelumnya, dan menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh pada pengerjaan sebelumnya, dan menghaluskan butir kristal yang akan berpengaruh pada keuletan bahan.

Secara umum, proses perlakuan panas adalah :

- Memanaskan logam/paduannya sampai pada suhu tertentu (*heating temperature*).
- Mempertahankan pada suhu pemanasan tersebut dalam waktu tertentu (*holding time*).
- Mendinginkan dengan media pendingin dan laju tertentu.

2.4.1 Annealing

Proses *annealing* adalah proses pemanasan baja di atas temperature kritis (723°C) selanjutnya dibiarkan beberapa lama sampai temperature merata disusul dengan pendinginan secara perlahan-lahan sambil dijaga agar temperature bagian luar dan dalam kira-kira sama, sehingga diperoleh struktur yang diinginkan.

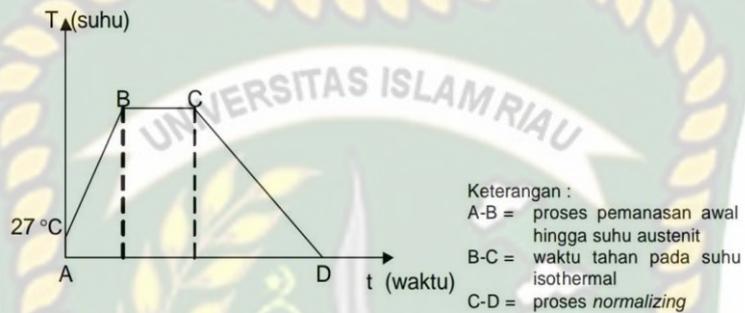


Gambar 2.5 Diagram *Annealing*

2.4.2 Normalizing

Normalizing adalah proses pemanasan pada suhu austenite dan didinginkan di udara terbuka. Adapun caranya adalah memanaskan baja pada suhu

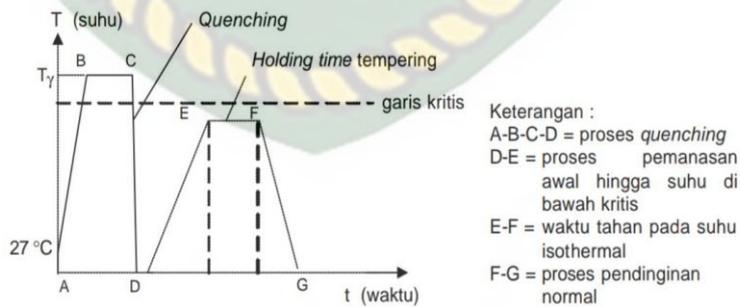
10-40 °C diatas daerah kritis atas disusul dengan pendinginan dalam udara. *Normalizing* biasa diterapkan pada baja karbon rendah dan baja paduan untuk menghilangkan pengaruh pengerjaan bahan sebelumnya, menghilangkan tegangan dalam, dan memperoleh sifat-sifat yang diinginkan.



Gambar 2.6 Diagram *Normalizing*

2.4.3 Tempering

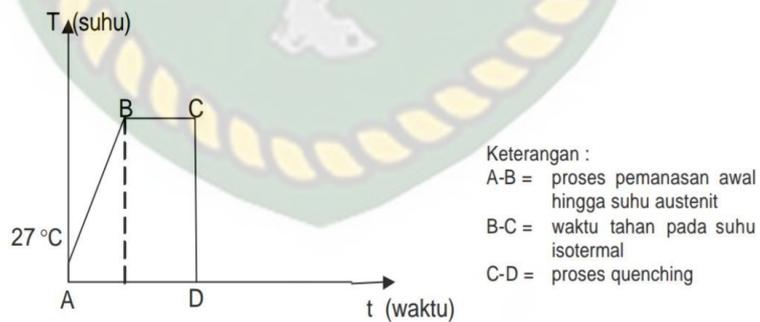
Tempering didefinisikan sebagai proses pemanasan logam setelah dikeraskan (*quenching*) pada temperature *tempering* (dibawah suhu kritis) sehingga diperoleh *ductility* tertentu, yang dilanjutkan dengan proses pendinginan.



Gambar 2.7 Diagram *Tempering*

2.4.4 Quenching

Quenching merupakan proses pengerjaan logam dengan pendinginan secara cepat. Sehingga melalui *quenching* akan mencegah adanya proses yang dapat terjadi pada pendinginan lambat seperti pertumbuhan butir. Secara umum, *quenching* akan menyebabkan menurunnya ukuran butir dan dapat meningkatkan nilai kekerasan pada suatu paduan logam. Laju *quenching* tergantung pada beberapa factor yaitu medium, panas spesifik, panas pada penguapan, konduktifitas termal medium, viskositas, dan agritasi (aliran media pendingin). Kecepatan pendinginan dengan air lebih besar dibandingkan pendinginan dengan oli, sedangkan pendinginan dengan udara memiliki kecepatan yang paling kecil. Pada umumnya yang telah mengalami proses *quenching* memiliki kekerasan yang tinggi serta dapat mencapai kekerasan yang maksimum tetapi agak rapuh. Dengan adanya sifat yang rapuh, maka kita harus menguranginya dengan melakukan proses lebih lanjut seperti tempering.



Gambar 2.8 Diagram *Quenching*

2.5 Ruang Pembakaran (*Furnace*)

Furnace adalah dapur sebagai penerima panas bahan bakar untuk pembakaran, yang terdapat fire gate di bagian bawah sebagai alas bahan bakar dan yang sekelilingnya adalah pipa-pipa air ketel yang menempel pada dinding tembok ruang pembakaran yang menerima panas dari bahan bakar secara radiasi, konduksi, dan konveksi.

Tungku adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk melelehkan logam untuk pembuatan bagian mesin (casting) atau untuk memanaskan bahan serta mengubah bentuknya (misalnya rolling/penggulungan, penempaan) atau mengubah sifat-sifatnya (perlakuan panas).

Idealnya tungku harus memanaskan bahan sebanyak mungkin sampai mencapai suhu yang seragam dengan bahan bakar dan buruh sesedikit mungkin. Kunci dari operasi tungku yang efisien terletak pada pembakaran bahan bakar yang sempurna dengan udara berlebih yang minim. Tungku beroperasi dengan efisiensi yang relatif rendah (serendah 7 persen) dibandingkan dengan peralatan pembakaran lainnya seperti boiler (dengan efisiensi lebih dari 90 persen). Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang tinggi dalam tungku. Sebagai contoh, sebuah tungku yang memanaskan bahan sampai suhu 1200 derajat Celsius akan mengemisikan gas buang pada suhu 1200 derajat celsius atau lebih yang mengakibatkan kehilangan panas yang cukup signifikan melalui cerobong.

Seluruh tungku memiliki komponen-komponen :

1. Ruang refraktori dibangun dari bahan isolasi untuk menahan panas pada suhu operasi yang tinggi.
2. Perapian untuk menyangga atau membawa baja, yang terdiri dari bahan refraktori yang didukung oleh sebuah bangunan baja, sebagian darinya didinginkan oleh air.
3. Burners yang menggunakan bahan bakar cair atau gas digunakan untuk menaikan dan menjaga suhu dalam ruangan. Batubara atau listrik dapat digunakan dalam pemanasan ulang/reheating tungku.
4. Cerobong digunakan untuk membuang gas buang pembakaran dari ruangan.
5. Pintu pengisian dan pengeluaran digunakan untuk pemuatan dan pengeluaran muatan. Peralatan bongkar muat termasuk roller tables, conveyor, mesin pemuat dan pendorong tungku.

2.5.1 Macam-macam Furnace

2.5.1.1 Muffle Furnace

Muffle furnace adalah tungku dimana bahan subyek dan semua produk pembakaran termasuk gas dan abu terisolasi dari bahan bakar. Setelah pengembangan pemanas listrik temperatur tinggi dengan elemen dan elektrifikasi yang berkembang di negara-negara maju, muffle furnace dengan cepat berubah ke listrik. Saat ini, muffle furnace biasanya berupa sebuah front-loading kotak-jenis oven atau kiln untuk aplikasi suhu tinggi seperti kaca sekering, menciptakan lapisan enamel, keramik dan barang solder dan mematri. Muffle furnace juga

digunakan dalam banyak penelitian, misalnya oleh ahli kimia untuk menentukan berapa proporsi sampel yang mudah terbakar dan non-volatile. jenis Vecstar, sekarang bisa menghasilkan kerja suhu sampai 1800 derajat Celcius, yang memfasilitasi aplikasi metalurgi lebih canggih. Muffle furnace yang panjang juga dapat digunakan untuk memanaskan benda yang dibangun di banyak prinsip yang sama dengan jenis kiln kotak tersebut, bentuk tabung hampa panjang, lebar, dan tipis yang digunakan dalam roll untuk menggulung proses manufaktur. Kedua furnace yang disebutkan di atas biasanya dipanaskan sampai suhu yang diinginkan untuk konduksi, konveksi, atau radiasi dan hambatan listrik dari elemen pemanas. Oleh karena itu biasanya tidak ada pembakaran yang terlibat dalam kontrol suhu sistem, yang memungkinkan untuk kontrol jauh lebih besar keseragaman suhu dan menjamin isolasi bahan yang dipanaskan dari produk sampingan pembakaran bahan bakar.



Gambar 2.9 *Muffle furnace*

(Sumber : Politeknik Kampar)

2.5.1.2 Salt bath Furnace

Salt bath furnace modern digunakan untuk sejumlah aplikasi perlakuan panas seperti:

1. Preheating
2. Austenitizing
3. Martempering
4. Pengerasan netral
5. High-Speed Tool Pengerasan
6. Tempering Nitridasi
7. Karburizing
8. heat treatment solution
9. Dip brazing



Gambar 2.10 Salt-bath furnace TS 30/18

2.5.1.3 Vacuum Furnace

Vacuum furnace adalah jenis furnace yang dapat memanaskan bahan, biasanya logam, pada temperatur sangat tinggi dan melaksanakan proses seperti mematri, sintering dan perlakuan panas dengan konsistensi tinggi dan kontaminasi rendah. Dalam sebuah vacuum furnace produk dalam tungku dikelilingi oleh ruang hampa. Tidak adanya udara atau gas lainnya mencegah perpindahan panas dengan produk melalui konveksi dan menghilangkan sumber kontaminasi.



Gambar 2.11 Vacuum Furnace

2.5.1.4 Fluidized-bed Furnace

Fluidized-bed furnace adalah tungku berbentuk silinder atau persegi dan terdiri sebuah tungku Panjang Dari Ruang dan Reaksi Ruang untuk penyediaan ledakan Udara atau distribusi gas ke perapian.

Proses proses yg dapat dilakukan di fluidized bed furnace adalah:

1. Nitro Carburizing
2. Carbonitriding
3. Carburizing
4. Gas Nidriding
5. Annealing
6. Normalising
7. dan proses heat treatment lainnya dalam satu tungku



Gambar 2.12 *Fluidized-bed Furnace*

2.6 Uji Tekan

Qolik (1991), mengenai fungsi pengujian tarik adalah untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu logam terhadap tarikan dimana sifat mekanis tersebut antara lain mengetahui titik luluh, titik tarikan maksimum, titik putus, dan karakter bahan (ulet, getas), terutama untuk keperluan perencanaan konstruksi maupun pengerjaan logam tersebut, untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan.

Kekuatan tekan dan kekuatan tarik sebenarnya hampir sama, sehingga fungsi hampir sama. Pada beberapa bahan uji yang dibuat sesuai panjang, spesimen akan melengkung jika diuji menggunakan pengujian tekan. Namun pengujian tekan ini masih diperlukan karena ada beberapa bahan yang memiliki perbedaan sehingga bahan tersebut berbeda pula sifat bahan dalam menerima pengujian tekan. Umumnya, pengujian tekan ini dilakukan pada logam yang bersifat getas, karena bahan uji yang demikian memiliki titik hancur yang terlihat jelas pada saat dilakukan pengujian tekan. (Cahyaningtyas, 2016).

Pada pengujian tekan berdasarkan ASTM D 3410 bisa didapatkan nilai-nilai sebagai berikut :

a. *Compressive Strength* (kekuatan tekan)

Untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan menggunakan persamaan :

$$\sigma_c = P/A \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

$$\sigma_c = \text{Kekuatan tekan (Mpa)}$$

$$P = \text{Gaya pembebanan max (N)}$$

$$A = \text{Luas area (mm}^2\text{)}$$

Kekuatan tarik tekan yang digunakan pada kurva adalah tegangan membujur rata-rata dari pengujian tarik tekan yang diperoleh dengan membagi beban maksimum dengan luas awal penampang melintang benda uji.

b. *Compressive Strain* (regangan tekan)

Untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan menggunakan persamaan :

$$\varepsilon = \Delta L/L_0 \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

ε = Regangan tekan

ΔL = Perubahan panjang

L_0 = Panjang awal

Regangan yang digunakan untuk kurva dengan tegangan regangan rekayasa adalah regangan rata-rata yang diperoleh dengan membagi perpanjangan spesimen dengan panjang awalnya.

c. *Compressive Modulus of Elasticity* (Modulus elastisitas)

Untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan menggunakan persamaan :

$$E^c = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\frac{F_2 - F_1}{A}}{\frac{L_2 - L_1}{l_0}} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

E_c = Modulus elastisitas

$\Delta\sigma$ = Perubahan kekuatan tekan

$\Delta\varepsilon$ = Perubahan regangan

l_0 = Panjang awal

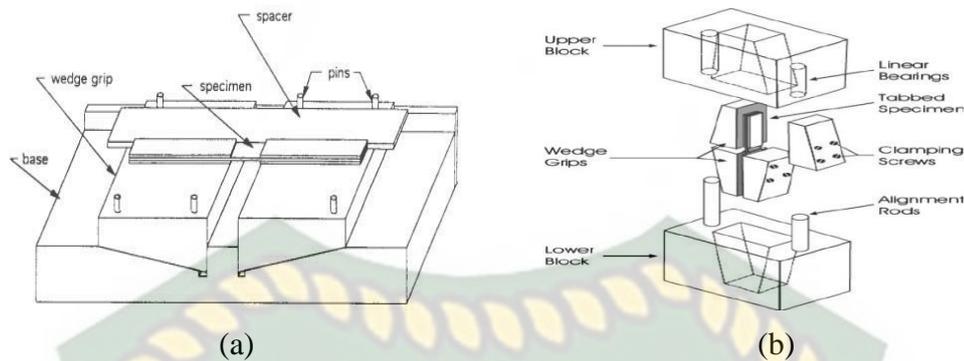
L_2, L_1 = Travel

F_2, F_1 = Force

A = Luas area

Modulus elastisitas adalah ketahanan deformasi elastis material ketika diberi beban tertentu. Modulus elastisitas diperoleh dari membagi perubahan tegangan dengan perubahan tegangan.

Dalam pengujian tekan material komposit salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kegagalan pada pengujian tekan mengacu pada ASTM D-3410, metode ini mempunyai bentuk spesimen yang relatif pendek. Sebagaimana pada pengujian tarik, luasan permukaan kedua ujung yang dijepit harus mencukupi untuk mentransfer gaya tekan melalui proses pembesaran geser. Disamping itu, kedua permukaan kontak tersebut juga diberi tab seperti pada spesimen uji tarik. Dengan demikian, terjadinya kegagalan pada mulut permukaan rahang yang dijepit dapat dihindari. Panjang ukurannya sangat ditentukan oleh jaminan bahwa spesimen benar-benar mengalami pembebanan tekan bukan tekuk, sehingga sangat tergantung pada ukuran tebal spesimennya. Dalam ASTM D-3410 dikenal dua model penjepitan spesimen, yakni model *Celanese* dan model IITRI (*Illinois Institute of Technology Research Institute*) yang dikembangkan oleh dua badan pengujian yang berbeda. Pada pengujian tekan model IITRI spesimen uji yang identik dengan model penjepit dan *Strain gage* dipasang pada spesimen yaitu dimuat diantara potongan yang bergerigi yang dibatasi oleh basis baja padat. Untuk letak model penjepit *Celanese* pada ASTM D-3410 letak geometri spesimen dan alignment jig spesimen ditunjukkan pada gambar 2.13. Dari pengujian tekan dapat diperoleh data tentang kuat tekan, modulus elastisitas *Young* dan angka perbandingan *Poisson*.



Gambar 2.13 (a) Alignment Jig untuk spesimen , (b) Modifikasi Grip untuk uji Kompresi IITRI

2.7 Polimer

Kata polimer pertama kali digunakan oleh kimiawan Swedia Berzelius pada tahun 1833. Sepanjang abad 19 para ilmuwan bekerja dengan makromolekul tanpa memiliki suatu pengertian yang jelas mengenai strukturnya. Sebenarnya, beberapa polimer alam yang termodifikasi telah dikomersialkan. Polimer berasal dari bahasa Yunani yaitu *poly*, yang berarti banyak, dan *mer*, yang berarti bagian atau satuan. Ciri utama polimer yakni mempunyai rantai yang sangat panjang dan memiliki massa molekul yang besar (Stevens, 2001).

Polimer merupakan rangkaian molekul panjang yang tersusun dari pengulangan kesatuan molekul yang kecil dan sederhana. Molekul kecil dan sederhana penyusun polimer disebut dengan monomer. Polimer dengan massa molekul yang besar disebut dengan polimer tinggi. Polimer tinggi terdapat di alam seperti pati, selulosa, protein, dan kitosan serta yang dapat disintesis di laboratorium misalnya : polivinil klorida, polivinil alkohol, poliasam laktat, polimetil metakrilat, polietilena. Plastik merupakan salah satu contoh polimer tinggi karena memiliki massa molekul yang besar yaitu di atas 10.000 (Oktaviana, 2002).

2.7.1 Klasifikasi Polimer

2.7.1.1. Berdasarkan sumbernya polimer dapat dibagi menjadi polimer alam dan polimer sintetik.

a) Polimer Alam

Polimer alam adalah polimer yang terjadi melalui proses alami. Contoh polimer alam anorganik seperti tanah liat, pasir, sol-gel, silika, siloksan. Sedangkan contoh polimer organik alam adalah karet alam dan selulosa yang berasal dari tumbuhan, wol dan sutera yang berasal dari hewan serta asbes yang berasal dari mineral.

b) Polimer Sintetik

Polimer sintetik adalah polimer yang dibuat melalui reaksi kimia seperti karet fiber, nilon, poliester, polisterena, polietilen.

2.7.1.2. Berdasarkan struktur rantainya, polimer dapat dibagi menjadi tiga jenis struktur yaitu :

a) Polimer Rantai Lurus

Jika pengulangan satuan berulang itu lurus (seperti rantai) maka molekul-molekul polimer seringkali digambarkan sebagai molekul rantai atau rantai polimer.

b) Polimer Bercabang

Beberapa rantai lurus atau bercabang dapat bergabung melalui sambungan silang membentuk polimer bersambung silang.

c) Polimer Tiga Dimensi atau Polimer jaringan

Jika sambungan silang terjadi beberapa arah, maka terbentuk polimer sambung silang tiga dimensi yang sering disebut polimer jaringan.

2.7.1.3. Berdasarkan sifat termal polimer dibagi menjadi dua jenis yaitu :

a) Polimer Termoplastik

Polimer ini mempunyai sifat fleksibel, dapat melunak bila dipanaskan dan kaku (mengeras) bila didinginkan. Contoh: polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinil klorida (PVC), nilon, dan poliester.

b) Polimer Termoset

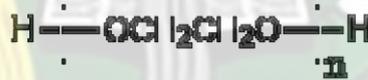
Polimer jenis ini mempunyai berat molekul yang ringgi, tidak melunak, dan sukar larut. Contoh : polimetan sebagai bahan pengemas dan melamin formaldehida (formika).

Tabel 2.6 Perbedaan sifat plastik termoplas dan plastik termoset

Plastik Termoplas	Plastik Thermoset
Mudah diregangkan	Keras dan Rigid
Fleksibel	Tidak Fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik Leleh Rendah	Tidak leleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk Ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

2.8 Poli Etilen Glikol (PEG)

Polietilena merupakan polimer sintetik yang merupakan hasil rekayasa manusia, polimer umumnya dikelompokkan berdasarkan perilaku mekanik dan strukturrantai atau molekulnya. Polimer thermoplastik, misalnya polietilena, adalah jenis polimer yang memiliki sifat-sifat thermoplastik yang disebabkan oleh struktur rantainya yang linear (*linear*), bercabang (*branched*) atau sedikit bersambung (*cross linked*). Polimer dari jenis ini akan bersifat lunak dan kental (*viscous*) pada saat dipanaskan dan menjadi keras dan kaku (*rigid*) pada saat didinginkan (Saputro, 2012). Struktur poli etilen glikol dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14. Struktur Poli Etilen Glikol (PEG)

Polietilenglikol (PEG) merupakan polimer dari etilen oksida dan air, dibuat menjadi bermacam-macam panjang rantainya. Bahan ini terdapat dalam berbagai macam berat molekul dan yang paling banyak digunakan adalah Polietilenglikol 200 ,400 ,600 ,1000 ,1500 ,1540 ,3350 ,4000 dan 6000. Pemberian nomor menunjukkan berat molekul rata-rata 200, 400 dan 600 berupa cairan bening tidak berwarna dan mempunyai berat molekul rata-rata lebih dari 1000 berupa lilin putih, padat. Macam-macam kombinasi dari PEG bisa digabung dengan cara melebur. PEG merupakan polimer larut air, polimer ini tidak berwarna, tidak berbau dan kekentalannya berbeda-beda tergantung jumlah $n=2,3,4$ dan

maksimum n berjumlah 180. Polimer dengan berat molekul rendah ($n=2$) disebut dietil glikol dan ($n=4$) disebut tetra etil glikol. Polimer dengan berat molekul yang tinggi biasanya disebut poli (etina glikol). Penggunaan PEG dapat dijumpai berbagai industri. Area industri yang paling banyak menggunakan PEG adalah farmasi dan industri tekstil. Contoh berbagai produk yang menggunakan PEG adalah keramik, *metalforming*, obat supositoria, krim kosmetik, lotion, deodoran, minyak pelumas.

Sifat PEG yang lunak dan rendah racun membuatnya banyak dipergunakan sebagai dasar obat salep, dan pembawa dari bahan obat. Sifat PEG yang larut dalam air menyebabkan bahan obat mudah terlepas dan terserap pada kulit lebih cepat dari minyak yang teremulsi dalam air. Daya laut dalam air memberi keuntungan lantaran memberi kemudahan pengeluaran formulasinya setelah mencapai tujuan (Safitri,2010). PEG mempunyai beberapa keuntungan antara lain secara fisiologi inert, tidak terhidrolisis, tidak mendukung pertumbuhan jamur, mempunya beberapa macam molekul (Astuti, 2008).

Selulosa – PEG dapat disintesi dari dua senyawa polimer yakni selulosa dan polietilen glikol. Selulosa terlebih dahulu direndam dalam larutan NaOH 10% larutan ini berfungsi untuk mengganti gugus hidroksi pada selulosa menjadi Na etoksi. Selanjutnya poli etilen glikol direaksikan dengan asam klorida 10% serta dengan penambahan katalis $ZnCl_2$. Asam klorida ini berfungsi untuk menggantikan gugus hidroksi menjadi gugus alkil. Adanya katalis $ZnCl_2$ ini akan membantu menstabilkan serta mempercepat proses pergantian gugus fungsinya.

2.9 Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang berguna untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran $10 - 3000000x$, *depth of field* $4 - 0.4$ mm dan resolusi sebesar $1 - 10$ nm. Alat uji SEM dapat dilihat pada gambar 2.15 :



Gambar 2.15 Alat Uji SEM

Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena elektron akan memantulkan kembali elektron atau dinamakan dengan elektron sekunder ke segala arah. Detector yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi elektron berintensitas tinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang berintensitas tinggi (Jhoni

Hasibuan, 2010). SEM memiliki kemampuan untuk menganalisa suatu sampel tertentu menggunakan salah satu metode yang disebutkan diatas. Setiap jenis analisis merupakan tambahan perangkat untuk SEM, yang paling umum aksesoris yang melengkapi SEM adalah dispersif energi x-ray detektor atau EDX (kadang-kadang disebut sebagai EDS). Jenis detektor memungkinkan pengguna untuk menganalisis sampel komposisi molekul.

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.

Adapun fungsi utama dari SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai :

1. Topografi, yaitu ciri-ciri permukaan dan teksturnya (Melihat kekerasan, dan sifat cahaya).
2. Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran partikel penyusun objek (Kekuatan, Cacat pada logam dan bahan uji).
3. Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung didalam objek.
4. Kristalografi, yaitu informasi mengenai susunan dari butiran didalam objek yang diamati (Konduktifitas, Sifat elektrik, Kekuatan, dan sebagainya).

SEM memiliki beberapa detektor yang berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda. Detektor-detektor tersebut antara lain :

1. Detektor EDX, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.
2. Backscatter detector, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai nomor atom dan topografi.
3. Secondary detector, yaitu berfungsi sebagai menangkap informasi mengenai topografi pada SEM, terdapat sistem vakum pada electron – optikal coloumn dan sampel chamber.

Energy Dispersive X-ray (EDX) analisis adalah alat yang berharga untuk analisis kuantitatif dan kualitatif elemen. Metoden ini memungkinkan cepat dan analisis kimia non-destruktif dengan resolusi spasial dalam rezim mikrometer. Hal ini didasarkan pada analisis spektral radiasi sinar-X karakteristik yang dipancarkan dari atom sampel pada iradiasi dengan berkas elektron difokuskan dari SEM.

2.9.1 Keguaan EDX

Hampir sama dengan SEM hanya saja pada SEM EDX merupakan dua perangkat analisis yang digabungkan menjadi satu panel analitis sehingga mempermudah proses analitis dan lebih efisien. Pada dasarnya SEM EDX merupakan pengembangan SEM. Analisis SEM EDX dilakukan untuk memperoleh gambaran permukaan atau fitur material dengan resolusi yang sangat

tinggi memperoleh suatu tampilan dari permukaan sampel yang kemudian di komputasikan dengan software untuk menganalisis komponen materialnya baik dari kuantitatif maupun dari kualitatifnya. Berikut ini fungsi dan kegunaan dari pengoperasian SEM-EDX :

1. Menu fungsi digunakan untuk mengatur secara bersamaan, menyimpan, dan mengingatkan parameter untuk analisis SEM dan EDX.
2. Kondisi pengukuran EDX dapat diatur dari Unit SEM (Spektral Pengukuran, Multi-titik pengukuran, Pemetaan, Tampilan menganalisis elemen pada SEM monitor).
3. Image data yang diperoleh dengan SEM dapat digunakan sebagai data dasar untuk EDX.

2.10 Mesin Pres dan Mesin Hot Pres

2.10.1 Mesin Pres

Mesin pres adalah sebuah alat yang dibuat untuk memanfaatkan sebuah benda, sumber tenaganya bisa dari hydraulic, tenaga manusia, motor listrik, dan lain-lain.

Mesin pres ada 3 macam, yaitu :

1. Mesin press menggunakan tenaga hydraulic.

Alat ini sebagai penggerak adalah hydraulic , alat ini bekerja atas dasar kerja dari hukum paskal . prinsip kerjanya adalah dengan cara mengalirkan dengan pompa cairan hydraulic ke dalam piston kerja.

2. Mesin press menggunakan tenaga manual

Secara fungsi memang sama yakni sama-sama menghasilkan alat press , hanya saja bedanya , pada alat yang manual ini digerakkan dengan menggunakan tenaga manusia sedangkan hydraulic digerakkan menggunakan mesin hydraulic.

3. Mesin press menggunakan tenaga motor listrik dan gearbox

pada alat ini digerakkan dengan menggunakan gabungan antara motor listrik dan gearbox , artinya motor listrik berputar menggunakan sumber daya listrik , antara motor listrik dengan gearbox disambungkan dengan menggunakan v-belt , sedangkan antara gearbox dengan batang piston dihubungkan dengan menggunakan rantai. biasanya batang piston ini bentuknya halus , namun tidak demikian dengan alat ini , batang pistonnya dibentuk ulir.

2.10.2 Mesin Hot Pres (*Hot Press Machine*)

Hot Press Machine, sesuai dengan namanya, adalah mesin press yang menggunakan panas. Kegunaannya adalah untuk menempelkan veneer kayu ke material struktural lain (MDF, *plywood*, *particleboard*, etc). Cara kerjanya secara singkat adalah setelah mengaplikasikan lem atau bahan perekat lain, veneer kayu

dan material struktural ditumpuk dan ditekan sambil diberi panas. Pengaplikasian panas bertujuan untuk menghangatkan lem atau bahan perekat sehingga lebih mudah dan lebih cepat menempelkan kedua material tersebut. Permukaan mesin yang rata juga akan memberikan hasil yang rapi dan seragam, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas baik.

Dengan pemakaian mesin ini, pekerjaan proses produksi bisa lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan proses penempelan *cold press*. Proses penempelan *cold press* tidak menggunakan panas, sehingga waktu yang diperlukan untuk press lebih lama, bisa sampai hampir 2x lipat dibanding menggunakan mesin *hot press*.

2.11 Perhitungan Volume Mol

Rumus Volume Tabung :

$$VT = \pi x r^2 x t \dots\dots\dots(8)$$

Dimana :

VT= Volume Tabung (cm^3)

$$\pi = 3.14$$

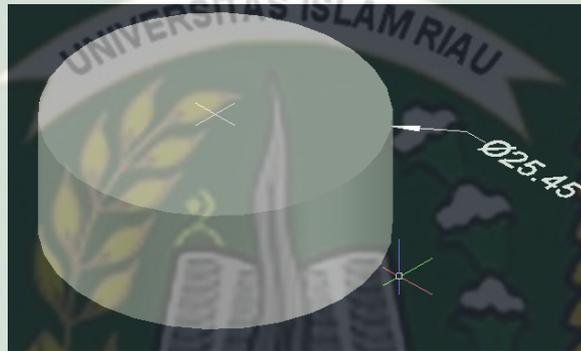
t = Tinggi (cm)

d = Diameter

r = jari-jari

Massa Jenis Pasir Silika = 2.65 g/cm^3

Massa Jenis PEG 400 = 1.13 g/cm^3



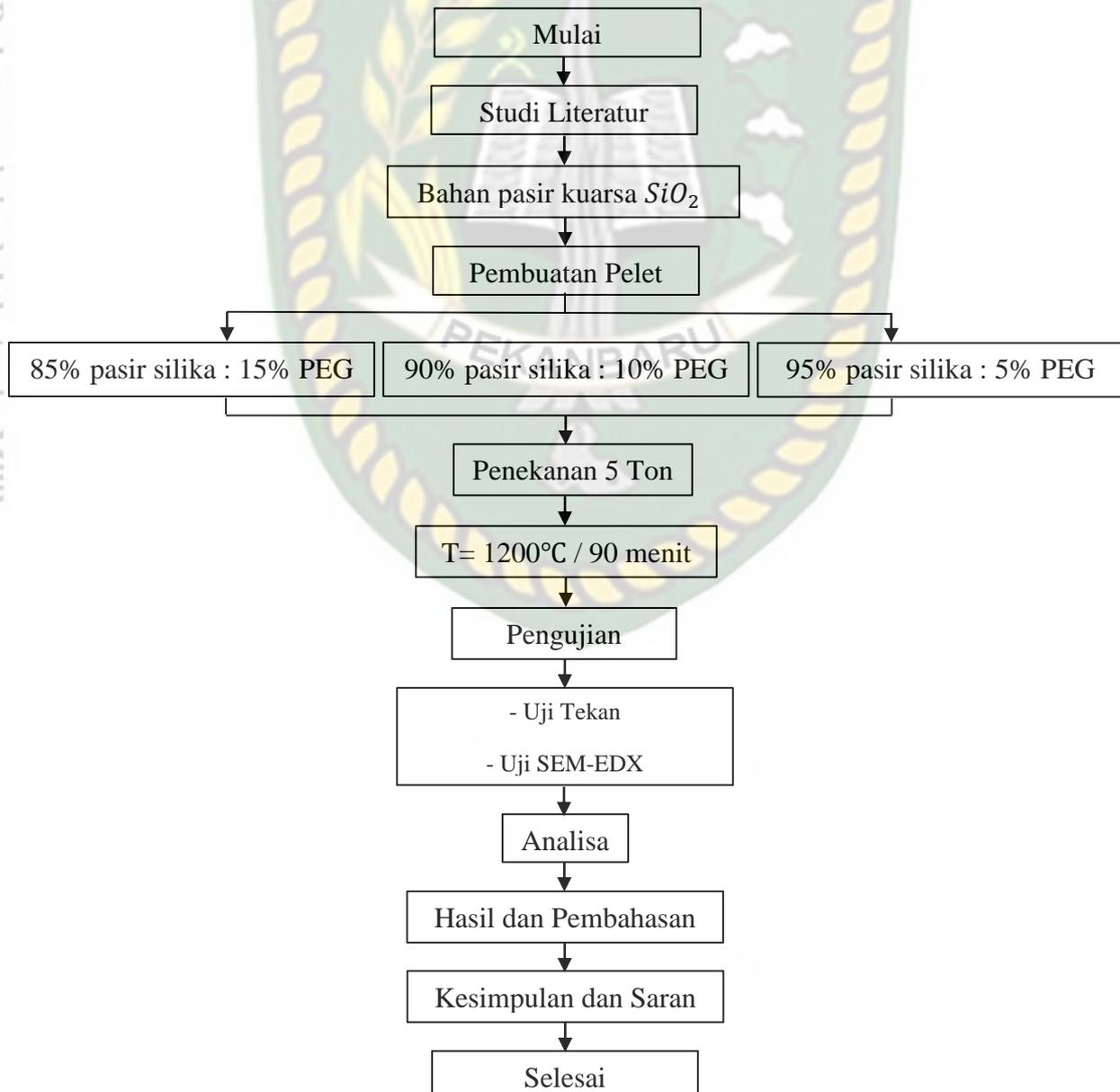
Gambar 2.16 Pelet Silika

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada penelitian ini, pasir silika dan *Polyetilenglykol* divariasikan. Variasinya (85% pasir silika :15% PEG), (90% pasir silika :10% PEG) dan (95% pasir silika:5% PEG). Kemudian bahan yang dihasilkan akan dilakukan Perlakuan Panas, Uji Tekan dan Uji SEM-EDX.



3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, dimulai pada bulan Oktober sampai dengan November 2019.

Tempat :

1. Pengambilan Pasir Kuarsa dari Pulau Rupat, Kabupaten Bengkalis Riau (Tahap Pengambilan Sampel).
2. Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau (Tahap Perlakuan Panas).
3. Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (Uji Tekan)
4. Laboratorium Puslabfor Bareskrim Mabes Polri (Tahap UJI SEM-EDX).

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pasir Silika SiO_2

Pasir ini didapat dari pulau Rupat Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.



Gambar 3.1 Pasir Silika

2. *Polyetilenglykol 400*



Gambar 3.2 Poli etilen glikol 400

3.3.2 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Furnace Muffle

Merek : Nabertherm. Made in Germany, Type P330.



Gambar 3.3 Furnace Muffle

2. Timbangan Analitik

Seri Timbangan Analitik : Neraca analitik Radwag AS220 R2 internal kalibrasi. Negara asal : Polandia.



Gambar 3.4 Timbangan Analitik

3. Sarung Tangan



Gambar 3.5 Sarung tangan

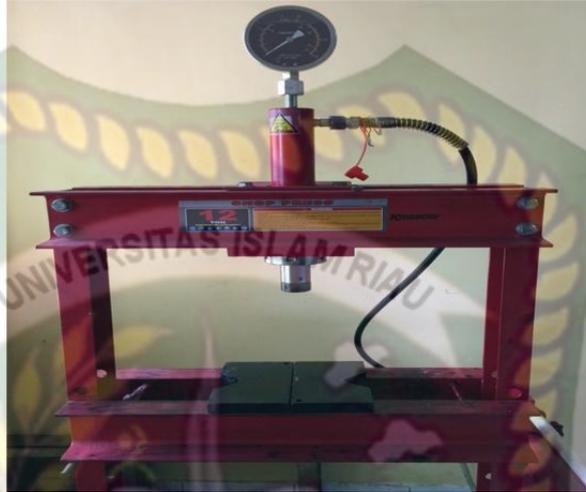
4. Mesin Uji Tekan



Gambar 3.6 Mesin uji tekan

5. Pressure gauge

Merk Krisbow



Gambar 3.7 Pressure Gauge

6. SEM (Scanning Electron Microscopy)

Alat uji mikrostruktur dan partikel size pada spesimen ini yaitu menggunakan SEM-EDX. Spesifikasi alat yang terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 SEM-EDX

- Merek : Carl Zeiss Bruker EVO 50 Microscope
- Asal Produksi : Amerika Serikat
- MPN : EVO 50 VP
- Weight : 2000.00 Lbs
- Resolusi : 3 nm
- Observasi Axio (Height) : 65 cm
- Observasi Axio (Length) : 61 cm
- Observasi Axio (Weight) : 20 kg
- Observasi Axio (Widht) : 39 cm
- Panjang Kabel : 300 cm
- Besar Rak Komponen : 60 cm
- Panjang Rak Komponen : 55 cm
- Berat Rak Komponen : 35 kg
- Panjang Optik Kabel VIS : 300 cm
- Laser Module Height : 14.5 cm
- Laser Module Legth : 40 cm
- Laser Module Widht : 25 cm
- Laser Module Weight : 10 kg

3.4 Pembuatan Spesimen

Langkah-langkah pembuatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Mem buat cetakan mol dengan diameter dalam 25,45 mm dan tinggi 89 mm bertujuan untuk memperoleh tebal sampel yang diinginkan yaitu 1 cm maka dibutuhkan tebal sampel pada proses pencetakan yang melebihi tebal sampel setelah dipres.
2. Menyiapkan semua bahan baku seperti Pasir Silika dan *Polyetilenglykol* 400.
3. Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan VC (Volume cetakan) sebagai berikut :

1. Massa Jenis Pasir Kuarsa $= 2,65 \text{ g/cm}^3$

2. Massa Jenis Poli Etilen Glikol (PEG) 400 $= 1,13 \text{ g/cm}^3$

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

Menyiapkan semua bahan baku seperti Pasir kuarsa dan Poli etilen glikol 400.

Berdasarkan massa jenis pada Pasir Kuarsa dan Poli Etilen Glikol sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$$\rho = \text{Massa Jenis} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \text{ atau } \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)$$

m = Massa (kg atau gr)

v = Volume (m^3 atau cm^3) (Archimedes, n.d.)

Untuk 100% Polietilen Glikol 400 dan Pasir Kuarsa

$$\begin{aligned} 1. \quad 100\% \text{ PEG 400} &= 5,08 \text{ cm}^3 \times 1,13 \text{ g/cm}^3 \\ &= 5,74\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad 100\% \text{ Pasir Kuarsa} &= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,65 \text{ g/cm}^3 \\ &= 13,46\text{g} \end{aligned}$$

a. Spesimen 1

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan variasi PEG 15%

: Pasir Kuarsa 85% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PEG 400} &= 15 \% \times 5,74 \text{ g} \\ &= 0,861\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir Silika} &= 85 \% \times 13,46 \text{ g} \\ &= 11,44\text{g} \end{aligned}$$

b. Spesimen 2

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan variasi PEG 10%

: Pasir Kuarsa 90% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PEG 400} &= 10 \% \times 5,74 \text{ g} \\ &= 0,574\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir Silika} &= 90\% \times 13,46 \text{ g} \\ &= 12,11\text{g} \end{aligned}$$

c. Spesimen 3

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan variasi PEG 95%

: Pasir Kuarsa 5% sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PEG 400} &= 5 \% \times 5,74 \text{ g} \\ &= 0,287\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir Silika} &= 95 \% \times 13,46 \text{ g} \\ &= 12,78\text{g} \end{aligned}$$

4. Pasir silika yang telah diambil dari pantai kemudian dijemur. Setelah dijemur pasirnya kemudian disaring menggunakan *Laboratory Test Sieve* dengan memakai Mesh 50. Kemudian setelah pasir dimesh langsung ditimbang menggunakan Timbangan Analitik sesuai dengan Komposisi yang akan digunakan. Setelah itu *Polyetilenglikol* nya ditimbang juga menggunakan Timbangan Analitik sesuai dengan variasi yang digunakan. Setelah kedua bahan tersebut ditimbang masing-masing, kemudian dilakukan pengadukan, agar Pasir dan *Polietylenglykol* menyatu dengan merata. Setelah diaduk rata, pasir yang telah tercampur dengan PEG kemudian dimasukkan kedalam cetakan. Lalu dilakukan pengepresan dengan menggunakan *Pressure Gauged* dengan tekanan 5 Ton.

3.5 Metode Pengujian Bahan

Metode pengujian yang dilakukan pada pasir kuarsa adalah sebagai berikut:

3.5.1 Perlakuan Panas (*Furnace*)

Langkah Kerja :

1. Masukkan Sampel tersebut kedalam Furnace.
2. Ditter.
3. Nyalakan furnace.

4. Atur suhu sesuai kebutuhan.
5. Set Timer pada Furnace sesuai dengan kebutuhan.
6. Setelah proses pemanasan difurnace selesai, keluarkan sampel tersebut dan masukan kedalam desikator.
7. Setelah dingin timbang sampel tersebut.

3.4.2 Uji Tekan

Langkah Kerja :

1. Ukur luasan benda uji.
2. Uji tekan dengan penambahan beban perlahan atau kecepatan 1 $mm/minit$ sampai benda uji berubah bentuk / pecah atau sudah tidak dapat menahan pertambahan beban selanjutnya (maximal menumpu beban).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tampilan Fisik Spesimen Hasil Sintering

Perlakuan panas ini bertujuan untuk mensintering antara serbuk pasir silika dengan campuran PEG 400 sebagai bahan pengikatnya untuk pembuatan pelet silika, temperatur yang digunakan dalam pengujian disini yaitu 1200°C dan *holding time* selama 90 menit yang terlihat pada gambar 4.1.



a. Sampel sebelum dipanaskan

b. Sampel sesudah dipanaskan

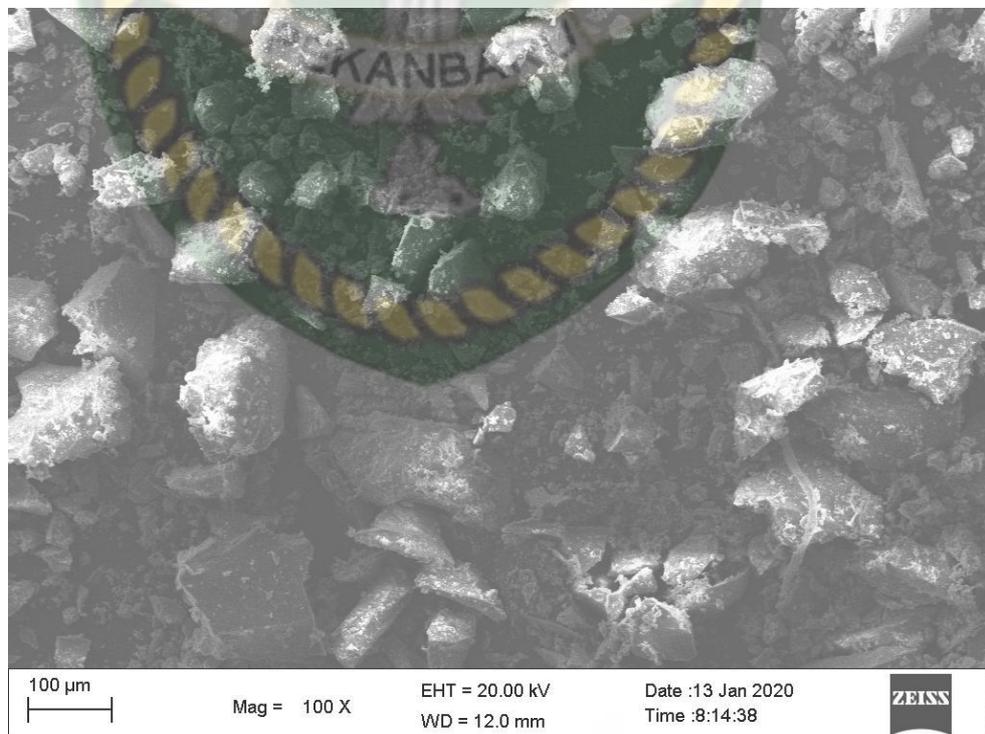
Gambar 4.1 gambar sampel sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan

Dari hasil pengamatan perlakuan panas pada Gambar 4.1 bahwa adanya perubahan dari spesimen tersebut yaitu berubahnya warna sampelnya, dari warna sebelum dipanaskan adalah warna coklat kehitaman dan setelah dilakukan perlakuan panas berubah menjadi warna coklat kekuningan dan berubah menjadi gumpalan keras setelah dilakukan perlakuan panas dengan temperatur 1200°C dan *holding time* 90 menit.

4.2 Mikrostruktur

Uji mikrostruktur pada sampel ini bertujuan untuk melihat perubahan struktur mikro pada sampel pasir silika dan pelet silika. Sampel yang akan diuji yaitu pelet silika yang telah dilakukan pemanasan sintering dengan temperatur 1200°C dan *holding time* 90 menit dengan ukuran 100 μ m, Mag 100 X, EHT 20.00 kV, WD 11.5 mm, pelet silika dengan variasi 85% pasir silika : 15% PEG , pelet silika dengan variasi 90% pasir silika : 10% PEG, dan pelet silika dengan variasi 95% pasir silika : 5% PEG, pasir silika yang belum di sintering. Dari hasil gambar SEM-EDX, Mag 100 X, EHT 20.00 kV dapat dilihat pada gambar 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

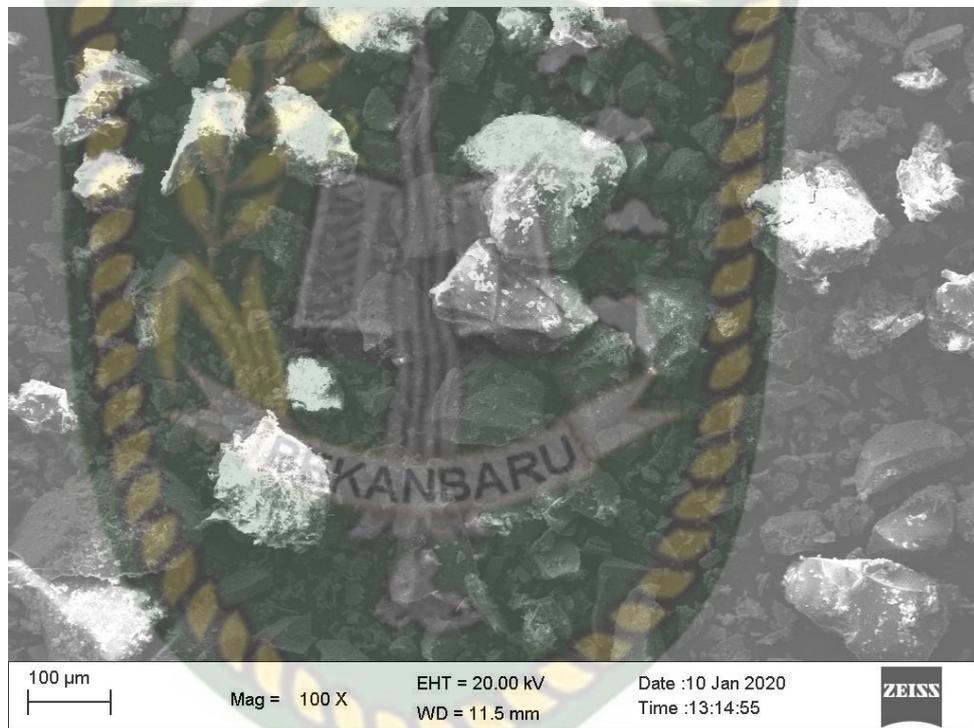
- a. Topologi pasir silika dan PEG yang belum di sintering



Gambar 4.2 Topologi pasir silika dan PEG yang belum di sintering

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.2 bentuk Struktur mikro pasir silika yang belum disintering masih berbentuk bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan. Karena suhu tidak dinaikan disini, batas butirnya masih nampak, sehingga partikel silikanya masih kecil-kecil. Pertemuan butir telah bergabung sempurna dan menjadi besar karena dua butiran kecil menjadi satu.

b. Topologi Sampel 1



Gambar 4.3 Topologi Sampel 1

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.3 bentuk Struktur mikro sampel 1 masih berbentuk bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan. Setelah di sintering, ada rongga atau pori yang ditinggalkan PEG, karena PEG menguap/terurai sehingga butirannya nampak membesar.

c. Topologi sampel 2

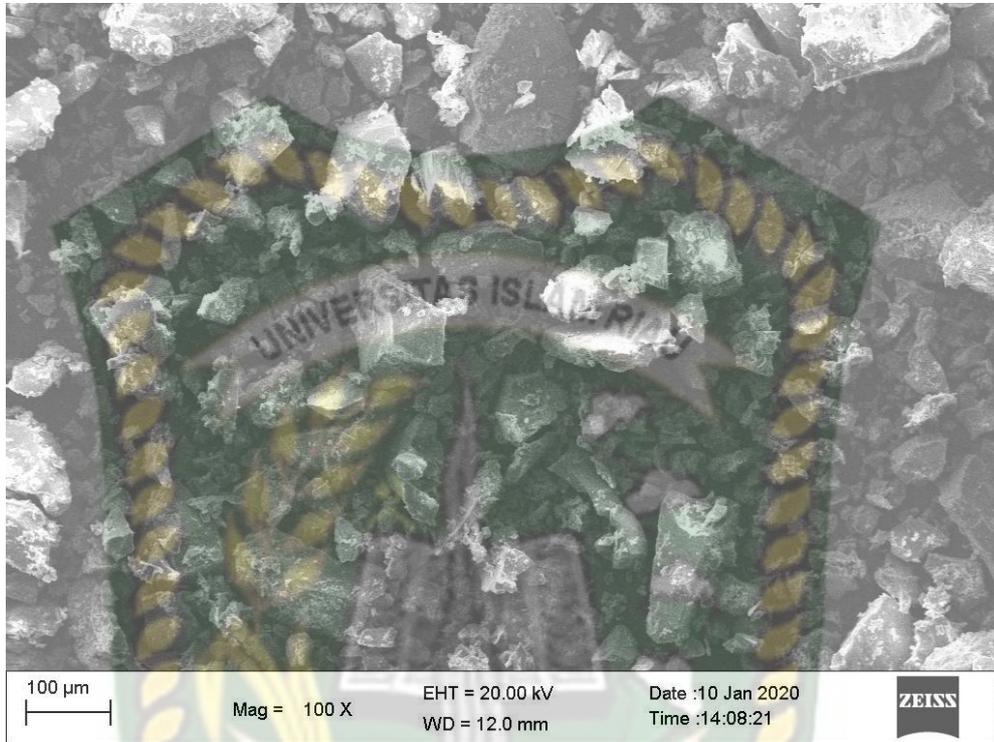


Gambar 4.4 Topologi Sampel 2

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.4 bentuk Struktur mikro sampel 2 masih berbentuk bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan dan butiran pipih tidak beraturan.

Karena PEG dikurangkan ,sehingga sisa sisa PEG keluar dan sebagian menguap menyebabkan terjadinya penampungan antara partikel yang kecil ke yang besar karena PEG nya sedikit, tapi secara pengamatan kasat mata, partikelnya masih sangat kecil walaupun menurut teori C, Barter Certer, M. Grant Norton dia udah bersatu.

d. Topologi sampel 3



Gambar 4.5 Topologi Sampel 3

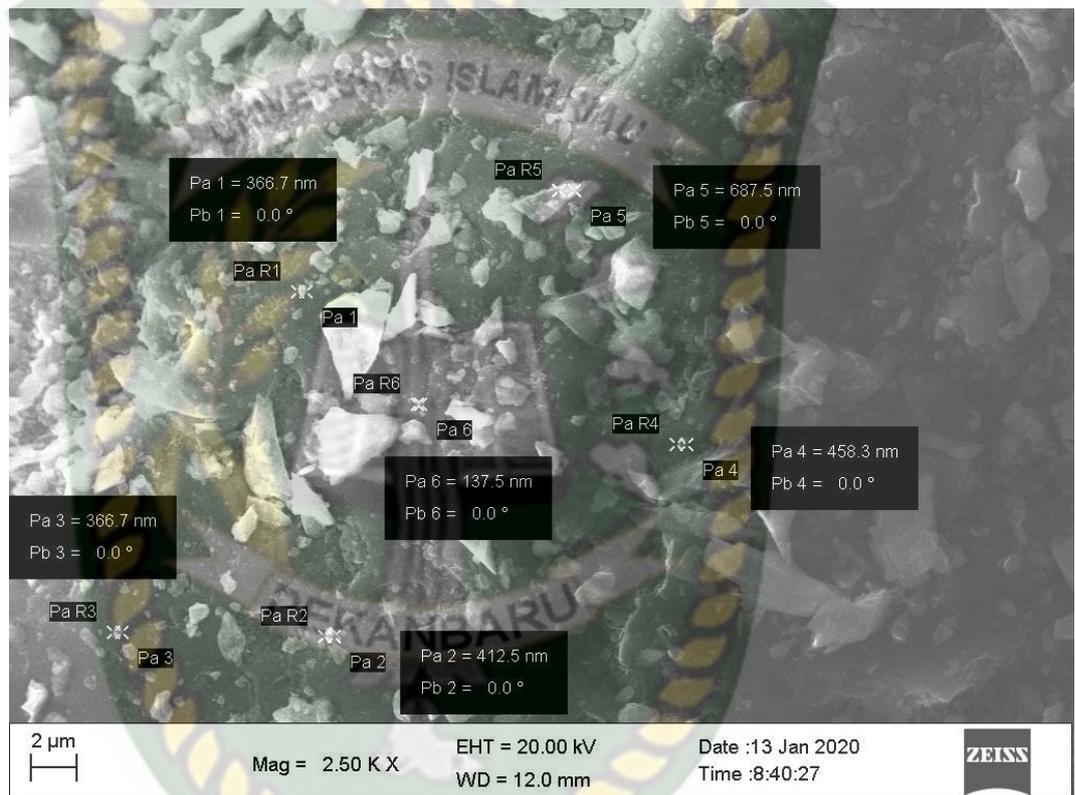
Dari hasil pengamatan pada gambar 4.5 bentuk Struktur mikro sampel 3 masih berbentuk bongkahan kecilnya sudah mulai bersatu. Di sampel 3 ini PEG nya makin sedikit, bongkahan-bongkahan kecilnya sudah mulai bersatu.

4.3 Partikel Size

Pengamatan partikel size pada sampel ini bertujuan untuk melihat ukuran pada sampel pasir silika dan pelet silika. Sampel yang diamati yaitu pelet silika yang telah dilakukan pemanasan sintering dengan temperatur 1200°C dan *holding time* 90 menit dengan ukuran $2\mu\text{m}$, Mag 250 KX, EHT 20.00 kV, WD 11.5 mm, pelet silika dengan variasi 85% pasir silika : 15% PEG, pelet silika dengan variasi

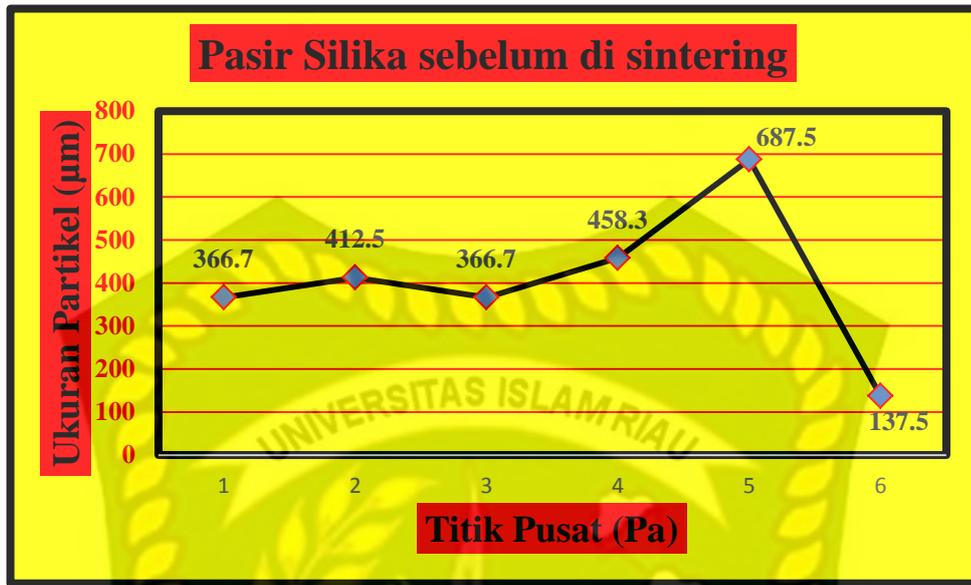
90% pasir silika : 10% PEG, dan pelet silika dengan variasi 95% pasir silika : 5% PEG, pasir silika yang belum di sintering. Dari hasil gambar SEM-EDX dengan, Mag 500 X, EHT 20.00 kV dapat dilihat pada gambar 4.6, 4.7, 4.8, 4.9.

a. Pengamatan ukuran partikel pasir silika yang belum disintering



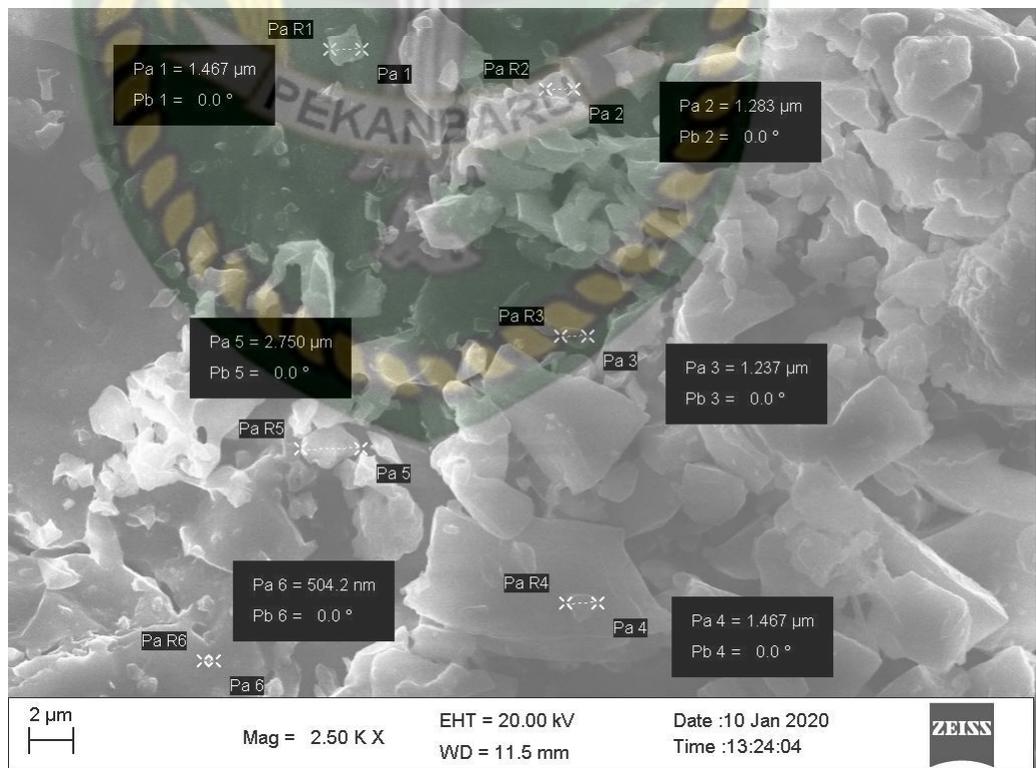
Gambar 4.6 Partikel Size pasir silika yang belum disintering

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.6 ukuran partikel size pasir silika yang belum disintering pada Pa 1 berukuran $366,7\mu\text{m}$, Pa 2 berukuran $412,5\mu\text{m}$, Pa 3 berukuran $366,7\mu\text{m}$, Pa 4 berukuran $458,3\mu\text{m}$, Pa 5 berukuran $687,5\mu\text{m}$, Pa 6 berukuran $137,5\mu\text{m}$. Dapat dilihat pada grafik 4.7.



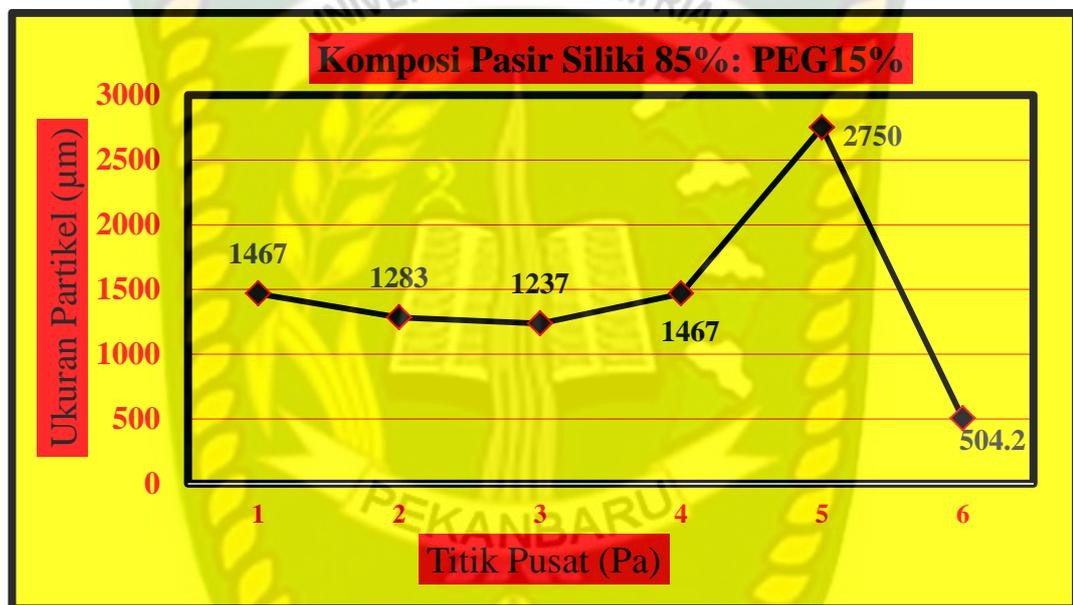
Gambar 4.7 Grafik ukuran partikel pasir silika yang belum disintering

b. Pengamatan ukuran partikel sampel 1



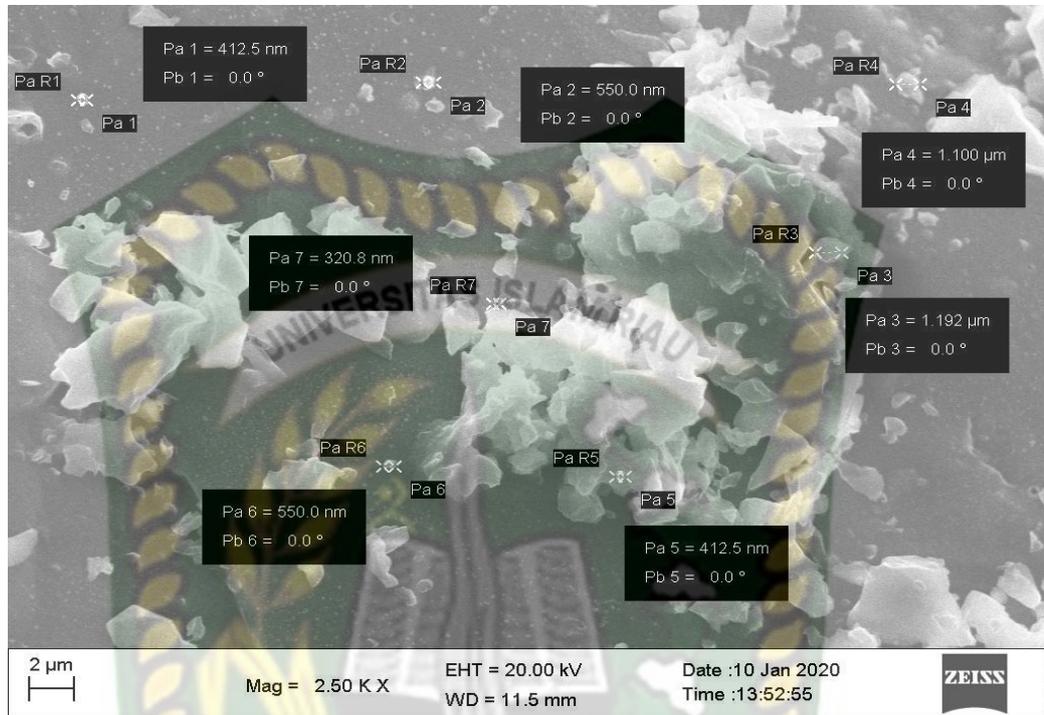
Gambar 4.8 Partikel Size sampel 1

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.8 ukuran partikel size pada Pa 1 berukuran $1467\mu\text{m}$, Pa 2 berukuran $1.282\mu\text{m}$, Pa 3 berukuran $1237\mu\text{m}$, Pa 4 berukuran $1.467\mu\text{m}$, Pa 5 berukuran $2.750\mu\text{m}$, Pa 6 berukuran $504.2\mu\text{m}$. Dapat dilihat pada grafik 4.9.



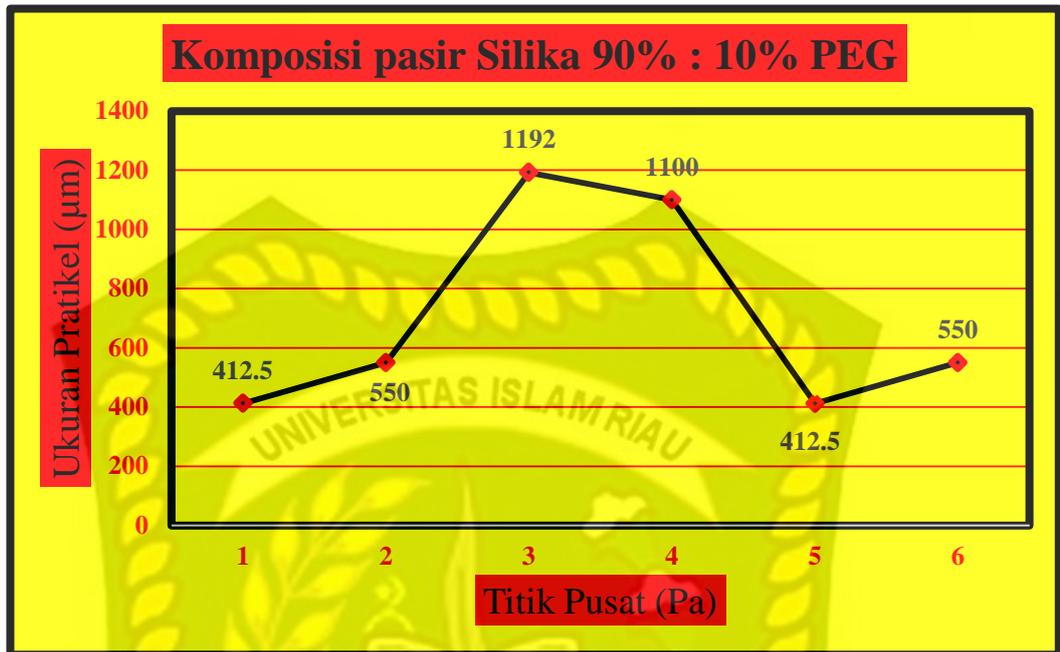
Gambar 4.9 Grafik ukuran partikel size sampel 1

c. Pengamatan ukuran partikel size sampel 2



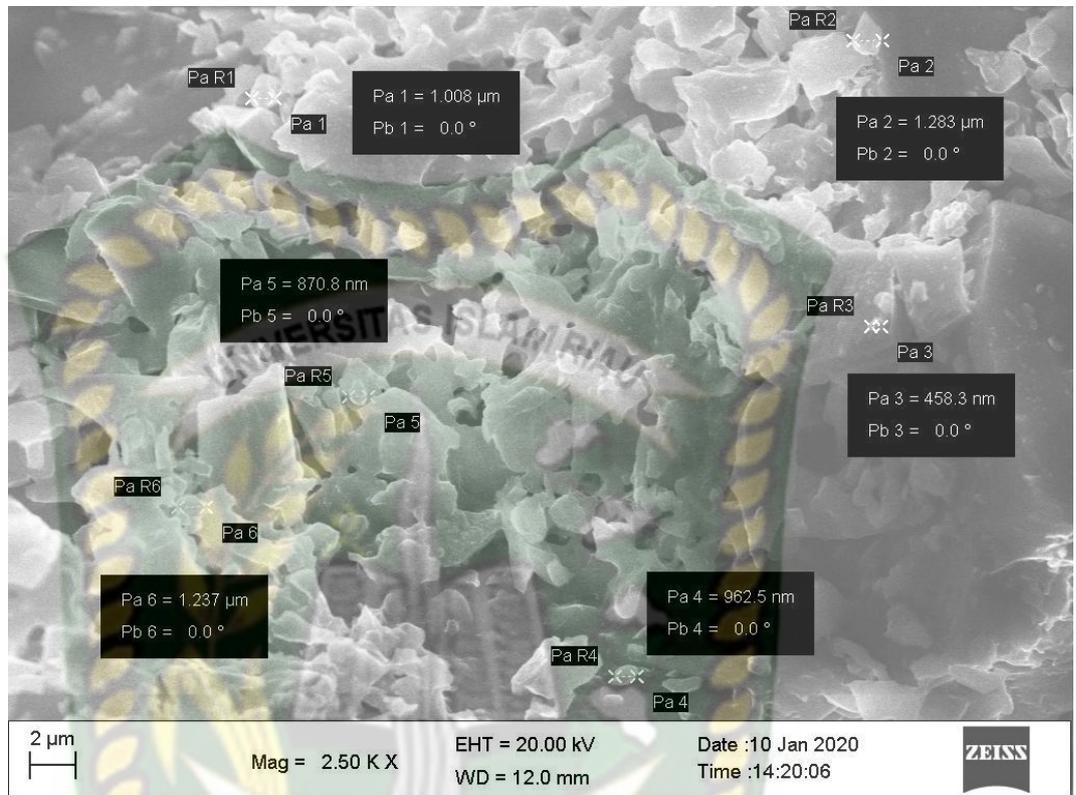
Gambar 4.10 Partikel Size sampel 2

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.10 ukuran partikel size sampel 2 pada Pa 1 berukuran $412,5\mu m$, Pa 2 berukuran $550\mu m$, Pa 3 berukuran $1197\mu m$, Pa 4 berukuran $1100\mu m$, Pa 5 berukuran $412,5\mu m$, Pa 6 berukuran $550\mu m$. Dapat dilihat pada grafik 4.11.



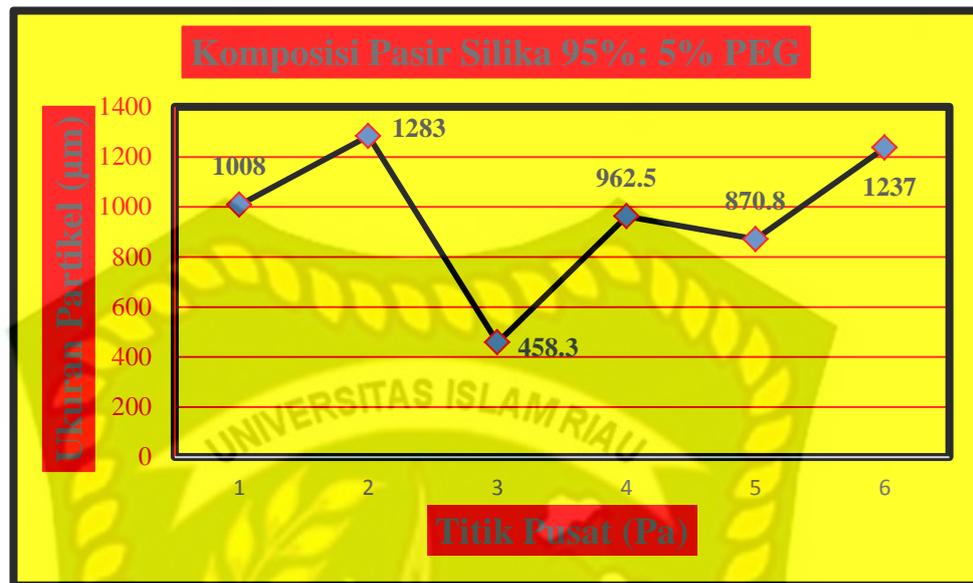
Gambar 4.11 Grafik ukuran partikel size sampel 2

d. Pengamatan ukuran partikel size sampel 3



Gambar 4.12 Partikel Size sampel 3

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.12 ukuran partikel size sampel 3 pada Pa 1 berukuran $1008\mu\text{m}$, Pa 2 berukuran $1283\mu\text{m}$, Pa 3 berukuran $458,3\mu\text{m}$, Pa 4 berukuran $962,5\mu\text{m}$, Pa 5 berukuran $870,8\mu\text{m}$, Pa 6 berukuran $1237\mu\text{m}$. Dapat dilihat pada grafik 4.13.



Gambar 4.13 Grafik ukuran partikel size sampel 3

4.4 Uji Kandungan Unsur Pasir Silika

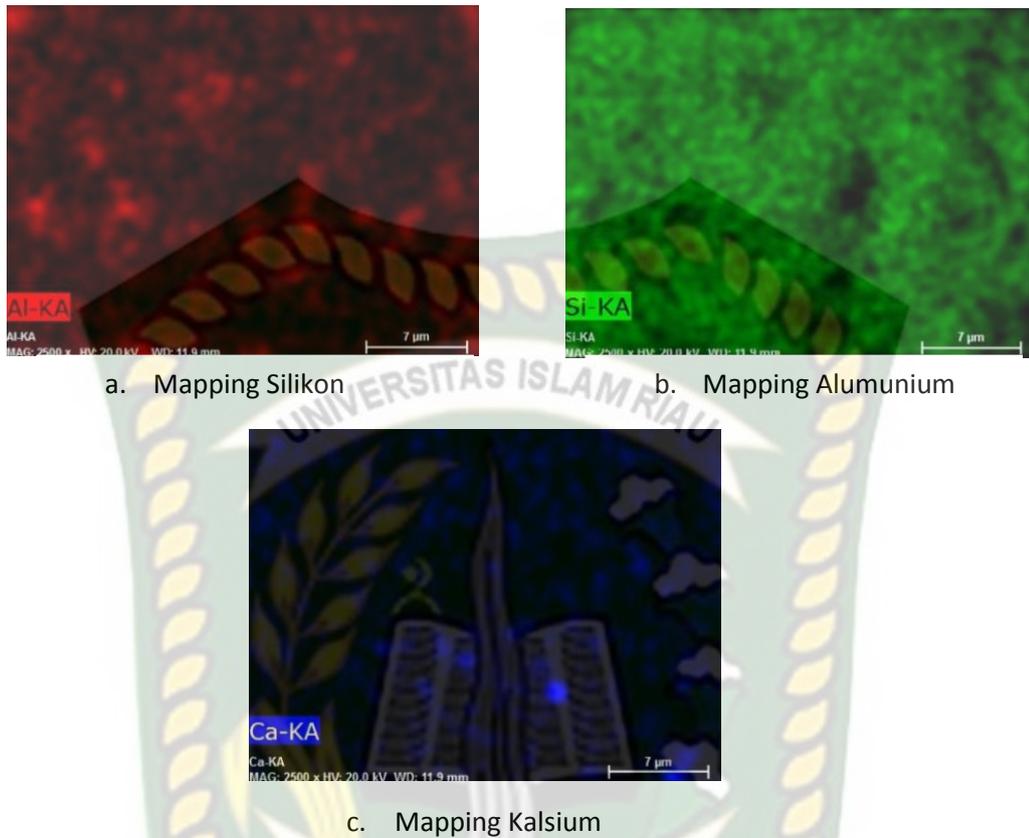
Analisa kandungan logam dan non logam pada sampel pasir silika perlu diketahui dan juga melihat kandungan silikon pada sampel tersebut agar kandungan silikon tersebut bisa diaplikasikan pada industri-industri. Kandungan logam dan non logam yang terkandung didalam sampel ini adalah C, O, Al, Si, Fe, K dan Ca.

a. Sampel pasir silika yang belum disintering

Tabel 4.1 Kandungan unsur sampel pasir silika yang belum disintering

No	Unsur Logam	Nama Unsur	Nilai Kandungan (%)
1	C	Carbon	9,16
2	O	Oksigen	67,03
3	Al	Alumunium	1,07
4	Si	Silikon	21,90
5	K	Potassium / Kalium	0,32
6	Ca	Calcium	0,28
7	Fe	Iron	0,24

Pada Tabel 4.1 terlihat kandungan yang dimiliki setiap unsur yaitu Carbon (C) sebesar 9,16%, Oksigen (O) sebesar 67,03%, Alumunium (Al) sebesar 1,07%, Silikon (Si) sebesar 21,90%, Potassium/Kalium (K) sebesar 0,32%, Calcium (Ca) sebesar 0,28% dan Iron 0,24%. Kandungan unsur logam dan non logam yang terkandung didalam pasir silika merata dapat dilihat pada gambar 4.14 Hasil Mapping dengan unsur pasir silika yang belum disintering (a) Mapping ilikon (b) Mapping alumunium dan (c) Mapping Kalsium.



Gambar 4.14 Hasil Mapping pasir silika yang belum disintering

Dari gambar diatas, dapat dijelaskan bahwa kandungan unsur yang terdapat pada unsur logam dan non logam yaitu, gambar (a) mapping silikon memiliki kandungan unsur sebesar 21,90% dan (b) mapping alumunium memiliki kandungan unsur sebesar 1,07% dan mappin kalsium memiliki kandungan unsur sebesar 0,28%.

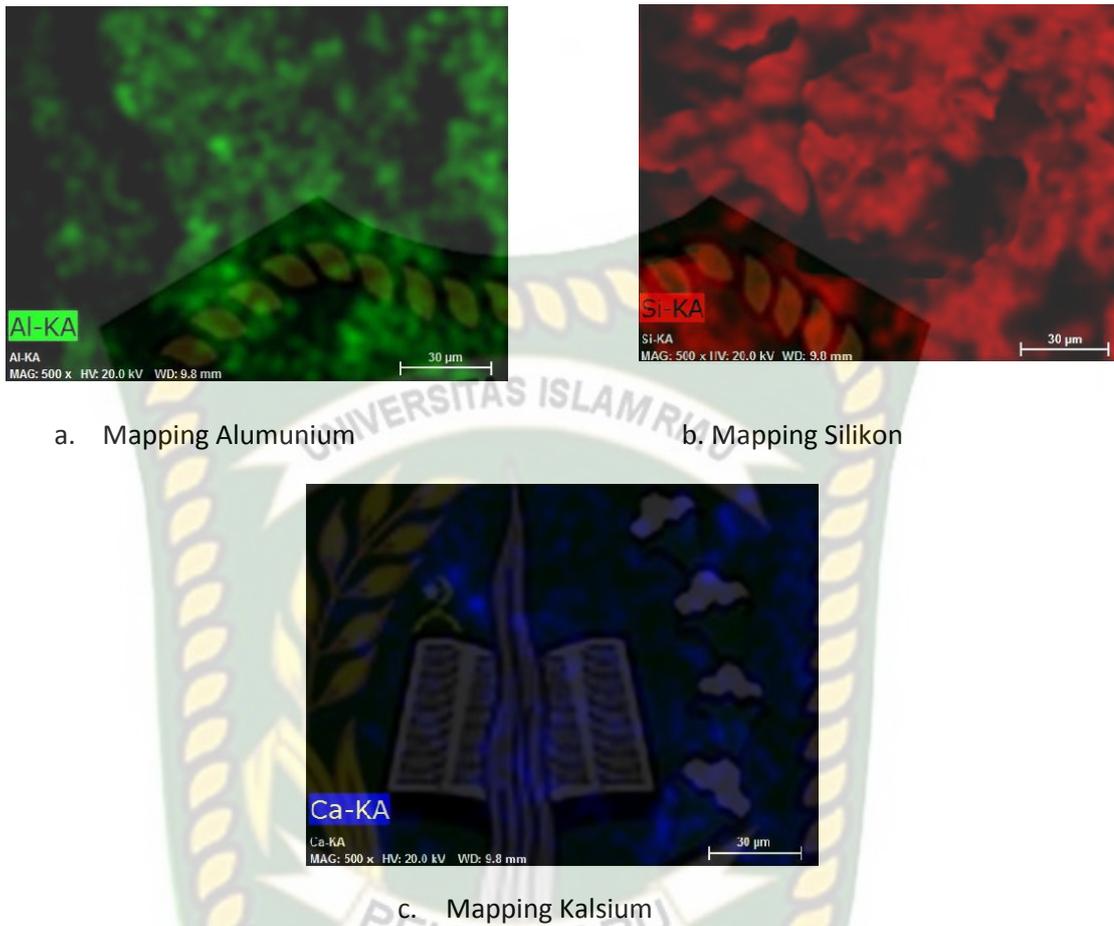
b. Sampel 1

Tabel 4.2 Kandungan unsur sampel 1

No	Unsur Logam	Nama Unsur	Nilai Kandungan (%)
1	C	Carbon	6,53
2	O	Oksigen	65,31
3	Al	Alumunium	0,64
4	Si	Silikon	25,69
5	Ca	Calcium	1,51
6	Fe	Iron	0,32

Pada Tabel 4.2 terlihat kandungan yang dimiliki setiap unsur yaitu Carbon (C) sebesar 6,53%, Oksigen (O) sebesar 65,31%, Alumunium (Al) sebesar 0,64%, Silikon (Si) sebesar 25,69%, Calcium (Ca) sebesar 1,51% dan Iron (Fe) sebesar 0,32%. Kandungan unsur logam dan non logam yang terkandung didalam pelet silika merata dapat dilihat pada Gambar 4.15 Hasil Mapping sampel 1

(a) Alumunium (b) silikon (c) kalsium.



Gambar 4.15 Hasil Mapping sampel 1

Dari gambar diatas, dapat dijelaskan bahwa kandungan unsur yang terdapat pada unsur logam dan non logam yaitu, gambar (a) mapping alumunium memiliki kandungan unsur sebesar 0,64%, (b) mapping silikon memiliki kandungan unsur sebesar 25,69% dan (c) mapping kalsium memiliki kandungan unsur sebesar 1,51%.

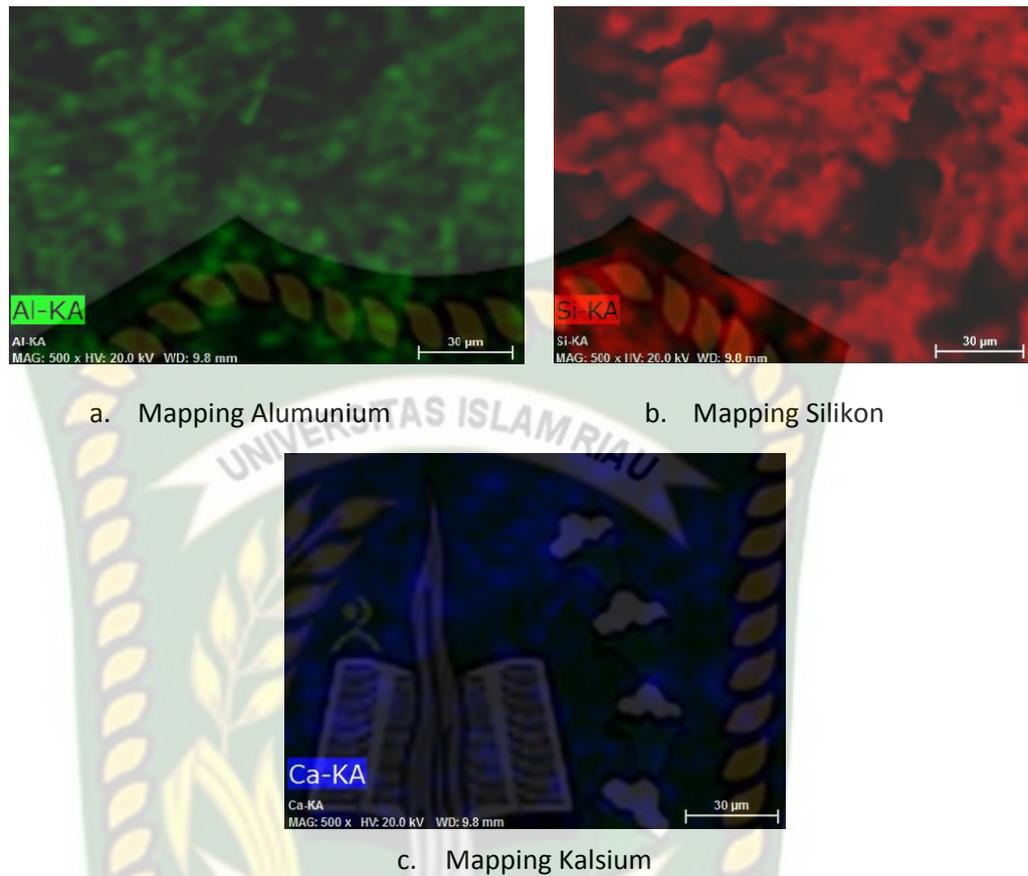
c. Sampel 2

Tabel 4.3 Kandungan unsur sampel 2

No	Unsur Logam	Nama Unsur	Nilai Kandungan (%)
1	C	Carbon	9,65
2	O	Oksigen	63,11
3	Al	Alumunium	0,98
4	Si	Silikon	24,90
5	Ca	Calcium	1,14
6	Fe	Iron	0,23

Pada Tabel 4.3 terlihat kandungan yang dimiliki setiap unsur yaitu Carbon (C) sebesar 9,65%, Oksigen (O) sebesar 63,11%, Alumunium (Al) sebesar 0,98%, Silikon (Si) sebesar 24,90%, Calcium (Ca) sebesar 1,14 dan Iron (Fe) sebesar 0,23%. Kandungan unsur logam dan non logam yang terkandung didalam pelet silika merata dapat dilihat pada gambar 4.16 Hasil Mapping sampel 2

(a) Alumunium (b) Silikon (c) Kalsium.



Gambar 4.16 Hasil Mapping sampel 2

Dari gambar diatas, dapat dijelaskan bahwa kandungan unsur yang terdapat pada unsur logam dan non logam yaitu, gambar (a) mapping alumunium memiliki kandungan unsur sebesar 0,98%, (b) mapping silikon memiliki kandungan unsur sebesar 24,90% dan (c) mapping kalsium memiliki kandungan unsur 1,14%.

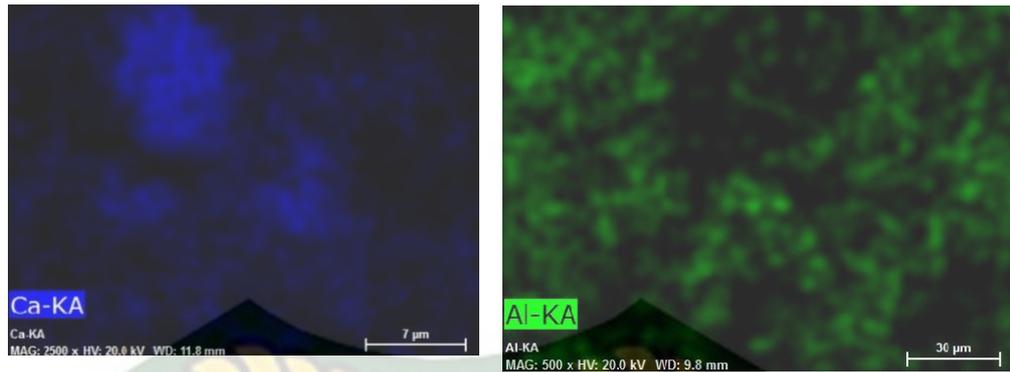
d. Sampel 3

Tabel 4.4 Kandungan unsur sampel 3

No	Unsur Logam	Nama Unsur	Nilai Kandungan (%)
1	C	Carbon	8,02
2	O	Oksigen	64,57
3	Al	Alumunium	1,34
4	Si	Silikon	21,64
5	Ca	Calcium	3,78
6	Fe	Iron	0,64

Pada Tabel 4.4 terlihat kandungan yang dimiliki setiap unsur yaitu Carbon (C) sebesar 8,02%, Oksigen (O) sebesar 64,57%, Alumunium (Al) sebesar 1,34%, Silikon (Si) sebesar 21,64%, Calcium (Ca) sebesar 3,78 dan Iron (Fe) sebesar 0,64%. Kandungan unsur logam dan non logam yang terkandung didalam pelet silika merata dapat dilihat pada Gambar 4.17 Hasil Mapping sampel 3

(a) kalsium (b) alumunium (c) silikon.



a. Mapping Kalsium

b. Mapping Alumunium



c. Mapping Silikon

Gambar 4.17 Hasil Mapping sampel 3

Dari gambar diatas, dapat dijelaskan bahwa kandungan unsur yang terdapat pada unsur logam dan non logam yaitu, gambar (a) mapping kalsium memiliki kandungan unsur sebesar 3,78%, (b) mapping alumunium memiliki kandungan unsur sebesar 1,34% dan (c) mapping silikon memiliki kandungan unsur 21,64%.

Tabel 4.5 Unsur-unsur logam Sebelum disintering dan sesudah disintering

No	Unsur Logam	Sebelum disintering (%)	Sampel 1 (%)	Sampel 2 (%)	Sampel 3 (%)
1	Carbon (C)	9,16	6,53	9,65	8,02
2	Oksigen (O)	67,03	65,31	63,11	64,57
3	Alumunium (Al)	1,07	0,64	0,98	1,34
4	Silikon (Si)	21,90	25,69	24,90	21,64
5	Potassium/Kalium (K)	0,32			
6	Calcium (Ca)	0,28	1,51	1,14	3,78
7	Iron (Fe)	0,24	0,32	0,23	0,64

4.5 Kekuatan Tekan

Tabel 4.6 Hasil Kekuatan Tekan

No	Tebal (mm)	Diameter (mm)	Volume (mm^3)	Beban Max (Newton)	Kekuatan Tekan (Pa)
1	13,2	28	8131,2	2560	503,89 Pa
2	13,35	28	8223,6	2350	462,55 Pa
3	13,30	28	8188,9	2100	413 Pa

Dari data tabel diatas didapatkan nilai uji tekan yang bervariasi. Sampel 1 dengan 85% Pasir Silika : 15% PEG didapatkan kekuatan tekan maksimum yaitu sebesar 503,89 Pa. Sampel 2 dengan 90% Pasir Silika : 10% PEG didapatkan kekuatan tekan maksimum yaitu sebesar 462,55 Pa. Sampel 3 dengan 95% Pasir Silika : 5% PEG didapatkan kekuatan tekan maksimum yaitu sebesar 413 Pa.

Sehingga dapat dijelaskan bahwa, semakin banyak campuran PEG kedalam pasir silika tersebut maka kekuatan yang didapatkan semakin bagus. Karena PEG sangat berpengaruh sebagai bahan pengikat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian menggunakan Uji tekan dan pengamatan menggunakan SEM-EDX pada sampel pelet pasir silika, maka didapatkan kesimpulannya sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian tekan, sampel yang memiliki kekuatan tekan tertinggi itu didapatkan pada sampel 1 dengan pasir silika 85% : PEG 15% dengan kekuatan tekan maksimum yang didapatkan itu sebesar 503,89 Pa.
2. Dari hasil pengamatan mikrostruktur dengan menggunakan alat SEM-EDX hasil topografi pelet pasir silika sebelum dan setelah dilakukan sintering dengan sampel 2 sudah mulai berbentuk bongkahan-bongkahan yang tidak beraturan dan butiran pipih yang tidak beraturan.
3. Sintering mempengaruhi komposisi material yang diperlihatkan dengan hilangnya Kalium setelah dilakukan sintering. Karena Kalium setelah disintering dengan suhu yang tinggi dia akan memuai.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini adalah :

1. Agar untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan dengan variasikan PEG yang sama.
2. Agar melanjutkan penelitian ini kedepannya agar bisa dibuat menjadi sebuah produksi yang berguna bagi masyarakat.



DAFTAR PUSTAKA

- Garcia, J.L. & Castro, M. D. (2003). "Ultrasound: a Powerful Tool for Leaching." *Trends in Analytical Chemistry*, 41–47.
- Latif, C., Triwikantoro, & Munasir. (2014). Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Pada Struktur Silika. *Jurnal Sains Dan Seni POMITS*, 3(1), 4–7.
Retrieved from http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/5563
- Lesbani, A. (2011). Studi Interaksi Vanadium dan Nikel dengan Pasir Kuarsa. *Penelitian Sains*, 14(C), 43–46.
- Ming-Tsai, L., Yi-Chin, Y., Ru-Chien, L., Bo-Han, C., Jen-Chieh C., "Yung-Fang, & Y.-C. (2012). Silica Purification By Subcritical Water Leaching". Institute of Nuclear Energy Research.
- Sumarno, 1, * P. N. T., 2, Januarty, M., 3, & Yuniarti, Y. (2015). Pemurnian Pasir Silika dengan Metode Leaching Asam dan bantuan Sonikasi.
- White, H. . J.-H. (2005). *Geochemistry University Press*, (University Press.).