

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL PASIR SILIKA SEBAGAI BAHAN
PENGUAT TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PELET
KOMPOSIT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Pada Program Studi Teknik Mesin

CHARLES CHRISTIAN SAGALA

14.331.0549

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH UKURAN PARTIKEL PASIR SILIKA SEBAGAI
BAHAN PENGUAT TERHADAP KEKERASAN DAN
KEKASARAN PELET KOMPOSIT**

Disusun Oleh :

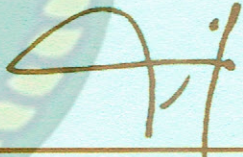
CHARLES CHRISTIAN .S

14.331.0549

Disetujui Oleh :

Dr. DEDIKARNI, S.T., M.Sc

Dosen Pembimbing



Tanggal :

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH UKURAN PARTIKEL PASIR SILIKA SEBAGAI BAHAN PENGUAT TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PELET KOMPOSIT

Disusun Oleh :

CHARLES CHRISTIAN .S

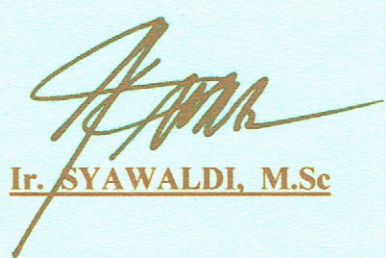
14.331.0549

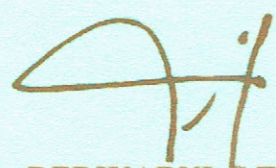
Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI

TEKNIK MESIN

PEMBIMBING


Ir. SYAWALDI, M.Sc


Dr. DEDIKARNI, S.T., M.Sc

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Saya bersedia dicopot Gelar dan Ijazah jika ditemukan pemalsuan data atau plagiat dari penulis lain.

Pekanbaru, Desember 2020



Charles Christian .S
NPM 15.331.0535

PENGARUH UKURAN PARTIKEL PASIR SILIKA SEBAGAI BAHAN PENGUAT TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PELET KOMPOSIT

Charles Christian Sagala , 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 : charles@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Kemajuan di bidang ilmu material khususnya pada bidang komposit, terus meningkat seiring meningkatnya kebutuhan material terhadap sebuah produk. Salah satu bahan yang sering di butuhkan adalah keramik. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur Kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Keramik mempunyai sifat rapuh, kuat dan kaku, sebagian besar keramik industri dibentuk dari bubuk kimia khusus seperti silicon karbida, alumina dan barium titanate. Kekasaran permukaan merupakan suatu hal yang sangat penting bagi suatu pelet komposit, hal ini di karenakan material yang akan di jadikan suatu komponen harus memiliki nilai kekasaran tertentu agar dapat digunakan sesuai dengan fungsi komponennya. Maka dari itu, sebagai alternatif untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada pelet komposit digunakan silika sebagai bahan penguat dan PEG sebagai resin pada pelet komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ukuran pasir silika terhadap kekerasan dan kekasaran pada pelet komposit serta mendapatkan pelet pasir silika yang memiliki kekasaran permukaan dan kekerasan optimum. Penelitian ini menggunakan variasi ukuran pasir silika dengan mesh 70, 80, dan 90. Kemudian bahan yang dihasilkan akan di lakukan Perlakuan Panas, Uji Kekerasan ASTM E 18, Uji Kekasaran ISO 1302 dan Uji Ketebalan ISO 03-3205.

Kata kunci : Komposit, keramik, silika, PEG, uji kekerasan, uji kekasaran, uji ketebalan

***EFFECT OF THE PARTICLE SIZE OF SILICA SAND AS A REINFORCING
MATERIAL ON THE HARDNESS AND COARSENESS OF THE COMPOSITE
PELLETS***

Charles Christian Sagala, 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 : charles@student.uir.ac.id

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

ABSTRACT

Advances in the field of the materials science, especially in the field of composites, continue to increase along with the increasing material requirements for the product. One of the materials that is often needed is ceramic. The properties of ceramics are largely determined by the crystal structure, chemical composition and inherent minerals. Ceramics have brittle, strong and rigid properties, most industrial ceramics are formed from special chemical powders such as silicon carbide, alumina, and barium titanite. Surface Roughness is a very important thing for a composite pellet, this is because the material to be made into a component must have a certain roughness value so that it can be used according to the function of the component. Therefore, as an alternative to increasing the surface hardness of composite pellets, silica is used as a reinforcing material and PEG as resin in composite pellets. This study aims to determine the effect of variations in the size of silica sand with mesh 70, 80, and 90. Then the resulting material will be subjected to Heat Treatment, ASTM E 18 Hardness Test, ISO 1302 Roughness Test and ISO 03-3205 Thickness Test.

Keyword : Composite, ceramic, silica, PEG, hardness test, roughness test, thickness tes

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kita masih diberi kesehatan, kesempatan dan nikmat, agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Sarjana ini dengan judul

“PENGARUH UKURAN PARTIKEL PASIR SILIKA SEBAGAI BAHAN PENGUAT TERHADAP KEKERASAN DAN KEKASARAN PELET KOMPOSIT”. Penulisan Tugas Akhir Sarjana ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan kurikulum akademis guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin Universitas Islam Riau. Selain itu penulisan Tugas Akhir Sarjana ini juga bertujuan agar mahasiswa biasa berfikir secara logis dan ilmiah serta bisa menuangkan pemikirannya secara sistematis dan terstruktur.

Tugas Akhir Sarjana ini tidak akan terwujud tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang tua tercinta yakni Bapak Timbul Sagala dan Ibu Ertauli Sitanggang yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungan kepada penulis, baik dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T., M.T. Selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc. Selaku Ketua Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Rafil Arizona, S.T., M.Eng Selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
5. Bapak Dr. Dedikarni, ST, M,Sc. Selaku Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktu dan senantiasa memberi dukungan dan menyumbangkan pikiran yang luar biasa selama penyusunan tugas akhir penulis.
6. Seluruh Dosen pengajar Prodi Teknik Mesin.

7. Rekan satu angkatan Teknik Mesin 2014, terkhusus kelas C Teknik Mesin 2014 yang tak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih persahabatan dari awal hingga akhir masa perkuliahan (Salam Solidarity Forever).

Semoga apa yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin. Penulis berharap Tugas Akhir Sarjana ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran khususnya dibidang Teknik Mesin.

Tugas Akhir Sarjana ini belum sepenuhnya sempurna. Oleh karena itu, bila ada kekurangan di dalam Tugas Akhir Sarjana ini dapat menjadi pertimbangan bagi penulis-penulis lain agar menjadi sebuah karya tulis yang lebih baik dan mohon kritik serta saran yang membangun bagi penulis.

Pekanbaru, Desember 2020

Penulis

Charles Christian. S

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pasir Silika	6
2.1.1. Sifat Fisik dan Kimia Silika.....	8
2.2. Silika Dioksida (SiO ₂).....	11
2.2.1. Silika Gel	13
2.2.2. Silika Presipitat	17
2.2.3. Pemanfaatan Pasir	18
2.3. Polietilen Glikol	19
2.3.1. Jenis jenis Polietilen Glikol	20
2.4. Pelet Komposit.....	22
2.4.1. Klasifikasi Komposit	24
2.4.2. Keramik Silika	27
2.5. Pemrosesan Bagian Pasir Silika dengan pembentukan serbuk	29
2.5.1. <i>Pressing</i>	29

2.5.2. <i>Heat Treatment</i>	30
2.5.3. <i>Normalizing</i>	31
2.5.4. <i>Tempering</i>	32
2.5.5. <i>Annealing</i>	32
2.5.6. <i>Quenching</i>	33
2.6. Pengujian Kekasaran.....	33
2.7. Pengujian Kekerasan	37
2.7.1. Metode gores	38
2.7.2. Metode elastic / pantul	39
2.7.3. Metode indentasi	39
2.8. Pengujian Ketebalan	44
2.9. Peralatan Pemadat Serbuk	46
2.9.1. Jenis jenis Pemadat Serbuk	47
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian	48
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian.....	50
3.3. Persiapan dan Alat Bahan	51
3.3.1. Alat	51
3.3.2. Bahan	57
3.4. Proses Pembuatan Pelet	59
3.5. Metode Pengujian Bahan	59
3.5.1. Furnace.....	59
3.5.2. Uji Kekerasan.....	59
3.5.3. Uji Kekasaran.....	60
3.5.4. Uji Ketebalan	61
3.6. Jadwal Kegiatan Penelitian	61
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penelitian	63
4.1.1 Langkah Pembuatan	63
4.1.2 Pengujian Kekerasan	66

4.1.3	Pengujian Kekasaran	67
4.1.4	Pengamatan Ketebalan	69
4.2	Pembahasan	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		77



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Umum Pasir Silika.....	8
Tabel 2.2 Sifat Sifat Fisik Pasir Mineral Silika	9
Tabel 2.3 Sifat Fisik Silika.....	9
Tabel 2.4 Spesifikasi Silika Gel Standar JISS- 0701	16
Tabel 2.5 Sifat Fisika Silika Presipitat	17
Tabel 2.6 Angka Kekasaran Permukaan menurut Standar ISO 1302	36
Tabel 2.7 Angka Kekasaran Permukaan	36
Tabel 2.7 Skala pada Metode Uji Kekerasan Rockwell	43
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	62
Tabel 4.1 Nilai Hasil Uji Kekerasan	67
Tabel 4.2 Nilai Hasil Uji Kekasaran	68
Tabel 4.3 Nilai Hasil Uji Ketebalan	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pasir Silika.....	12
Gambar 2.2 Silika Gel Putih	14
Gambar 2.3 Silika Gel Biru.....	15
Gambar 2.4 Silika Gel Alami	15
Gambar 2.5 Struktur Poli Etilen Glikol (PEG)	19
Gambar 2.6 Struktur Komposit	24
Gambar 2.7 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks	25
Gambar 2.8 Klasifikasi Komposit berdasarkan Jenis Penguat	26
Gambar 2.9 Diagram Normalizing	32
Gambar 2.10 Diagram Tempering	32
Gambar 2.11 Diagram Annealing	33
Gambar 2.12 Diagram Quenching	34
Gambar 2.13 Lambang Kekasaran Permukaan	35
Gambar 2.14 <i>Surface Roughness Tester</i>	37
Gambar 2.15 <i>Rockwell Hardness Tester</i>	39
Gambar 2.16 Skematis Prinsip Indentasi dengan Metode Brinell	41
Gambar 2.17 Hasil Indentasi Brinell.....	42
Gambar 2.18 Skematis Prinsip indentasi dengan Metode Vickers	43
Gambar 3.1 Diagram Alir	49
Gambar 3.2 Furnace Muffle	52
Gambar 3.3 Timbangan	53
Gambar 3.4 Stopwatch	54

Gambar 3.5 Mikrometer skrup	55
Gambar 3.6 Mesin Press Hidrolik	56
Gambar 3.7 <i>Rockwell Hardness Tester FR – 1e future tech</i>	57
Gambar 3.8 <i>Surface Roughness Tester tiper TR 220</i>	58
Gambar 3.9 Silikon Dioksida atau Silika	59
Gambar 3.10 Polietilen Glikol 400	59
Gambar 4.1 Spesifikasi Cetakan	64
Gambar 4.2 Spesimen A	65
Gambar 4.3 Spesimen B	66
Gambar 4.4 Spesimen C	66
Gambar Grafik 4.5 Grafik Nilai Kekerasan	68
Gambar Grafik 4.6 Grafik Nilai Kekasaran	69
Gambar Grafik 4.7 Grafik Nilai Ketebalan	72
Gambar Grafik 4.8 Hubungan Pasir Silika dan Kekerasan	73
Gambar Grafik 4.9 Hubungan Pasir Silika dan Kekasaran	74
Gambar Grafik 4.10 Hubungan Pasir Silika dan Ketebalan	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Silika terdapat banyak di bumi, merupakan unsur kedua terbanyak di kulit bumi setelah oksigen. Terdapat di alam dalam bentuk pasir silika atau yang dikenal juga dengan *quartz* dengan rumus kimia SiO_2 . Tanah dimana kita pijak pun mengandung silika. Sebagai contoh, di Indonesia penambangan pasir silika ini dilakukan di desa pulau Rupert, Kalimantan Tengah dan Jawa Tengah. Di pesisir Kepulauan Riau juga diyakini memiliki kandungan pasir silika (Sumarno, 2015).

Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Untuk proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode *milling* dengan *ball mill* untuk menghaluskannya menjadi ukuran yang lebih halus. Pasir silika dengan ukuran yang halus inilah yang biasanya banyak digunakan dalam industri (Sandy, 2018).

Utilisasi kapasitas produksi industri silika lokal belum maksimal, baru 50% dari kapasitas maksimal yang ada. Hal ini disebabkan karena produk silika lokal yang dihasilkan belum memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan oleh pasar, pasir silika yang baiknya digunakan berukuran ($\leq 3\mu\text{m}$), sementara hasil produksi silika lokal berukuran $\geq 30\mu\text{m}$. Dengan cadangan bahan baku silika yang melimpah dan potensi pasar yang masih terbuka lebar maka perlu dicarikan solusi agar sumber daya yang ada dapat dimanfaatkan secara optimal bagi perkembangan industri (Gandi, 2015).

Keramik adalah suatu bentuk dari tanah liat yang telah mengalami proses pembakaran. Bahan baku keramik yang sering dipakai adalah felspard, ball clay, kwarsa, kaolin, dan air. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur Kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Keramik mempunyai sifat rapuh, kuat dan kaku, sebagian besar keramik industri dibentuk dari bubuk kimia khusus seperti silicon karbida, alumina dan barium titanate (Yusep, 2018).

Kekasaran permukaan merupakan suatu hal yang sangat penting bagi suatu pelet komposit, hal ini dikarenakan material yang akan di jadikan suatu komponen harus memiliki nilai kekasaran tertentu agar dapat digunakan sesuai dengan fungsi komponennya (Dimas, 2015).

Kekerasan permukaan merupakan suatu hal yang harus di ketahui, khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami pergesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut di berikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal (Hadi, 2010).

Kebanyakan keramik sekarang mudah pecah, retak dan licin. Dari latar belakang di atas maka penelitian yang akan di laksanakan menganalisa kekerasan dan kekasaran permukaan pelet komposit keramik dengan memvariasikan ukuran partikel pasir silika yang di gunakan. Pengaplikasiannya ke Keramik Kasar(Batu Alam), dan untuk permesinan aplikasi nya ke Busi, Kepala Piston dan Rotor Turbocharge. Selanjutnya membandingkan nilai kekerasan, kekasaran permukaan serta pengamatan ketebalan yang di hasilkan dari variasi ukuran pasir yang di gunakan, agar dapat menyelesaikan masalah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut,

1. Bagaimana mengetahui pengaruh variasi ukuran pasir silika terhadap kekerasan pelet komposit?
2. Bagaimana mengetahui pengaruh variasi ukuran pasir silika terhadap kekasaran pelet komposit?
3. Bagaimana mendapatkan pelet pasir silika yang memiliki kekasaran permukaan dan kekerasan optimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Untuk mendapatkan pengaruh variasi ukuran pasir silika terhadap kekerasan pelet komposit.
2. Untuk mendapatkan pengaruh variasi ukuran pasir silika terhadap kekasaran pelet komposit.
3. Untuk mendapatkan pelet pasir silika yang memiliki kekasaran permukaan dan kekerasan optimum.

1.4 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan dan asumsi penelitian dengan tujuan adanya batas lingkup penelitian dan penyederhanaan dari kondisi real yang akan dijadikan acuan penelitian. Adapun batasan permasalahan dari analisis ini adalah,

1. Penelitian ini terbatas pada perlakuan panas dengan menggunakan furnace, mengukur kekasaran permukaan dengan menggunakan *surface roughness tester*, menguji kekerasan dengan menggunakan *rockwell hardness tester* dan pengamatan ketebalan dengan menggunakan mikrometer
2. Bahan yang di gunakan adalah pasir silika SiO_2 dari Pulau Rupat, Kabupaten Bengkalis.
3. Temperatur yang di gunakan 1200°C , guna memaksimalkan kekerasan yang optimum pada pelet dengan mendapatkan struktur internal yang

tersusun rapi dan sangat padat dengan waktu penahanan (*holding time*) 4 jam.

4. Variasi ukuran pasir yang di gunakan adalah Mesh 70, 80, 90 dengan komposisi 70% Pasir Silika : 30%. PEG.
5. Pengujian yang dilakukan : Uji Kekerasan, Uji Kekasaran dan Pengamatan Ketebalan

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melalui pengujian laboratorium ini di harap kan adanya manfaat yang di ambil dari penelitian ini, yaitu :

1. Pengembangan Akademis

Penyusun dapat menerapkan ilmu yang telah di pelajari dan dapat memberi pengetahuan tentang hasil penelitian yang telah di lakukan kepada pembaca atau ahli permesinan dan konsumen sebagai referensi pengembangan penelitian selanjutnya, sehingga bermanfaat untuk memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi.

2. Pengembangan Industri

Manfaat yang di harapkan dari penelitian ini yaitu dapat mengoptimalkan pemanfaatan pasir silika sebagai bahan pembuatan pelet komposit dan bahan tambahan dalam dunia industri seperti bahan keramik dan bahan semen.

3. Nilai Ekonomis

Untuk meningkatkan nilai ekonomis dari pasir kuarsa yang berasal dari Rupert, Kabupaten Bengkalis.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab pokok, setelah itu di uraikan pada masing-masing sub bab. Dalam penulisan tugas akhir ini terdiri dari tiga bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan Pasir Silika, Polyethylene, dan Komposit.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penelitian, metode pengambilan sampel, pengumpulan data, bahan-bahan pengujian yang diperlukan dan melakukan proses pengerjaan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab dibahas tentang hasil penelitian dan pembahasan data hasil pengujian pada pengaruh ukuran partikel pasir silika terhadap kekerasan dan kekasaran pelet komposit.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang di dapat pada saat penelitian dan saran yang di anggap perlu diketahui bagi pihak-pihak yang memerlukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasir Silika

Silika merupakan senyawa yang banyak ditemui dalam bahan galian yang disebut pasir kuarsa, terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kuarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Pasir kuarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya (Sumarno, 2015).

Untuk memperoleh ukuran silika sampai pada ukuran nano/ mikrosilika perlu perlakuan khusus pada prosesnya. Untuk mikrosilika biasanya dapat diperoleh dengan metode *special milling*, yaitu metode *milling* biasa yang sudah dimodifikasi khusus sehingga kemampuan untuk menghancurkannya jauh lebih efektif, dengan metode ini bahkan dimungkinkan juga memperoleh silika sampai pada skala nano. Sedangkan untuk nanosilika bisa diperoleh dengan metode-metode tertentu yang sekarang telah banyak diteliti diantaranya adalah *sol-gel process*, *gas phase process*, *chemical precipitation*, *emulsion techniques*, dan *plasma spraying & fogging* proses polimerisasi silika terlarut menjadi organo silika (Atmo, 2014).

Lembarannya tersedia dalam warna metalik dan warna non logam. Untuk pemesanan khusus, permukaannya dapat di buat di dalam berbagai pola dengan meniru bahan-bahan material lainnya seperti pola kayu, keramik dan pola lainnya. Lembaran *Alumunium Composite Panel* biasanya diproduksi dengan ukuran ketebalan 1-10 mm, dan lebar 1.200-1.600 mm (Sandy, 2018).

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, dkk, 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, 2003).

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 (Garcia, 2003).

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 dan Kimia Silika

Tiga bentuk utama dari kristal silika (quartz, tridimit, dan cristobalite) stabil pada suhu yang berbeda dan memiliki subdivisi. Misalnya, ahli geologi membedakan antara alpha dan beta kuarsa. Ketika kuarsa alpha bersuhu rendah di panaskan pada tekanan atmosfer akan berubah menjadi kuarsa beta pada suhu 573° celcius. Tridimit terbentuk pada suhu 870° celcius dan kristobalit terbentuk pada suhu 1470° celcius. Titik leleh silika adalah 1610° celcius, lebih tinggi dari besi, tembaga dan alumanium, dan merupakan salah satualasan mengapa silika digunakan untuk menghasilkan cetakan dan inti untuk proses logam cor. Struktur kristal kuarsa didasarkan pada empat atom oksigen di hubungkan bersama untuk membentuk tiga dimensi yang disebut tetrahedron dengan satu atom silikon di pusatnya.berjuta tetrahedron ini bergabung bersama-sama dengan berbagi satu atom oksigen untuk membentuk kristal kuarsa. Kuarsa biasanya berwarna putih, tetapi sering di warnai oleh impuritie besi sehingga menghasilkan bermacam-macam warna. Kuarsa merupakan mineral yang tranparan dan tembus cahaya,sehingga sering digunakan dalam pembuatan kaca, dan memiliki kilap vitreous. Kuarsa adalah mineral keras karna kekuatan ikatan antara atom. Kuarsa juga relatif inert dan tidak bereaksi dengan asam encer (Anonim, 2013).

Sifat sifat fisik pasir mineral silika dapat di lihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Sifat 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	$2,65 \text{ g/cm}^3$
Titik Lebur	1715 °C
Bentuk Kristal	Hexagonal
Panas Sfesifik	0,185
Panas Konduktifitas	12-100 °C

Sumber : Melinda, 2015

Tabel 2.3 Sifat Fisik 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 °C
Titik didih	2230 °C

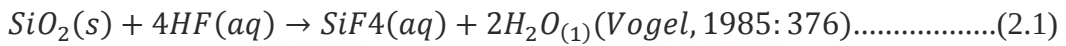
Sumber : Melinda, 2015

Adapun sifat Kimia Silika (SiO_2) yaitu :

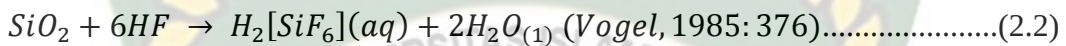
Kandungan Mineral silika mempunyai berbagai sifat kimia antara lain sebagai berikut :

a. Reaksi Asam

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

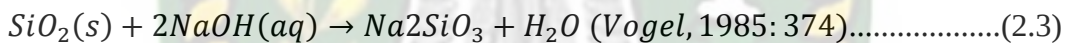


Dalam asam berlebih reaksinya adalah :

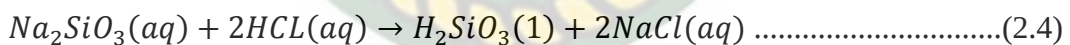


b. Reaksi Basa

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°C agar terbentuk silika gel. Reaksi yang terjadi :



Senyawa kimia silikon 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.

SiO₂ memiliki sejumlah bentuk Kristal yang berbeda (polimorf) selain bentuk-bentuk amorf. Dengan pengecualian stishovite dan silica berserat, semua bentuk Kristal melibatkan unit SiO₄ 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° (Welveni, 2009)

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 (Welveni, 2009).

Silika berserat memiliki struktur yang serupa dengan SiS₂ *etrahedra* SiO₄ tepi, bentuk tekanan yang lebih tinggi, sebaliknya memiliki rutil seperti struktur di mana silikon adalah 6 koordinat. Kepadatan stishovite adalah 4,287 g/cm³, yang membandingkan untuk α – kuarsa, yang terpadat dari bentuk-bentuk tekanan rendah, yang memiliki kerapatan 2,648 g/cm³. 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 α – kuarsa. Alam koordinasi meningkatkan *iconicity* ikatan Si-O (Welveni, 2009).

2.2 Silika (SiO₂)

Silika merupakan penyusun utama kerak bumi (Holmes 1964). Dan nama silika sendiri adalah nama yang di berikan kepada sekelompok mineral yang terdiri dar silikon dan oksigen. Kedua elemen ini paling melimpah di kerak bumi. Silika di temukan umumnya dalam bentuk Kristal dan jarang dalam keadaan amorf. Hal ini disebabkan karena silika terdiri dari ikatan satu atom silikon daan

dua atom oksigen, rumus kimia silika adalah SiO_2 . Pasir silika terdiri dari butiran atau partikel kecil dari mineral dan fragmen batuan. Silika merupakan bagian utama yang membentuk batuan baik itu sedimen, batuan beku maupun batuan malihan (*metamorf*). Kombinasi silika dengan unsur yang lain membentuk mineral golongan silikat. Mineral golongan silikat dikelompokkan berdasarkan perbandingan unsur silikon dan oksigen. Silika hadir di sembilan bentuk kristal yang berbeda (*polimorf*), dengan tiga bentuk utama menjadi kuarsa. Bentuk paling umum yang sering dijumpai adalah *tridymite*, *kristobalit* dan *cryptocrystalline*. Bentuk yang berserat memiliki nama chalcedony yang biasa disebut semi-batu mulia (*semi-precious stone*). Bentuk lainnya dapat berupa varietas granular seperti jasper dan flint (Bragmann, 2006).



Gambar 2.1 Pasir silika

Sumber : Sulthan, 2017

2.2.1 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 (Oscik, 1982).

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 (Oscik, 1982).

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 2.2 Silika Gel Putih

Sumber : Ratih, 2008

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 2.3 Silika Gel Biru

Sumber : Ratih, 2009

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 2.4 Silika Gel Alami

Sumber : Ratih, 2009

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 2.4 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 ($kcal / KG \cdot C$)	0,22
Konduktivitas Termal ($kcal / m \cdot Hr \cdot C$)	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

2.2.2 Silika Presipitat

Silika presipitat yang biasa disebut *particulate silica*, 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 (Melinda, 2015).

Sifat Fisika dan Kimia Likat Presipitasi :

Tabel 2.5 Sifat Fisika silika presipitat

Sifat Fisika	
Bentuk	Powder
Warna	Putih
Kelarutan dalam air	0,012 g/100 ml
Kandungan silika	± 99%
Density	2,634 g/cm ³
Spesific gravity	2

Sumber : Melinda, 2015

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.

2.2.3 Pemanfaatan Pasir Silika

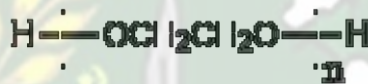
1. Pada industri keramik, pasir kuarsa merupakan pembentuk badan keramik bersama dengan bahan baku lain, seperti kaolin, lempung, felspar, dan

bahan pewarna. Pasir kuarsa ini umumnya pembentuk sifat glazur pada badan keramik, sehingga berbentuk licin dan mudah untuk dibersihkan. Selain itu, pasir kuarsa mempunyai sifat sebagai bahan pengurus yang dapat mempermudah proses pengeringan, pengontrolan, penyusutan, dan memberi kerangka pada badan keramik.

2. Pada proses akhir pengolahan pasir kuarsa menjadi gelas dan kaca, yaitu dengan jalan meleburkannya bersama bahan-bahan lain seperti soda dan kapur dalam tungku peleburan. Sebagai bahan pembentuk gelas kontribusi silica (SiO_2) sangat dominan. Unsur lain seperti soda (Na_2O) dimanfaatkan dalam proses pencairan, sedangkan kapur (CaO dan MgO) berfungsi sebagai stabilisator ketika proses pencairan dan pembentukan kembali gelas dan kaca tersebut. Biasanya, pada saat pengolahan ditambahkan belerang untuk membantu pelunakan gelas ketika dicairkan. Untuk proses pembuatan gelas yang berkualitas tinggi perlu ditambahkan aluminium oksida (Al_2O_3) dan B_2O_3 untuk menambah ketahanan gelas.
3. Pemanfaatan pasir kuarsa dalam industri pengecoran, karena memiliki titik leleh lebih tinggi dari logam. Fungsi pasir kuarsa di industri ini adalah sebagai pasir cetak dan *foundry*. Kondisi pasir kuarsa untuk pasir cetak perlu kriteria khusus, seperti penyebaran dan kehalusan butir, bentuk butir, *bulk density*, *base permeability* dan titik mensinter, kadar lempung, tempering water, kuat tekan, kuat geser, dan permeabilitas.
4. Pada industri baja tahan api dipakai untuk pembentuk konstruksi bata sebagai bahan baku utama (minimal 95 %).
5. Industri cat sebagai bahan pengisi (*filler*).
6. Industri karet sebagai bahan penguat. Manfaat dari penambahan nanosilika pada ban akan membuat ban memiliki daya lekat yang lebih baik terlebih pada jalan salju, mereduksi kebisingan yang ditimbulkan dan usia ban lebih panjang daripada produk ban tanpa penambahan nanosilika.

2.3 Poli Etilen Glikol (PEG)

Polietilena merupakan polimer sintetik yang merupakan hasil rekayasa manusia, polimer umumnya dikelompokkan berdasarkan perilaku mekanik dan struktur rantai 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 2.15



Gambar 2.5. Struktur Poli Etilen Glikol (PEG)

Sumber : Siti, 2017

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 Polietilen glikol 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 dietel 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, mempunyai beberapa macam molekul (Astuti, 2008).

2.3.1 Jenis-Jenis Polyethylene Glikol

Pertama kita harus tahu terlebih dahulu apa itu PEG. Secara definisi PEG adalah suatu polimer yang terdiri dari beberapa ikatan monomer. Monomer itu sendiri secara bahasa adalah suatu senyawa yang dapat dipolimerisasi.

Sedangkan menurut kamus kesehatan, Monomer adalah molekul sederhana dan kecil yang menjadi penyusun molekul dan senyawa yang lebih besar dan kompleks. Menurut wikipedia indonesia Monomer berasal dari bahasa Yunani mono satu dan meros bagian adalah struktur molekul yang dapat berikatan secara kimia dengan monomer lainnya untuk menyusun molekul polimer yang panjang dan berulang-ulang. Monomer dapat

berupa hidrokarbon, gula, asam amino, atau asam lemak.

Sedangkan Polimer adalah molekul raksasa (makromolekul) yang merupakan gabungan dari monomer - monomer. Polimer mempunyai massa molekul relatif yang sangat besar, yaitu sekitar 500-10.000 kali berat molekul unit ulangnya. istilah polimer berasal dari bahasa yunani, polys banyak dan meros bagian, yang berarti banyak bagian atau banyak monomer. Gabungan monomer ini dapat berupa ikatan lurus atau bercabang.

Penggolongan polimer berdasarkan asalnya :

1. Polimer alam: yang berada di alam dan berasal dari makhluk hidup
2. Polimer sintesis / buatan: polimer yang tidak terdapat di alam dan Harus dibuat terlebih dahulu oleh manusia.

Polietilen glikol (PEG) termasuk kedalam golongan polimer sintesis. PEG mempunyai kelarutan yang baik dalam air dan kesamaan secara struktur kimia karena adanya gugus hidroksil primer pada ujung rantai polieter yang mengandung oksietilen ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-$). PEG mempunyai sifat stabil, mudah larut dalam air hangat, tidak beracun, non-korosif, tidak berbau, tidak berwarna, memiliki titik lebur yang sangat tinggi (580°F), tersebar merata, higroskopik (mudah menguap) dan juga dapat mengikat pigmen. Pemerian PEG berupa putih seperti lilin yang menyerupai paraffin. Berupa bentuk padat dalam pada suhu kamar, mencair pada suhu 104°F , memiliki berat molekul rata-rata 1000.

PEG ini banyak sekali manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari kita seperti campuran cat, tinta, kosmetik, perlengkapan mandi, industri kertas, kulit, karet dll. Tapi untuk bahasan kali ini kita fokuskan kepada manfaatnya di dunia kefarmasian. PEG ada yang berupa cairan maupun padat tergantung dari berat molekul (BM) dari PEG itu sendiri.

Semakin besar nilai BM PEG maka akan semakin padat PEG tersebut dan sebaliknya. PEG berdasarkan berat molekulnya dibagi menjadi: PEG 200, 400, 600, 1000, 1500, 1540, 3350, 4000, 6000, 8000 dan diatas 100.00 sampai dengan 300.000. PEG dengan BM dibawah 1000 berupa cairan jernih tidak berwarna, PEG dengan BM 1000-1500 berupa semi padat. PEG 3000-20.000 berupa padatan semi kristalin. diatas 100.000 berupa resin pada suhu kamar. So PEG semakin meningkat kekerasannya dengan bertambah besarnya BM. Umumnya PEG dengan bobot molekul 1500-20000 yang digunakan untuk pembuatan dispersi padat. Sedangkan Untuk PEG dibawah 1500 digunakan dalam dispersi cair (Leuner, 2000).

2.4 Pelet Komposit

Material komposit merupakan kombinasi dua atau lebih material yang berbeda, dengan syarat adanya ikatan permukaan antara kedua material tersebut. Komposit tidak hanya digunakan untuk sifat struktural tapi dapat juga dimanfaatkan untuk berbagai sifat yang lainnya seperti listrik, panas, atau material-material yang memperhatikan aspek lingkungan. Komposit pada umumnya diklasifikasikan menjadi 2 bagian yang berbeda dimana fasa kontinyu disebut matrik, dan fasa diskontinyu disebut sebagai penguat (Zainuri, 2008)

Dengan Penggabungan dua atau lebih material yang berbeda, maka dapat diperbaiki dan dikembangkan sifat-sifat mekanik dan fisik dari material-material tersebut diantaranya adalah (Sulistijono, 2013)

1. Konduktivitas Termal
2. Ketahanan Fatik
3. Kekuatan
4. Tampilan
5. Kekakuan
6. Ketahanan Korosi
7. Ketahanan Gesek
8. Insulasi Listrik
9. Berat
10. Insulasi Panas

Keuntungan utama dari material komposit yaitu kekuatan dan kekakuan yang tinggi, digabungkan dengan densitas yang rendah jika dibandingkan dengan *bulk material*, sehingga memungkinkan untuk mendapatkan material yang lebih ringan (Campbell, 2010).

Material komposit terdiri dari dua penyusun utama yaitu matriks dan filler:

1. Matriks

Matriks adalah fasa yang memberikan bentuk pada struktur komposit dengan cara mengikat penguat atau serat secara bersamaan. Karakteristik yang dimiliki matriks umumnya adalah ulet, serta memiliki kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah dibanding reinforcednya (Sulistijono, 2013). Matriks ini juga mempunyai fungsi yaitu (Harris, 1999):

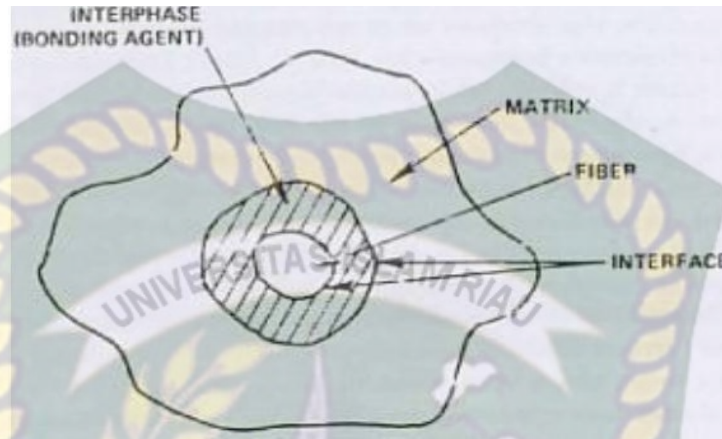
- a. Matriks mengikat *fibre*, menjaga agar tetap sejajar dengan arah tegangan. Beban yang diberikan terhadap komposit akan didistribusikan ke *fibres*, memungkinkan komposit untuk menerima *compression*, *flexural*, maupun *shear force*. Kemampuan komposit untuk menerima berbagai beban tergantung pada matriks sebagai media pentransfer beban, dan juga efisiensi dari transfer beban juga berkaitan dengan kualitas dari ikatan antara matriks dan *fibres*.
- b. Matriks melindungi *reinforcing filaments* dari kerusakan mekanik, misalnya abrasi dan juga dari kondisi lingkungan lingkungan (Nayiroh, 2013).
- c. Matriks menyumbang beberapa sifat seperti kekakuan, ketangguhan dan tahanan listrik (Nayiroh, 2013).

2. Reinforced

Reinforced adalah penguat yang ditempatkan di dalam matriks pada komposit dan harus memiliki kekuatan mekanik yang lebih tinggi dari matriksnya. Penguat tidak selalu berfungsi untuk meningkatkan sifat mekanik komposit dan memberikan efek penguatan, tetapi juga digunakan untuk mengubah sifat-sifat fisik seperti sifat tahan aus, koefisien friksi atau konduktivitas termal. Serat-serat penguat dapat dibuat dari logam, keramik, dan polimer yang diubah menjadi serat yang disebut kevlar atau serat grafit yang disebut dengan serat karbon. Serat yang ditanam dalam matriks akan meningkatkan modulus matriks. Ikatan yang kuat sepanjang serat memberikan modulus yang sangat tinggi (Sulistijono, 2013).

Adanya dua penyusun komposit atau lebih menimbulkan beberapa daerah dan istilah penyebutannya; Matriks, sebagai penyusun dengan fraksi volume terbesar, *Reinforced*, sebagai penahan beban utama, *Interphase*, sebagai pelekatan antar dua

penyusun, dan *interface*, sebagai permukaan phase yang berbatasan dengan phase lain.

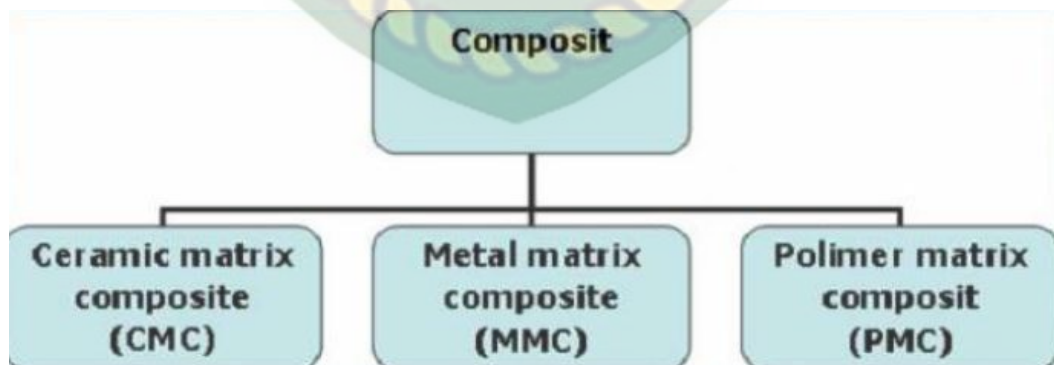


Gambar 2.6 Struktur Komposit

Sumber : Nayiroh, 2013

2.4.1 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan seperti Gambar 2. 2 berikut (Callister, 2001):



Gambar 2.7 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks

Sumber : Callister, 2001

a. *Polymer Matrix Composite* (PMC)

Komposit jenis ini menggunakan polimer sebagai matriksnya, dengan *fibres* sebagai *reinforcednya*

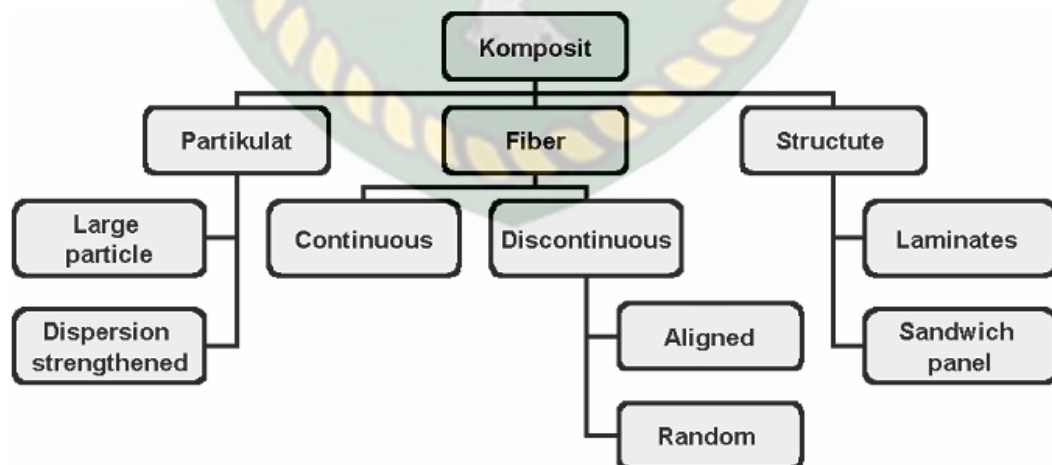
b. *Metal Matrix Composite* (MMC)

Komposit jenis ini menggunakan logam yang ulet sebagai matriksnya. Material ini dimanfaatkan pada temperatur yang lebih tinggi. Beberapa keuntungannya dibanding PMC yaitu temperatur operasinya yang lebih tinggi, *nonflammable*, dan juga lebih tahan akan degradasi oleh fluida organik.

c. *Ceramic Matrix Composite* (CMC)

Komposit jenis ini menggunakan keramik sebagai matriksnya. Secara inheren tahan terhadap oksidasi dan juga kerusakan pada temperatur tinggi. Jenis komposit ini sangat cocok untuk digunakan pada temperatur tinggi dan juga untuk aplikasi yang mengalami severe-stress, seperti komponen mobil dan juga turbin gas.

Selain itu, komposit juga dapat dibedakan berdasarkan jenis penguatnya pada Gambar 2. 3 sebagai berikut:



Gambar 2.8 Klasifikasi Komposit berdasarkan Jenis Penguat

Sumber : Nayiroh, 2013

A. Particulate Composite

Menggunakan penguat berbentuk partikel. Peran partikel dalam komposit partikel adalah membagi beban agar terdistribusi merata dalam material dan menghambat deformasi plastik matriks yang ada di sela-sela partikel. Beberapa jenis partikel dapat dibagi menjadi seperti di bawah ini:

1. Partikulat
2. Dispersoidal
3. Platelet
4. Fiber pendek (Mat)
5. *Whiskers*

B. Fiber Composite

Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit. Adapun parameter serat pada komposit, yaitu:

1. Distribusi
2. Konsentrasi
3. Orientasi
4. Bentuk
5. Ukuran

C. Structural Composite

Komposit jenis ini biasanya terdiri dari material homogen, dimana sifatnya tak hanya bergantung pada konstituen materianya saja, namun juga bergantung pada desain geometrinya dari struktur elemen. Jenis ini dapat dibagi lagi menjadi:

1. *Laminar Composite*

Terdiri dari *two-dimensional sheet* yang memiliki arah *high-strength* seperti yang ditemukan pada kayu. Lapisan ditumpuk dan kemudian ditempel secara bersamaan sehingga orientasi arah *high-strength* nya bervariasi.

2. Sandwich Panels

sandwich panels terdiri dari dua lembar luar yang kuat, atau wajah, dipisahkan oleh lapisan bahan yang kurang padat, atau inti, yang memiliki kekakuan yang lebih rendah dan kekuatan yang lebih rendah. Bagian wajah menanggung sebagian besar in-plane loading, dan juga bending stress yang melintang (Callister, 2001).

2.4.2 Keramik Silika

Keramik adalah semua benda yang terbuat dari tanah liat / lempung yang mengalami suatu proses pengerasan dengan pembakaran suhu tinggi. Pengertian keramik yang lebih umum adalah “bahan yang di bakar tinggi termasuk didalamnya gips, semen, metal dan lainnya.

2.4.2.1 Karakteristik Keramik Silika

Mineral silika atau kuarsa merupakan salah satu komponen utama dalam pembentukan badan keramik dan jumlahnya melimpah ruah di permukaan kulit bumi. Bentuk umum fasa kristal silika antara lain adalah tridimit, quartz, dan kristobalit (Worr'al W.E, 1986). Struktur silikat primer adalah tetrahedron SiO_4 , jadi setiap satu atom silikon dikelilingi empat atom oksigen. Gaya-gaya yang mengikat atom tetrahedral berasal dari ikatan ionik dan kovalen sehingga ikatan tetrahedral sangat kuat.

Fasa yang stabil mencapai tridimit pada suhu 1470°C . Kristobalit mempunyai jangkauan stabil suhu lebur pada suhu 1730°C yang kemudian berubah menjadi cairan (liquid). Sifat-sifat fisik dari berbagai bentuk kuarsa diantaranya adalah:

- Densitas kuarsa= $2,65 \times 10^3 \text{kg/m}^3$;
- Densitas tridimit= $2,27 \times 10^3 \text{kg/m}^3$;
- Densitas kristobalit= $2,33 \times 10^3 \text{kg/m}^3$.

Disamping itu silika memiliki sifat-sifat (Worr'al, 1986):

- Tidak plastis (elastisitasnya rendah);
- Titik lebur tinggi sekitar 1728°C;
- Kuat dan keras.

2.4.2.2 Struktur Keramik Silika

Struktur kristal keramik (terdiri dari berbagai ukuran atom yang berbeda atau minimal terdiri dari 2 jenis unsur) merupakan salah satu yang paling kompleks dari semua struktur bahan. Ikatan antara atom-atom ini umumnya ikatan kovalen (berbagi elektron, sehingga ikatan ini kuat) atau ion (terutama ikatan antara ion bermuatan, sehingga ikatan ini kuat). Ikatan ini jauh lebih kuat daripada ikatan logam. Akibatnya, sifat-sifat seperti kekerasan dan ketahanan panas dan listrik secara signifikan lebih tinggi keramik dari pada logam. Keramik dapat berikatan kristal tunggal atau dalam bentuk polikristalin. Ukuran butir mempunyai pengaruh besar terhadap kekuatan dan sifat-sifat keramik; ukuran butir yang halus (sehingga dikatakan keramik halus), semakin tinggi kekuatan dan ketangguhannya. Kebanyakan bahan pembentuk keramik memiliki ikatan ion, ikatan kovalen dan ikatan antara. Sebagai contoh, bagian ikatan ion dalam sistem Mg-O, Al-O, Zn-O dan Si-O dapat dikatakan masing-masing 70%, 60%, 60% dan 50%. Yang sangat menarik adalah bahwa pada ReO_3 , V_2O_3 dan TiO , yang merupakan oksida yang dapat di deformasikan, tetapi memiliki hantaran listrik yang relatif dapat disamakan dengan logam biasa.

Dalam Kristal yang rumit, berbagai macam atom berperanan ikatannya merupakan ikatan campuran dalam banyak hal. Struktur Kristal demikian dapat dimengerti apabila mengingat bahwa Kristal tersusun oleh kombinasi dari polyhedron koordinasi, dimana satuan kecil dari kation dikelilingi oleh beberapa anion. Salah satu contoh adalah silika yang merupakan bahan baku penting bagi keramik.

2.5 Pemrosesan Bagian Pasir Silika dengan Pembentukan Serbuk

Berbagai macam proses fabrikasi digunakan untuk menyiapkan serbuk keramik untuk keramik. Proses untuk produk tertentu didasarkan pada bahan,

bentuk kompleksitas produk, persyaratan properti dan biaya. Pengolahan keramik umumnya melibatkan tiga hal dasar :

1. Persiapan bubuk pasir silika
2. Mencampur partikel bubuk dengan aditif (untuk memberikan karakteristik khusus)
3. Membentuk, mengeringkan dan menembakkan bahan

2.5.1 Pressing

Pengepresan ialah metode paling sederhana dalam pemerosesan bubuk keramik untuk pengembangan produk berbasis bahan komposit berbentuk keramik. Bahan baku dihancurkan dalam bubuk halus yang di campur dengan aditif dan kemudian di olah menjadi produk yang bermanfaat. Dalam operasi pengepresan, bubuk yang mengandung sedikit jumlahnya air dipadatkan di bawah tekanan. Berbagai macam keramik tradisional dan secara canggih diproses dengan metode pengepresan bubuk yang mencakup barang elektronik dan listrik, serta produk keramik, lantai dan ubin dinding dan isolator busi atau pelapis pada bagian luar busi. Pengepresan bubuk bisa dilakukan dalam beberapa cara yaitu sebagai berikut :

1. *Dry pressing*

Teknik pengepresan kering digunakan untuk bentuk sederhana seperti produk serbuk. Campuran bubuk dan kadar air tersebut sangat rendah (kurang dari 4%). Berbagai pengikat (organik maupun anorganik) dapat di tambahkan dalam campuran tergantung kebutuhan.

2. *Wet and hot pressing*

Dalam metode pengepresan basah, produk diproses di bawah tekanan tinggi dalam cetakan. Konten kelembaban adalah relatif tinggi (10-15%). Dalam teknik pengepresan basah, tingkat produksi tinggi dan dimungkinkan menangani bentuk yang rumit tetapi prosesnya cocok untuk pekerjaan yang lebih kecil dan tidak ada kontrol yang lebih akurasi dimensi.

3. *Iso-static pressing*

Iso-static pressing digunakan untuk mendapatkan kerapatan yang seragam dalam produk. Isolator adalah dibuat dengan metode penekanan iso-statis. Campuran bubuk di tempatkan di sekitar pin mandrel pusat dalam cetakan yang fleksibel dimana tekanan fluida di terapkan dari luar.

2.5.2 ***Heat Treatment***

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

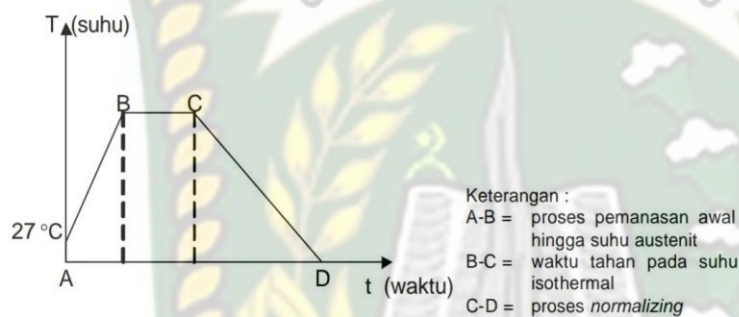
Perlakuan panas didefinisikan sebagai kombinasi dari proses pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap logam/paduan dalam keadaan padat, sebagai upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. Perubahan tersebut terjadi karena ada perubahan struktur mikro selama proses pemanasan 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 (Anom, 2010)

Secara umum, proses perlakuan panas adalah :

- Memanasakan 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.

2.5.3 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 (Anom, 2010)

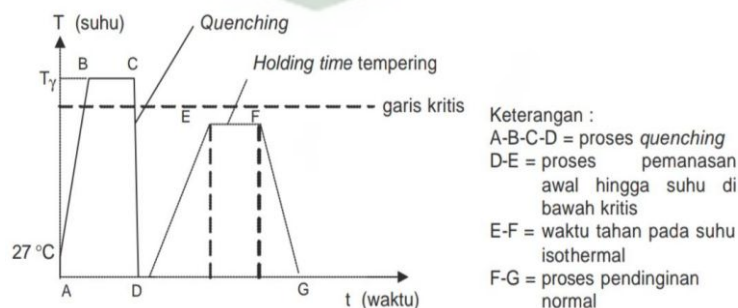


Gambar 2.9 Diagram Normalizing

Sumber : Anom, 2010

2.5.4 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 (Anom, 2010)

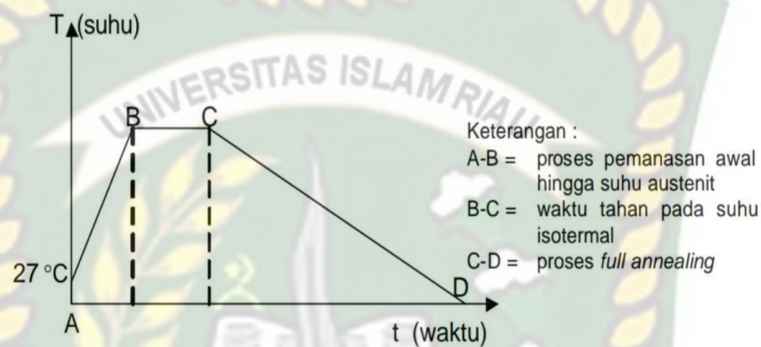


Gambar 2.10 Diagram Tempering

Sumber : Anom, 2010

2.5.5 Annealing

Proses *annealing* adalah proses pemanasan baja diatas 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 (Anom, 2010)

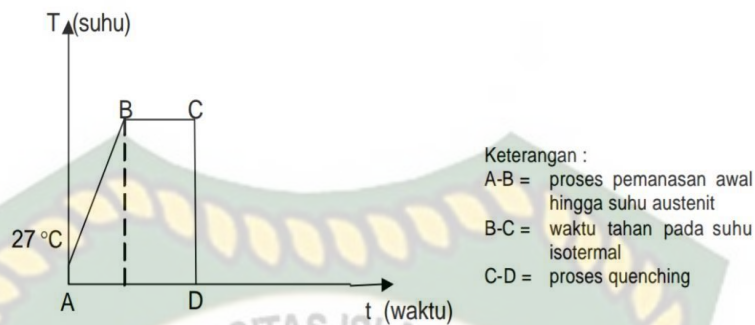


Gambar 2.11 Diagram Annealing

Sumber : Anom, 2010

2.5.6 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 agitasi (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 mengurangnya dengan melakukan proses lebih lanjut seperti tempering (Anom, 2010)



Gambar 2.12 Diagram *Quenching*

Sumber : Anom, 2010

2.6 Pengujian Kekasaran

Kekasaran Permukaan adalah salah satu karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya faktor manusia (operator) dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya.

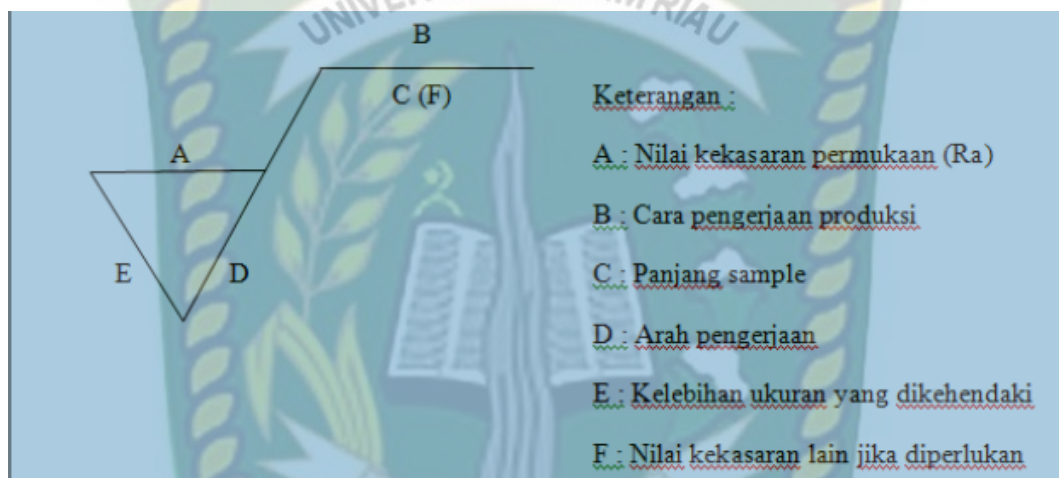
Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan ialah surface roughness tester, alat ini digunakan untuk mengamati dan mengukur kekasaran permukaan dengan standar ISO 1302. Cara kerja dari alat ukur kekasaran permukaan ini adalah dengan meletakkan sensor yang dipasangkan pada alat tersebut, selanjutnya sejajarkan alat ukur permukaan tersebut dengan bidang material yang akan di uji. Pada saat pengerjaannya, alat ukur ini tidak boleh bergerak karena akan mengganggu sensor dalam membaca kekasaran dari permukaan material tersebut.

Nilai kekasaran dinyatakan dalam Roughness Average (Ra). Ra merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional.

Kekasaran permukaan dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori, yaitu:

1. Deskripsi statistik, yang memberikan nilai rata-rata dan tinggi permukaan contohnya Ra dan Rq.

2. Deskripsi nilai ekstrem , yang didapat berdasarkan nilai pada kondisi maksimum (R_v), dan kekasaran maksimum puncak kelembah(R_{max})
3. Deskripsi tekstur, Dari hasil pengukuran terhadap panjang pengukuran (traversing length) 7.05mm didapat 3 parameter yang telah diatur sebelum melakukan pengukuran. Parameter itu yaitu R_a atau kekasaran rata-rata aritmatik, R_{max} atau kekasaran maksimum dari tinggi puncak dan lembah , R_z atau kekasaran total rata-rata.



Gambar 2.13 Lambang kekasaran permukaan

Sumber : Warren, 1999

Angka yang ada pada symbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (R_a). Nilai R_a telah dikelompokkan menjadi 12 kelas kekasaran sebagaimana terlihat pada Tabel 2.6 dibawah ini.

Tabel 2.6 Angka Kekasaran menurut standar ISO 1302 atau DIN 4763.

Kekasaran Ra (µm)	Kelas kekasaran	Panjang Sampel (µm)
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2.5
6,3	N9	
3,2	N8	0.8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0.25
0,1	N3	
0,05	N2	
0,025	N1	0.08

Sumber : Choirul, 2014

Tabel 2.7 Angka Kekasaran Permukaan.

Kelas Kekasaran	Harga Ra (µm)	Toleransi (µm) (+50% & - 25%)	Panjang sampel (mm)
N1	0.025	0.02 – 0.04	0.08
N2	0.05	0.04 – 0.08	0.25
N3	0.1	0.08 – 0.15	
N4	0.2	0.15 – 0.03	
N5	0.4	0.03 – 0.06	
N6	0.8	0.6 – 1.2	0.8
N7	1.6	1.2 – 2.4	
N8	3.2	2.4 – 4.8	
N9	6.3	4.8 – 9.6	
N10	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N11	25	18.5 – 37.5	
N12	50	37.5 – 75.0	

Sumber : Choirul, 2014

$$a = \left(\frac{d_0 - d_m}{2} \right) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana : a = kedalaman potong (mm)
 d_0 = diameter awal (mm)
 d_m = diameter akhir (mm)

Seperti pada Gambar 2.14



Gambar 2.14 Surface Roughness Tester

Sumber : Amrih, 2017

2.7 Pengujian Kekerasan

Kekerasan suatu material dapat didefinisikan sebagai ketahanan material tersebut terhadap gaya penekanan dari material lain yang lebih keras. Penekanan tersebut dapat berupa mekanisme penggoresan (scratching), pantulan ataupun indentasi dari material keras terhadap suatu permukaan benda uji (Akhmad, 2009). Alat yang di gunakan untuk menguji kekerasan adalah *Rockwell hardness tester* dengan standar pengujian ASTM E 18 dimana *Rockwell Hardness Tester* adalah pengukuran kekerasan berdasarkan kenaikan bersih kedalaman kesan sebagai beban diterapkan. Kekerasan tidak memiliki nomor unit dan biasanya diberikan dalam skala R, L, M, E dan K. Semakin tinggi jumlah di setiap skala berarti bahan lebih keras.

Hardness atau kekerasan telah banyak didefinisikan sebagai resistensi terhadap penetrasi lokal, menggaruk, permesinan, aus atau abrasi, dan menghasilkan. Banyaknya definisi, dan keragaman yang sesuai instrumen mengukur kekerasan, bersama dengan kurangnya definisi yang mendasar,

menunjukkan kekerasan yang mungkin tidak sifat dasar material, melainkan satu komposit termasuk kekuatan luluh, bekerja pengerasan, kekuatan tarik benar, modulus elastisitas, dan lainnya.

Cara *Rockwell* ini berdasarkan pada penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor, maka yang akan dijadikan dasar perhitungan untuk nilai kekerasan *Rockwell* bukanlah hasil pengukuran diameter atau diagonal bekas lekukan, tetapi justru dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu.

Dibawah ini merupakan rumus yang digunakan untuk mencari besarnya kekerasan dengan metode *rockwell*.

$$HR = E - e$$

Dimana :

FO = Beban Minor (*Minor Load*) (kgf)

F1 = Beban Mayor (*Major Load*) (kgf)

F = Total Beban (kgf)

E = Jarak antara indentor saat diberi *minor load* dan *zero reference line* yang untuk tiap jenis indentor berbeda-beda yang bias.

HR = Besarnya nilai kekerasan dengan metode *hardness*

Inilah perbedaan metode *Rockwell* dibandingkan dengan metode pengujian kekerasan lainnya. Pada Gambar 2.15



Gambar 2.15 *Rockwell Hardness Tester*

Sumber : Michael, 2017

Berdasarkan mekanisme penekanan tersebut, dikenal 3 metode uji kekerasan :

2.7.1 Metode gores

Metode ini tidak banyak lagi digunakan dalam dunia metalurgi dan material lanjut, tetapi masih sering dipakai dalam dunia mineralogi. Metode ini dikenalkan oleh Friedrich Mohs yang membagi kekerasan material di dunia ini berdasarkan skala (yang kemudian dikenal sebagai skala Mohs). Skala ini bervariasi dari nilai 1 untuk kekerasan yang paling rendah, sebagaimana dimiliki oleh material talk, hingga skala 10 sebagai nilai kekerasan tertinggi, sebagaimana dimiliki oleh intan. Dalam skala Mohs urutan nilai kekerasan material di dunia ini diwakili oleh:

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. <i>Talc</i> | 6. <i>Orthoclase</i> |
| 2. <i>Gypsum</i> | 7. <i>Quartz</i> |
| 3. <i>Calcite</i> | 8. <i>Topaz</i> |
| 4. <i>Flourite</i> | 9. <i>Corundum</i> |
| 5. <i>Aparite</i> | 10. <i>Diamond</i> (intan) |

Prinsip pengujian: bila suatu mineral mampu digores oleh *Orthoclase* (no. 6) tetapi tidak mampu digores oleh *Apatite* (no. 5), maka kekerasan mineral

tersebut berada antara 5 dan 6. Berdasarkan hal ini, jelas terlihat bahwa metode ini memiliki kekurangan utama berupa ketidakakuratan nilai kekerasan suatu material. Bila kekerasan mineral-mineral diuji dengan metode lain, ditemukan bahwa nilai-nilainya berkisar antara 1-9 saja, sedangkan nilai 9-10 memiliki rentang yang besar.

2.7.2 Metode elastik/pantul (*rebound*)

Dengan metode ini, kekerasan suatu material ditentukan oleh alat *Scleroscope* yang mengukur tinggi pantulan suatu pemukul (*hammer*) dengan berat tertentu yang dijatuhkan dari suatu ketinggian terhadap permukaan benda uji. Tinggi pantulan (*rebound*) yang dihasilkan mewakili kekerasan benda uji. Semakin tinggi pantulan tersebut, yang ditunjukkan oleh dial pada alat pengukur, maka kekerasan benda uji dinilai semakin tinggi.

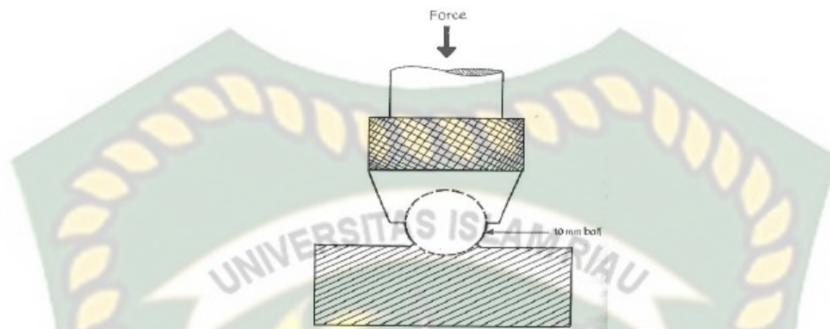
2.7.3 Metode indentasi

Pengujian dengan metode ini dilakukan dengan penekanan benda uji dengan indenter dengan gaya tekan dan waktu indentasi yang ditentukan. Kekerasan suatu material ditentukan oleh dalam ataupun luas area indentasi yang dihasilkan (tergantung jenis indenter dan jenis pengujian). Berdasarkan prinsip bekerjanya metode uji kekerasan dengan cara indentasi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Metode Brinell

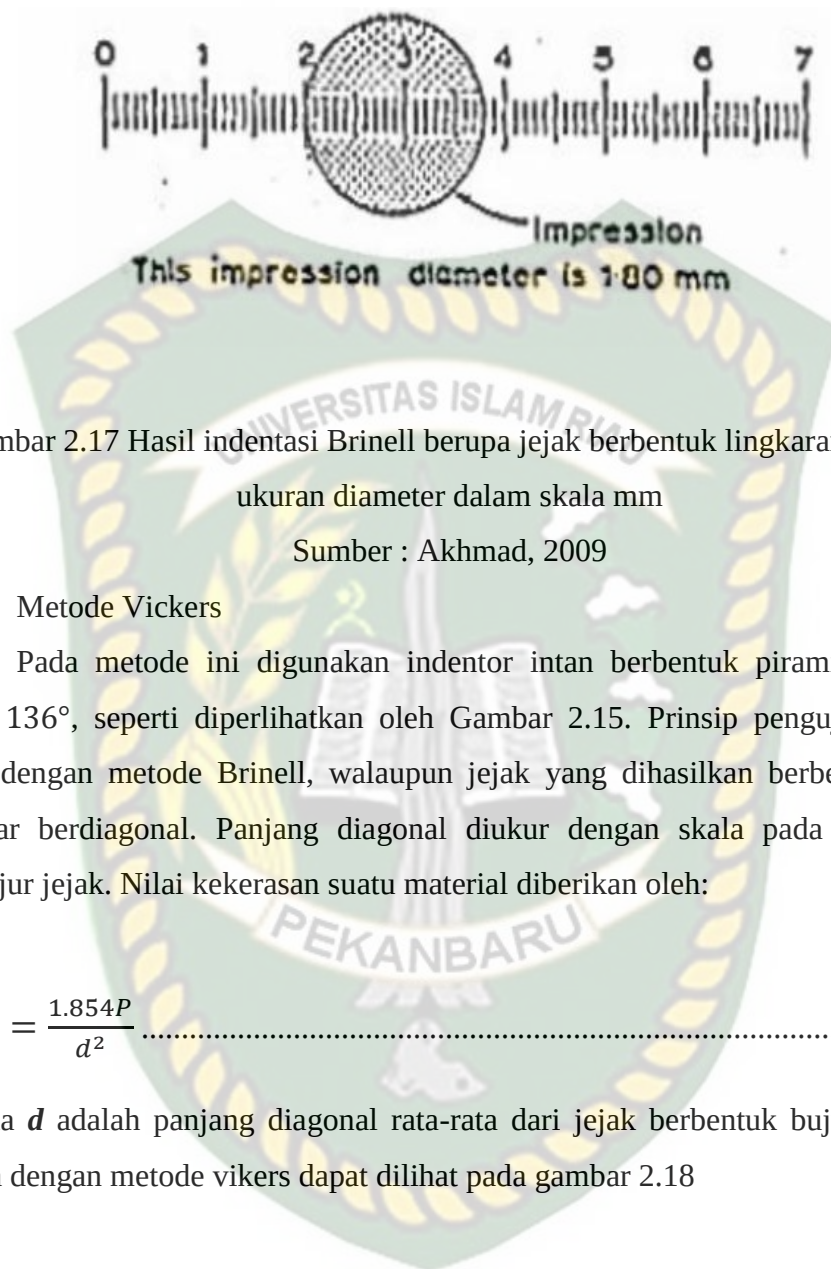
Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh J.A. Brinell pada tahun 1900. Pengujian kekerasan dilakukan dengan memakai bola baja yang diperkeras (*hardened steel ball*) dengan beban dan waktu indentasi tertentu, sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2.8. Hasil penekanan adalah jejak berbentuk lingkaran bulat, yang harus dihitung diameternya di bawah mikroskop khusus pengukur jejak. Contoh pengukuran hasil penjeakan diberikan oleh Gambar 2.16. Pengukuran nilai kekerasan suatu material diberikan oleh rumus:

$$BHN = \frac{2P}{(\pi D)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(2.7)$$



Gambar 2.16 Skematis prinsip indentasi dengan metode Brinell
 Sumber : Akhmad, 2009

dimana ***P*** adalah beban (kg), ***D*** diameter indenter (mm) dan ***d*** diameter jejak (mm). Prosedur standar pengujian mensyaratkan bola baja dengan diameter 10 mm dan beban 3000 kg untuk pengujian logam-logam ferrous, atau 500 kg untuk logam-logam non-ferrous. Untuk logam-logam ferrous, waktu indentasi biasanya sekitar 10 detik sementara untuk logamlogam nonferrous sekitar 30 detik. Walaupun demikian pengaturan beban dan waktu indentasi untuk setiap material dapat pula ditentukan oleh karakteristik alat penguji. Nilai kekerasan suatu material yang dinotasikan dengan ‘HB’ tanpa tambahan angka di belakangnya menyatakan kondisi pengujian standar dengan indenter bola baja 10 mm, beban 3000 kg selama waktu 1—15 detik. Untuk kondisi yang lain, nilai kekerasan HB diikuti angka-angka yang menyatakan kondisi pengujian. Contoh: 75 HB 10/500/30 menyatakan nilai kekerasan Brinell sebesar 75 dihasilkan oleh suatu pengujian dengan indenter 10 mm, pembebanan 500 kg selama 30 detik, seperti dapat dilihat pada gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17 Hasil indentasi Brinell berupa jejak berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter dalam skala mm

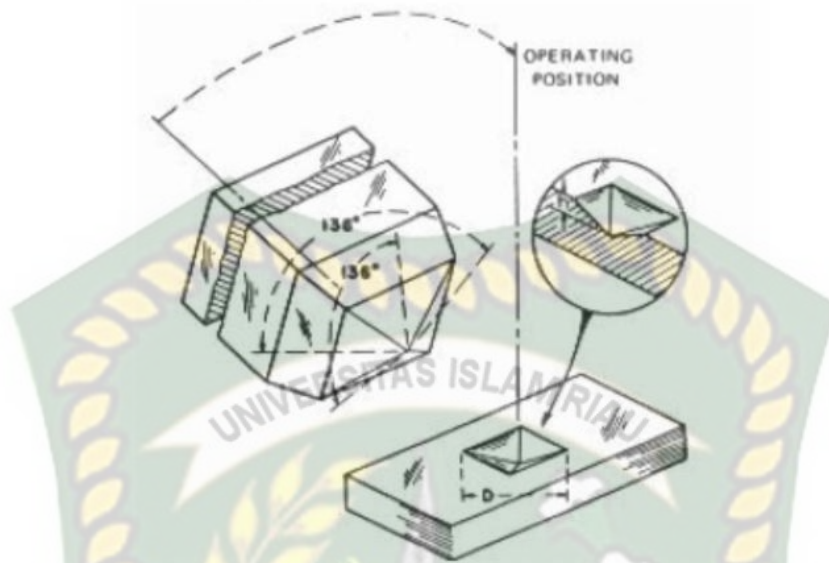
Sumber : Akhmad, 2009

2. Metode Vickers

Pada metode ini digunakan indenter intan berbentuk piramida dengan sudut 136° , seperti diperlihatkan oleh Gambar 2.15. Prinsip pengujian adalah sama dengan metode Brinell, walaupun jejak yang dihasilkan berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur jejak. Nilai kekerasan suatu material diberikan oleh:

$$VHN = \frac{1.854P}{d^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

dimana d adalah panjang diagonal rata-rata dari jejak berbentuk bujur sangkar, skema dengan metode vickers dapat dilihat pada gambar 2.18



Gambar 2.18 Skematis prinsip indentasi dengan metode Vickers

Sumber : Akhmad, 2009

3. Metode *Rockwell*

Berbeda dengan metode *Brinell* dan *Vickers* dimana kekerasan suatu bahan dinilai dari diameter/diagonal jejak yang dihasilkan maka metode *Rockwell* merupakan uji kekerasan dengan pembaca langsung (*direct-reading*). Metode ini banyak dipakai dalam industri karena pertimbangan praktis. Variasi dalam beban dan indenter yang digunakan membuat metode ini memiliki banyak macamnya. Metode yang paling umum dipakai adalah *Rockwell B* (dengan indenter bola baja berdiameter $\frac{1}{6}$ inchi dan beban 100kg) dan *Rockwell C* (dengan indenter intan dengan beban 150 kg). Walaupun demikian metode *Rockwell* lainnya juga bisa dipakai. Oleh karenanya skala kekerasan *Rockwell* suatu material harus dispesifikasikan dengan jelas. Contohnya 82 HRB, yang menyatakan material diukur dengan skala B : indenter $\frac{1}{6}$ inchi dan beban 100 kg. Berikut ini diberikan Tabel 2.7 yang memperlihatkan perbedaan skala dan range uji dalam skala *Rockwell* :

Tabel 2.8 Skala pada Metode Uji Kekerasan *Rockwell*

Scale	Major Load KG	Type Of Indentor	Typical Materials Tested
A	60	Diamond Cone	Extremely hard materials, tungstem carbides, etc
B	100	$\frac{1}{4}$ " ball	Medium hard materials, low and medium-carbon steels,brass, bronze, etc.
C	150	Diamond Cone	Hardened steels, hardened and tempered alloys.
D	100	Diamond Cone	Case-hardened steel
E	100	$\frac{1}{8}$ " ball	Cast orin, aluminium and mangnesium alloys
F	60	$\frac{1}{16}$ " ball	Annaled brass and copper
G	150	$\frac{1}{16}$ " ball	Beryllium copper, phosphor,bronze, etc
H	60	$\frac{1}{8}$ " ball	Aluminium sheet
K	150	$\frac{1}{8}$ " ball	Cast iron, aluminium alloys

L	60	$\frac{1}{4}$ " ball	Plastic and soft metals such as lead
M	100	$\frac{1}{4}$ " ball	Same as L scale
P	150	$\frac{1}{4}$ " ball	Same as L scale
R	60	$\frac{1}{2}$ " ball	Same as L scale
S	100	$\frac{1}{2}$ " ball	Same as L scale
V	150	$\frac{1}{2}$ " ball	Same as L scale

Sumber : Michael, 2017

Tabel 2.9 Skala pada metode uji Kekerasan *Rockwell* menurut standar ASTM E 18.

<i>Scale Symbol</i>	<i>Indenter</i>	<i>Major Load (kg)</i>
A	Diamond	60
B	$\frac{1}{16}$ -in. ball	100
C	Diamond	150
D	Diamond	100
E	$\frac{1}{8}$ -in. ball	100
F	$\frac{1}{16}$ -in. ball	60
G	$\frac{1}{16}$ -in. ball	150
H	$\frac{1}{8}$ -in. ball	60
K	$\frac{1}{8}$ -in. ball	150

Sumber : Michael, 2017

2.8 Pengamatan ketebalan

Pengamatan ketebalan adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur seberapa tebal suatu benda/material. Dan alat yang akan di gunakan adalah Mikrometer.

Hal ini menyangkut kemudahan penggunaan dan menampilkan pengukuran langsung. Selain mengukur ketebalan material beberapa alat uji ketebalan lain memiliki fungsi dan mampu mengukur hanya ketebalan lapisannya saja sehingga data yang tampil hanya informasi ketebalan lapisan. Kemudahan menggunakan alat uji ketebalan ini memberikan durability dan efektifitas karena beberapa tipe bersifat portable sehingga memberikan efisiensi waktu dan praktis dalam mengaplikasikannya (Saleh, 2018)

Mikrometer sekrup merupakan salah satu alat ukur panjang. Mikrometer sekrup adalah alat ukur panjang yang memiliki tingkat ketelitian tertinggi. Tingkat ketelitian mikrometersekrup mencapai 0,01 mm atau 0,001 cm. Dengan ketelitiannya yang sangat tinggi, mikrometersekrup dapat digunakan untuk mengukur dimensi luar dari benda yang sangat kecil maupun tipis seperti kertas, pisau silet, maupun kawat.

Secara umum, mikrometer sekrup digunakan sebagai alat ukur dalam teknik mesin elektro untuk mengukur ketebalan secara tepat dari blok-blok, luar dan garis tengah dari kerendahan dan batang-batang slot. Alat ini biasanya difungsikan untuk mengukur diameter benda-benda berukuran milimeter atau beberapa sentimeter saja (Rikadiantoro, 2013)

Pengujian ini dilakukan berdasarkan pada SNI: 03-3205-2006, dengan mengukur tebal sampel sebelum dan setelah di uji kekerasan dan kekasaran nya.. Dilanjutkan dengan menghitung nilai pengurangan tebal menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Pengurangan Tebal } PT = \left(\frac{T1 - T2}{T2} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

Dengan, **T1** adalah tebal sampel sebelum di uji (mm) dan **T2** adalah tebal sampel setelah diuji (mm). Di bawah ini merupakan rumus yang di gunakan untuk mencari pengurangan tebal.

Dimana :

- PT = Besar pengurangan pelet (%)
- T1 = Tebal Awal (cm)
- T2 = Tebal Akhir (cm)

2.9 Peralatan Pemadat Serbuk

Peralatan pemadat serbuk membentuk serbuk sebagai bagian dari proses pembentukan serta mengkompresi berbagai bahan menjadi bentuk yang kompak untuk transportasi dan kemudahan penanganan (IEEE Globalspec, 2019). Pemadatan dilakukan karena berbagai alasan, termasuk :

1. Untuk menghasilkan campuran atau campuran yang seragam
2. Untuk menghasilkan kisaran ukuran partikel yang seragam
3. Untuk mengontrol debu
4. Untuk menyesuaikan properti aliran
5. Untuk mengontrol kerapatan curah
6. Untuk mengontrol kekerasan partikel
7. Untuk meningkatkan solusi atau tingkat dispersi

Saat memilih pemadat bubuk, penting untuk mempertimbangkan volume material yang perlu di padatkan. Semakin besar gaya kebawah, semakin besar volume material yang dipadatkan. Efisiensi ini adalah fungsi dari sistem umpannya ada metode yang digunakan untuk menurunkan gaya.

Kapasitas / diameter menggarakan diameter internal maksimum rongga *die* yang dapat digunakan dalam penekan tablet. Untuk pengepressan isostatik, diameter internal bilik menentukan diameter atau kapasitas lebarnya. Untuk pengepres briket, diameter gulungan dinyatakan disini, karena rongga dapat bervariasi secara dinamis. Kedalaman / kapasitas pengisian adalah panjang internal maksimum rongga *die* yang dapat digunakan dalam pers uniaksial atau tablet.

Spesifikasi lain yang harus dipertimbangkan termasuk kekuatan operasi maksimum, yang menggambarkan gaya yang diperlukan untuk mencapai kerapatan yang diinginkan tetapi bervariasi dengan bahan dan geometri bagian.

2.9.1 Jenis-Jenis Pemadat Serbuk

Ada beberapa konfigurasi utama peralatan pemadatan serbuk (meskipun varietas khusus tersedia). Jenis-jenis ini didefinisikan oleh bentuk produk yang mereka hasilkan atau teknologi yang digunakan untuk memproses bahan. Jenis-jenis telah ada pada saat ini yaitu :

1. Briket

Mengubah bahan halus, bubuk menjadi briket atau bongkahan, untuk meningkatkan kualitas, transportasi bahan, pembuangan, penyimpanan, atau pemrosesan sekunder. Briket sering terdiri dari *roll compactor* dengan roll bergerigi atau roll halus dikombinasikan dengan granulator/perajang. Briket yang membentuk pada saat percetakan juga ada dan dapat membuat berbagai bentuk briket seperti kubus, almond, dan bentuk tongkat. Briket paling umum digunakan untuk bahan bakar, memiliki temperatur yang baik dan untuk meningkatkan produksi. Bahan yang digunakan dengan jenis pemadat ini sering berupa mineral, refraktori, arang, dan serbuk logam.

2. *Cold isostatic presses* (CIP)

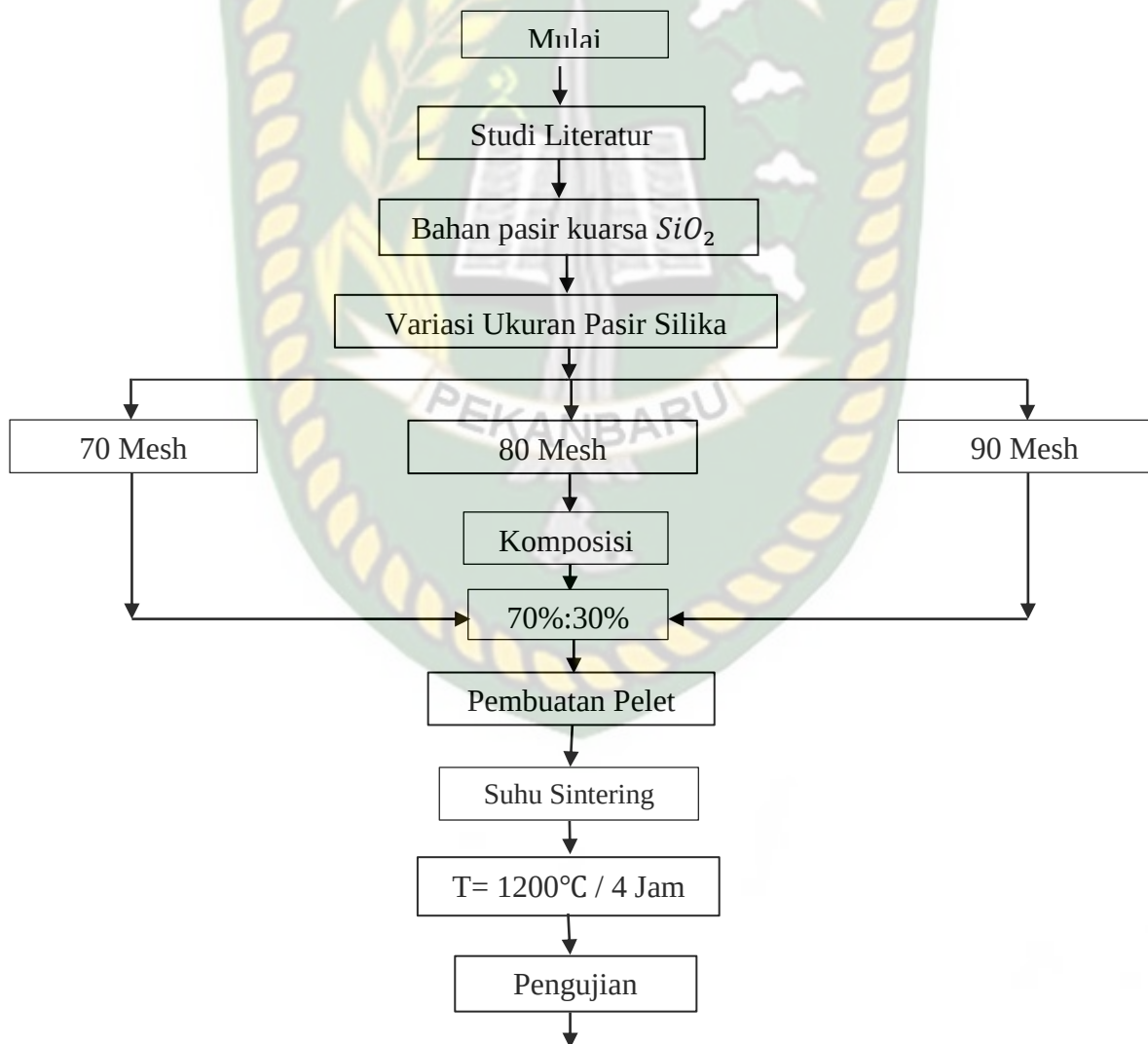
Cold isostatic presses (CIP) menggunakan ruang untuk memadatkan serbuk atau bahan yang ditempatkan dalam alat yang ditekan didalam mold atau alat fleksibel lainnya. Pengepres dingin isostatik menggunakan pompa hidrolik yang diberi tekanan maksimal hingga 10.000 psi. Alat pemadat ini dapat membentuk bentuk yang rumit dan karena itu umumnya digunakan untuk nozzle refraktori, formasi, dan cawan lebur. *Cold isostatic pressing* (CIP) adalah salah satu metode pemrosesan material.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Pada penelitian ini di gunakan pasir silika dengan ukuran yang bervariasi. Variasi ukuran pasir silika nya ialah 70 mesh, 80 mesh, 90 mesh dengan komposisi 70%:30%. Kemudian bahan yang dihasilkan akan di lakukan Uji Kekerasan, Uji Kekasaran dan Pengamatan Ketebalan. Diagram alir dapat di lihat pada Gambar 3.1





Gambar 3.1 Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir penelitian diatas, dapat dijelaskan bahwa dalam penelitian Tugas Akhir terdapat tahapan yang dilakukan guna hasil yang didapatkan dalam Analisa ini tepat sasaran dan sesuai yang diharapkan. Adapun penjelasannya Antara lain:

a. **Studi literatur**

Pengambilan data-data dalam pembuatan Tugas Akhir ini sesuai dengan permasalahan yang terjadi pada keramik guna terciptanya pelet komposit yang baru dengan pemanfaatan silika untuk kebutuhan peneliti.

b. **Bahan pasir kuarsa SiO₂**

Pada tahap ini peneliti menggunakan bahan pasir kuarsa SiO₂.

c. **Pembuatan pelet**

Pada tahap ini peneliti melakukan proses pembuatan pelet komposit.

d. **Tahap Pengujian**

Tahap ini melakukan pengujian lalu dilakukan proses pengambilan data. Adapun proses pengujian yaitu:

1. Melakukan pengujian kekerasan permukaan untuk mengetahui berapa beban yang bisa diterima oleh spesimen.
2. Melakukan pengujian kekasaran permukaan peletkomposit untuk mengetahui kemampuan membentuk permukaan komponen dengan tingkat kekasaran yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku.
3. Melakukan pengujian ketebalan pelet untuk mengetahui ketebalan dari pelet sebelum dan sesudah dilakukan pengujian kekerasan dan kekasaran.

e. Tahap analisa Data Pengujian dan Kesimpulan

Tahap ini yaitu data yang diperoleh akan di analisa sehingga dari analisa akan di tarik kesimpulan dan saran dari semua proses yang dilakukan.

f. Seminar

Tahap ini merupakan publikasi seminar proposal.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan di laksanakan selama dua bulan, di mulai pada bulan maret sampai dengan Mei 2020.

Tempat :

1. Laboratorium Uji program studi Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau (tahap melakukan Furnace).
2. Laboratorium Uji program studi Teknik Mesin Universitas Andalas Padang (tahap pengujian Kekasaran dan pengujian Kekerasan).
3. Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau (tahap pengujian Ketebalan).

3.3 Persiapan Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. *Furnace muffle*

Furnace atau 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 merubah sifat-sifatnya (perlakuan panas).

Merk : Naberthem

Made in : Germany

Type : P330



Gambar 3.2 Furnace Muffle

b. Timbangan digital

Timbangan digital bekerja dengan cara mengukur regangan pada sel beban (*strain gauge load cell*). Timbangan digital mengkonversi gaya karena beban/massa (gaya beban) benda menjadi sinyal listrik. Komponen utama pada timbangan digital adalah *strain gauge* dan *sensor load cell*. *Strain gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur regangan suatu obyek, sedangkan *load cell* sensor adalah alat elektronik yang berfungsi

mengkonversi gaya (karena massa benda) menjadi sinyal listrik. *Load cell* disebut juga dengan *force transducer*. Berbeda dengan timbangan digital, neraca analog menggunakan pegas untuk menunjukkan massa suatu benda dan alat ini di fungsi kan buan menimbang pasir silika dengan takaran yang di tentukan pada Gambar 3.3

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

Negara asal : Polandia.



Gambar 3.3 Timbangan

c. *Stopwatch*

Stopwatch berfungsi untuk mengukur lamanya waktu dalam pengujian. Stopwatch dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Stopwatch

c. Mikrometer Skrup

Mikrometer Skrup atau dalam bahasa asing disebut *micrometer screw gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur besaran panjang yang terdiri atas poros tetap yang berperan sebagai skala utama dan poros putar yang berperan sebagai skala nonius. Tingkat ketelitian mikrometer sekrup ini mencapai 0,01 mm dan mampu mengukur ketebalan atau diameter benda yang sangat kecil dengan presisi dengan batas maksimal panjang benda 25 mm.

	IT 01	IT 0	IT 1
Nilai dalam μm untuk D dalam μm	$0,3 + 0,008 D$	$0,5 + 0,012 D$	$0,8 + 0,020 D$

Merk : Tricle



Gambar 3.5 Mikrometer skrup

d. Mesin Press Hidrolik

Mesin press hidrolik adalah mesin press yang bekerja berdasarkan teori hukum pascal yakni memanfaatkan tekanan yang diberikan pada cairan untuk menekan atau membentuk. Komponen utama pada mesin ini adalah piston, silinder, pipa hidrolik dan beberapa komponen pendukung lainnya. Bergantung pada spesifikasi mesin, mesin press tersebut mampu menekuk plat-plat berbahan mild steel tebal, aluminium dan juga stainless steel.

Cara kerja mesin press hidrolik menggunakan sistem pompa hidrolik yang mengandalkan kinerja pompa hidrolik untuk melakukan penekanan pada bidang press dan benda yang akan di kecilkan volumenya. Pada gambar 3.6

Merk : Krisbow
 Tipe : Press Machine
 Kapasitas : 10 Ton
 Dimensi Unit : 770 x 560 x 1740 MM



Gambar 3.6 Mesin Press Hidrolik

e. *Rockwell Hardness Tester*

Rockwell Hardness Tester adalah pengukuran kekerasan berdasarkan kenaikan bersih kedalaman kesan sebagai beban diterapkan. Kekerasan tidak memiliki nomor unit dan biasanya diberikan dalam skala R, L, M, E dan K. Semakin tinggi jumlah di setiap skala berarti bahan lebih keras.

Kekerasan substrat keramik dapat ditentukan dengan uji kekerasan Rockwell dengan instrumen *Rockwell Hardness Tester*, menurut spesifikasi ASTM E-18. Tes ini mengukur perbedaan mendalam disebabkan oleh dua kekuatan yang berbeda. Menggunakan tabel konversi kekerasan standar, nilai kekerasan *Rockwell* ditentukan untuk beban yang diterapkan, diameter indenter, dan kedalaman indentasi, Seperti pada Gambar 3.7

Rockwell Hardness Tester tipe FR – 1e *Future Tech*,
Negara asal United Kingdom.



Gambar 3.7 Rockwell Hardness Tester

f. *Surface Roughness Tester*

Surface roughness tester merupakan alat yang mampu mengukur tingkat kekasaran permukaan. Setiap permukaan komponen dari suatu benda mempunyai beberapa bentuk dan variasi yang berbeda baik menurut strukturnya maupun dari hasil proses produksinya. *Roughness*/kekasaran didefinisikan sebagai ketidakhalusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam *Roughness Average* (Ra). Ra merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional.

Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat indicator pengukur kekasaran permukaan benda uji. Seperti pada Gambar 3.8

Merk : TR 220 *Portable Roughness Tester*, Negara asal Indonesia



Gambar 3.8 *Surface roughness tester*

3.3.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Pasir silika

Silika yang digunakan adalah dengan ayakan mesh 70, 80, 90. Kuarsa dan kristobalit dapat saling dipertukarkan apabila dipanaskan seperti pellet pasir silika harus di sentring untuk mendapatkan hasil yang baik seperti pada gambar 3.9 Silika dioksida atau silika.

-Pasir Silika dioksida atau silika dari desa di Pulau Rupa

-Dan menggunakan pasir ukuran dengan ayakan mesh 70, 80, 90.



Gambar 3.9 Silikon Dioksida Atau Silika

b. *Polietilena Glikol (PEG 400)*

Polietilena glikol (PEG) adalah *polimer* yang banyak digunakan dalam industri pangan, kosmetik, dan *farmasi*. Polietilen glikol telah digunakan sebagai pemlastis pellet pasir silika. PEG 400 (polietilen glikol 400) adalah kelas polietilen glikol dengan berat molekul rendah. Ini adalah cairan bening, tidak berwarna, dan kental. Sebagian karena toksisitasnya yang rendah, PEG 400 banyak digunakan dalam berbagai formulasi farmasi. seperti pada gambar 3.10 *Polietilena glikol (PEG)*.

- Polietilena jenis PEG 400



Gambar 3.10 Polietilena Glikol 400

3.4 Proses Pembuatan Pelet

1. Persiapkan bahan berupa pasir dengan ukuran 70, 80, dan 90 mesh dan pengikat berupa resin (PEG).
2. Setelah bahan dan pengikat resin (PEG) di mixing/ dicampur rata.
3. Setelah campuran tadi sudah tercapur selanjutnya siap kan mold press pellet untuk di cetak dan mendapatkan hasil berupa pellet.
4. Setelah itu pellet yang sudah jadi masukan ke Furnace muffle dengan temperatur dan waktu yang di tentukan,.
5. Setelah pellet yang di furnace, selanjutnya melakukan pengujian kekerasan, pengujian kekasaran, dan pengujian ketebalan.um pada pelet tersebut.
6. Setelah dapat hasil dari pengujian maka dapat di buat kesimpulan dan proses pembuatan pelet selesai.

3.5 Metode Pengujian Bahan

Metode pengujian yang di lakukan pada pasir kuarsa yaitu sebagai berikut

3.5.1 Furnace

Langkah Kerja :

Masukkan sampel tersebut kedalam furnace, Ditter, Nyalakan Furnace, Atur suhu seusa kebutuhan, set timer pada Furnace sesuai dengan kebutuhan, setelah proses pemanasan di Furnace selesai, keluarkan sampel tersebut dan masukkan kedalam desikator, setelah dingin timbang sampel tersebut.

3.5.2 Uji Kekerasan

Cara *Rockwell* ini berdasarkan pada penekanan sebuah indentor dengan suatu gaya tekan tertentu ke permukaan yang rata dan bersih dari suatu logam yang diuji kekerasannya. Setelah gaya tekan dikembalikan ke gaya minor, maka yang akan dijadikan dasar perhitungan untuk nilai kekerasan *Rockwell* bukanlah

hasil pengukuran diameter atau diagonal bekas lekukan, tetapi justru dalamnya bekas lekukan yang terjadi itu. Inilah perbedaan metode *Rockwell* dibandingkan dengan metode pengujian kekerasan lainnya. Prosedur uji kekerasan adalah sebagai berikut:

1. Permukaan benda uji terlebih dahulu dipoles hingga rata dan halus dengan menggunakan alat poles. Amplas yang digunakan mulai dari ukuran kasar sampai yang paling halus, kemudian yang terakhir menggunakan serbuk alumina. Permukaan yang baik dan halus akan memantulkan cahaya, seperti cermin.
2. Hidupkan power (main power di bagian belakang unit).
3. Pilih beban minor R atau S (terletak di atas indentator) R: 10 kgf dan S:3 kgf.
4. Pilih load yang dikehendaki.
5. Pilih identer dengan menekan tombol DiB (Diamond / Ball).
6. Set holding time dengan menekan tombol DW TIME.
7. Letakkan sampel pada anvil.
8. Putar elevation handle sampai lampu hijau set menyala.
9. Jika lampu auto nyala, maka otomatis akan loading, hold dan release.
10. Jika lampu autp mati maka harus tekan start.
11. Hasil nilai hardness akan tampil, jika menggunakan printor maka printer akan print hasil tersebut.

3.5.3 Uji Kekasaran

Langkah – langkah pengerjaan dengan alat ini adalah :

1. Benda uji diletakkan pada meja datar.
2. Ujung dari dial indicator di set pada posisi stabil untuk melakukan pembacaan skala tekanan terhadap permukaan benda uji
3. Tentukan seberapa panjang dari bagian benda ukur yang akan di uji kekasaran permukaannya, nantinya panjang inilah yang akan di lewati oleh dial indicator.

4. Apabila dial indicator telah melakukan pengukuran sepanjang jarak yang kita tentukan, nilai kekasaran permukaan akan tercatat, dan dapat dilihat dalam bentuk print out.
5. Sebelum dilakukan pengukuran, benda uji dan alat ukur telah diatur sehingga sedapat mungkin tidak terdapat kesalahan dalam pengukuran.

3.5.4 Uji Ketebalan

Langkah – langkah dalam pengerjaan dengan alat ini adalah :

1. Buka dahulu pengunci mikrometer sekrup.
2. Selanjutnya pastikan kedua poros, yakni poros tetap mikrometer dan poros geser mikrometer ketika bertemukan berada di skala nonius utama mikrometer dan menunjukkan angka nol.
3. Buka rahang mikrometer sekrup selebar benda yang hendak diukur, caranya yaitu dengan memutar penggerak ke arah kiri hingga rahang terbuka selebar benda yang mau diukur.
4. Taruh benda yang akan diukur berada antara poros tetap dan poros geser, lalu kencangkan rahang hingga menjepit benda tersebut.
5. Terakhir, putarlah penguncisupaya pemutar tidak bergerak lagi, kemudian perhatikan nominal dari panjang, tebal, dan juga diameter benda tersebut.

3.6 Jadwal Kegiatan Penelitian

Dalam manajemen produksi, kegiatan suatu produksi akan berjalan dengan baik bila ada jadwal kegiatan. Dengan adanya jadwal kegiatan produksi lama waktu proses produksi suatu mesin dapat ditentukan. Selain itu jadwal kegiatan yang teratur bisa menurunkan biaya produksi mesin. Jadwal kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

NO	Kegiatan	Bulan ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Survey awal dan penentuan lokasi penelitian						
2	Penyusunan proposal						
3	Seminar proposal						
4	Pelaksanaan penelitian						
5	Pengolahan data, analisis dan penyusunan laporan tugas akhir						
6	Seminar hasil tugas akhir						

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 DATA PENELITIAN

Adapun data penelitian yang didapatkan setelah pengujian akan di jelaskan dibawah ini sebagai berikut:

4.1.1 Langkah Pembuatan

Langkah-langkah pembuatan yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

1. Membuat cetakan mol dengan diameter dalam 25,45 mm dan tinggi 89 mm bertujuan untuk memperoleh tebal sampel 1,0 cm yang ditoleransi maka dibutuhkan tebal sampel pada proses pencetakan yang melebihi tebal sampel setelah dipress.
2. Menyiapkan semua bahan baku seperti Pasir silika yang didapat dari Pulau Rupat Bengkalis dan Peg 400.
3. Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan VC (Volume cetakan) sebagai berikut :

$$\text{Massa Jenis Pasir silika} = 2.65 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa Jenis Peg 400} = 1,13 \text{ g/cm}^3$$

$$V_c = \pi \times r^2 \times t$$

Dimana :

$$\pi = 3,14$$

$$r^2 = 1,272^2 \text{ cm}^2$$

$$t = 1,0 \text{ cm}$$

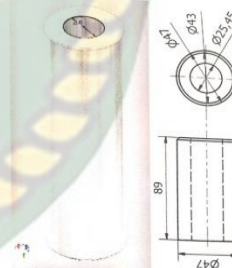
$$= 3,14 \times 1,272^2 \text{ cm}^2 \times 1,0 \text{ cm}$$

$$= 5.08 \text{ cm}^3$$

Menyiapkan semua bahan baku seperti: Pasir silika(Si) dan Polyethylene glikol 400 (PEG).

Berdasarkan massa jenis pada Pasir silika dan PEG 400 sebagai berikut :

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



Gambar 4.1 Spesifikasi Cetakan

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% Pasir silika (Si) dan Polyethylene glycol 400 (PEG)

100% Pasir silika = V cetakan x ρ Pasir silika

$$= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,65 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 13,46 \text{ gr}$$

100% Polyethylene glikol 400 = V cetakan $\times \rho$ PEG 400

$$= 5,08 \text{ cm}^3 \times 1,13 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 5,74 \text{ gr}$$

A. Spesimen 1

Untuk menghitung massa yang diinginkan dari mesh 70 dengan komposisi

Pasir silika (Si) 70%, Polyethylene glikol 400 (PEG) 30% sebagai berikut :

Pasir silika (Si) = 70 % $\times$ 13,46 gr

$$= 9,42 \text{ gr}$$

PEG 400 (PEG) = 30 % $\times$ 5,74 gr

$$= 1,72 \text{ gr}$$



Gambar 4.2 Spesimen A

B. Spesimen 2

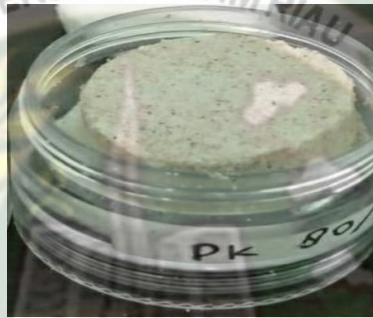
Untuk menghitung massa yang diinginkan dari mesh 80 dengan komposisi Pasir silika (Si) 70%, Polyethylene glikol 400 (PEG) 30% sebagai berikut :

$$\text{Pasir silika (Si)} = 70 \% \times 13,46 \text{ gr}$$

$$= 9,42 \text{ gr}$$

$$\text{PEG 400 (PEG)} = 30 \% \times 5,74 \text{ gr}$$

$$= 1,72 \text{ gr}$$



Gambar 4.3 Spesimen B

C. Spesimen 3

Untuk menghitung massa yang diinginkan dari mesh 90 dengan komposisi Pasir silika (Si) 70% , Polyethylene glikol 400 (PEG) 30% sebagai berikut :

$$\text{Pasir silika (Si)} = 70 \% \times 13,46 \text{ gr}$$

$$= 9,42 \text{ gr}$$

$$\text{PEG 400 (PEG)} = 30 \% \times 5,74 \text{ gr}$$

$$= 1,72 \text{ gr}$$



Gambar 4.4 Spesimen C

4.1.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian Kekerasan di lakukan dengan cara mengukur kekerasan pada pelet komposit menggunakan alat uji Digital Rockwell Hardness Tester FR-1e Future Tech dimana di dalam praktek nya nilai kekerasan Rockwell dapat di baca langsung pada dial gauge, atau di tampilkan pada layar monitor, sehingga di peroleh nilai kekerasan pada pelet komposit.

Hasil pengukuran nilai kekerasan setelah di Rockwell sebagai berikut :

Tabel 4.1 Nilai hasil uji Kekerasan pelet komposit antara ukuran pasir silika setelah di lakukan proses Rockwell.

Sampel	Ukuran Partikel	Kekerasan (HRA)
A	70	3,1
B	80	2,7
C	90	2,0

A : Sampel uji ukuran partikel 70 mesh, setelah dilakukan Uji Rockwell.

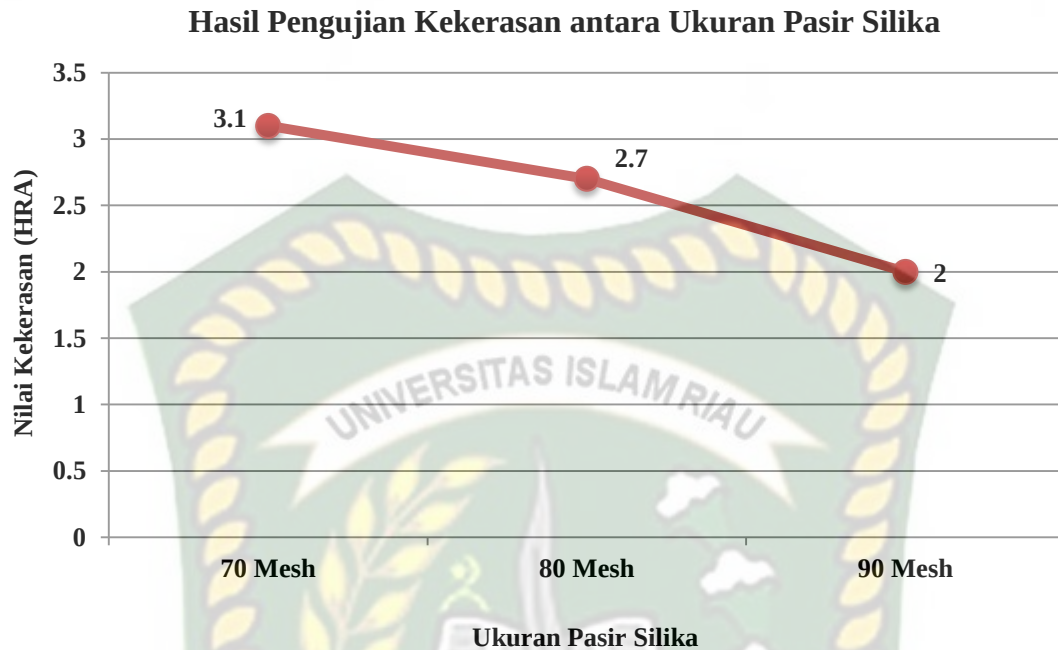
B : Sampel uji ukuran partikel 80 mesh, setelah dilakukan Uji Rockwell.

C : Sampel uji ukuran partikel 90 mesh, setelah dilakukan Uji Rockwell.

Berdasarkan data hasil pengujian Kekerasan setelah di *rockwell* berkisar antara 2,0 HRA sampai 3,1 HRA, berikut hasil pengujian kekerasan setelah di *Rockwell*.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pasir silika 90 mesh mempunyai nilai kekerasan yang terendah yaitu 2,0 HRA sedangkan ukuran pasir silika 70 mesh mempunyai nilai kekerasan tertinggi yaitu 3,1 HRA.

Sehingga nilai kekerasan yang di peroleh di tunjukkan pada grafik 4.5



Gambar Grafik 4.5 Hubungan antara ukuran Pasir Silika dengan Nilai Kekerasan.

Dari Grafik di atas bisa dilihat bahwa Kekerasan pelet komposit menurun seiring dengan peningkatan persentase kadar Silika dari 70 mesh, 80 mesh, 90 mesh dari 3,1 HRA sampai dengan 2,0 HRA.

4.1.3 Pengujian Kekasaran

Pengujian Kekasaran permukaan dilakukan dengan mengukur kekasaran permukaan pada pelet komposit pada 3 titik sehingga diperoleh nilai rata-rata kekasaran permukaan pada pelet komposit.

Hasil pengukuran nilai kekasaran permukaan setelah Surface sebagai berikut :

Tabel 4.2 Nilai hasil uji Kekasaran permukaan antara ukuran pasir silika setelah di hitung rata-rata dari tiga titik.

Sampel	Ukuran Partikel	Ra
A	70	21,18 μm
B	80	32,96 μm
C	90	42,85 μm

A : Sampel uji ukuran partikel mesh 70, setelah di hitung rata rata dari tiga titik.

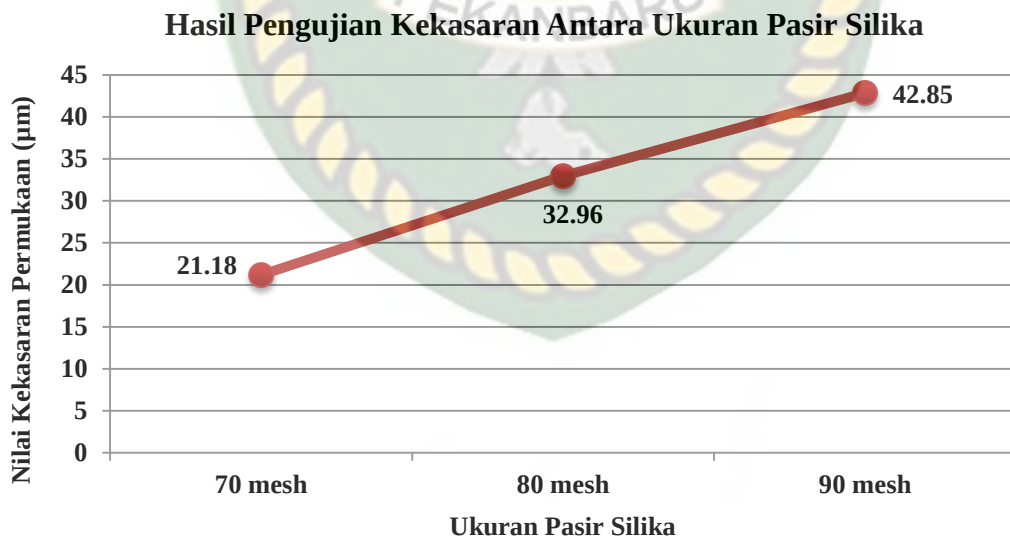
B : Sampel uji ukuran partikel mesh 80, setelah di hitung rata rata dari tiga titik.

C : Sampel uji ukuran partikel mesh 90, setelah di hitung rata rata dari tiga titik.

Berdasarkan data data hasil pengujian kekasaran permukaan setelah di *surface* berkisar 21,18 μm sampai 42,85 μm . Berikut hasil pengujian kekasaran permukaan setelah di *Surface*.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pasir silika 70 mesh mempunyai nilai kekasaran yang terendah yaitu 21,18 μm , sedangkan ukuran pasir silika 90 mesh mempunyai nilai kekasaran tertinggi yaitu 42,85 μm .

Sehingga nilai kekasaran yang di peroleh di tunjukkan pada grafik 4.6



Gambar grafik 4.6 : Hubungan antara ukuran pasir silika dengan kekasaran permukaan

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa pasir silika 70 mesh mempunyai nilai kekasaran yang terendah yaitu 21,18 μm , sedangkan ukuran pasir silika 90 mesh mempunyai nilai kekasaran tertinggi yaitu 42,85 μm .

Pada grafik di atas di peroleh nilai kekasaran permukaan pada pasir silika dengan variasi ukuran 70, 80, 90 mesh memenuhi nilai standar kekasaran permukaan yang ingin di capai, dan nilai kekasaran permukaan antara ukuran pasir silika dimana nilai standar kekasaran pengerjaan *face roughness* adalah 0,4 μm sampai 50 μm .

4.1.4 Pengamatan Ketebalan

Pengamatan Ketebalan ini dilakukan dengan cara mengukur tebal pada pelet komposit pada dua kali pengukuran. Dimana pelet komposit tersebut sebelum di uji kekerasan dan kekasaran di ukur terlebih dahulu, kemudian pelet komposit di lakukan pengujian kekerasan dan kekasaran dengan variasi ukuran pasir silika dan setelah proses pengujian kekerasan dan kekasaran mengukur kembali tebal pelet komposit dan menghitung nilai pengurangan tebal menggunakan persamaan 2.6

Hasil perhitungan nilai pengurangan tebal pada pelet komposit sebagai berikut

- A) Ukuran pasir silika 70 mesh.

$$\begin{aligned}
 PT &= \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{10,29 \text{ mm} - 9,59 \text{ mm}}{9,59 \text{ mm}} \right) \times 100\% \\
 &= 0,07 \%
 \end{aligned}$$

- B) Ukuran pasir silika 80 mesh.

$$\begin{aligned}
 PT &= \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right) \times 100\% \\
 &= \left(\frac{10,62 \text{ mm} - 10,11 \text{ mm}}{10,11 \text{ mm}} \right) \times 100\% \\
 &= 0,05 \%
 \end{aligned}$$

- C) Ukuran pasir silika 90 mesh.

$$PT = \left(\frac{T_1 - T_2}{T_2} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{10,65 \text{ mm} - 9,55 \text{ mm}}{9,55 \text{ mm}} \right) \times 100\%$$

$$= 0,11 \%$$

Tabel 4.3 Nilai hasil Uji pengurangan tebal setelah uji kekerasan dan kekasaran dan ukuran pasir silika.

Sampel	t1 (mm)	t2 (mm)	PT %
A	10,29	9,59	0,07 %
B	10,62	10,11	0,05 %
C	10,65	9,55	0,11 %

A : Sampel uji ukuran partikel 70 mesh, setelah uji kekerasan dan kekasaran.

B : Sampel uji ukuran partikel 80 mesh, setelah uji kekerasan dan kekasaran.

C : Sampel uji ukuran partikel 90 mesh, setelah uji kekerasan dan kekasaran.

Sehingga di peroleh pengurangan tebal yang di tunjukkan pada gambar grafik 4.7



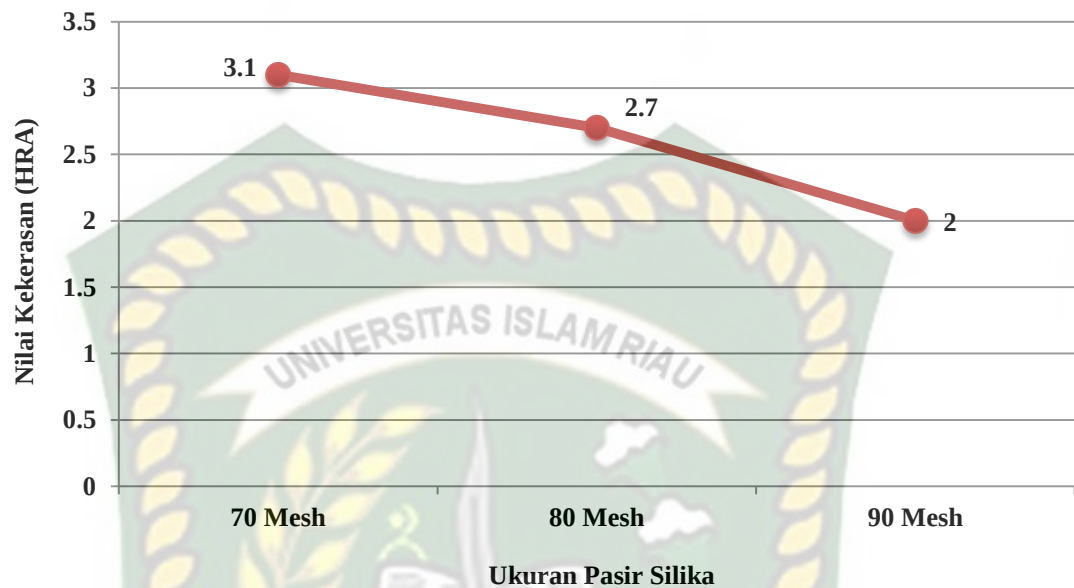
Gambar grafik 4.7 Hubungan antara ukuran pasir silika dengan pengurangan tebal setelah Uji Kekerasan dan Kekasaran.

Berdasarkan data hasil pengujian pengurangan tebal pada pelet komposit setelah uji kekerasan dan kekasaran berkisar 0,05 % sampai dengan 0,11%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa pengurangan tebal pelet komposit setelah uji kekerasan dan kekasaran dengan perbandingan ukuran pasir silika 90 mesh yang mempunyai nilai pengurangan tebal yang paling tinggi, sedangkan ukuran pasir silika 80 mesh mempunyai nilai pengurangan tebal yang paling rendah.

4.2 Pembahasan

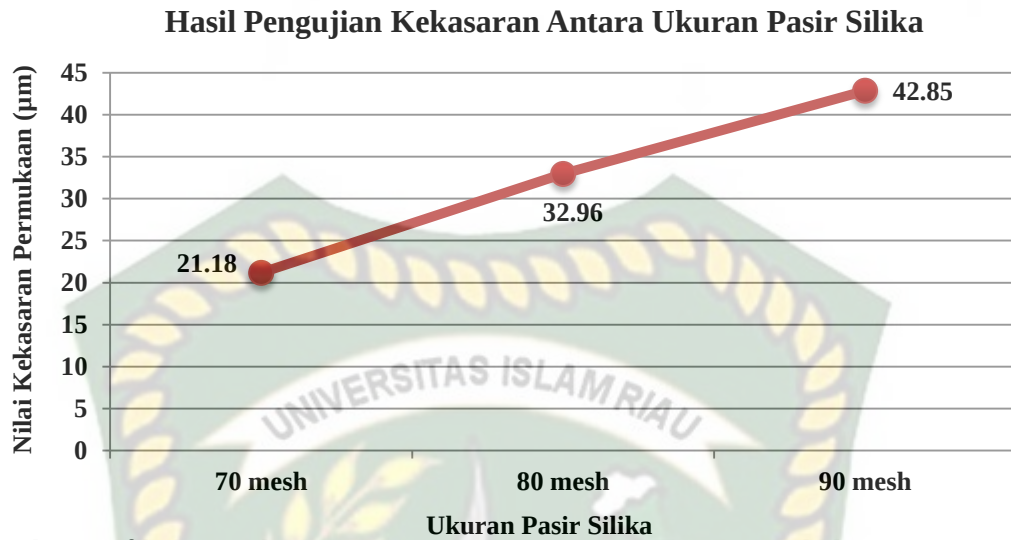
Berdasarkan seluruh data data hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan ukuran pasir silika sangat mempengaruhi kualitas pelet komposit, dimana penelitian ini telah di lakukan beberapa pengujian, yaitu pengujian kekerasan, pengujian kekasaran, dan pengujian ketebalan.

Hasil Pengujian Kekerasan antara Ukuran Pasir Silika



Gambar Grafik 4.8 Hubungan antara ukuran Pasir Silika dengan nilai Kekerasan.

Pada pengujian Kekerasan yang telah dilakukan dapat diperoleh nilai kekerasan pada pelet komposit, dimana kekerasan permukaan dipengaruhi oleh ukuran pasir silika. Dari Grafik di atas bisa dilihat bahwa Kekerasan pelet komposit menurun seiring dengan peningkatan persentase kadar Silika dari 70 mesh, 80 mesh, 90 mesh dari 3,1 HRA sampai dengan 2,0 HRA, mengalami penurunan dikarenakan lebih banyak nya persentase kadar silika dari peg sehingga kurang rapat dan memberikan sedikit rongga yang menyebabkan kurang keras.



Gambar grafik 4.9 Hubungan antara ukuran pasir silika dengan kekasaran permukaan

Pada pengujian kekasaran permukaan yang telah dilakukan dapat diperoleh nilai kekasaran permukaan di mana nilai standar kekasaran *face roughness* adalah 0,4 μm sampai 50 μm , Dimana kekasaran permukaan dipengaruhi oleh ukuran pasir silika, dan secara umum semakin halus ukuran pasir silika maka nilai kekasaran akan semakin kecil dan permukaan akan menjadi halus, begitu pun sebaliknya semakin kasar pasir silika maka akan semakin besar nilai kekasaran yang diperoleh, namun di penelitian ini dipengaruhi oleh perbandingan ukuran pasir silika dengan komposisi yang konstan, dimana perbandingan ukuran silika yang lebih banyak dan persentasi peg lebih sedikit akan mendapatkan nilai kekasaran tinggi karena lebih banyak persentasi pasir silika dan persentasi peg sedikit mengakibatkan peg kurang memberi kerapatan atau kurang lengket seperti pada spesimen 90 mesh yang mendapatkan nilai kekasaran tertinggi, sedangkan yang perbandingan pada spesimen 70 mesh mendapatkan nilai kekasaran terendah.



Gambar grafik 4.10 Hubungan antara ukuran pasir silika dengan pengurangan tebal setelah Uji Kekerasan dan Kekasaran.

Pada pengujian ketebalan yang telah di lakukan dapat di peroleh nilai pengurangan ketebalan pada pelet komposit, dari grafik di atas bisa di lihat nilai pengurangan ketebalan yang di dapat mengalami nilai yang turun naik yaitu dari 0,07, 0,05, dan 0,11. Melihat nilai yang turun naik tersebut di karenakan proses heat treatment (furnace) yang menyebabkan penyusutan dan pengurangan tebal dan terdapat juga perubahan warna sampel akibat terjadi dehidrasi dan pelepasan zat organik yang terkandung sehingga mempengaruhi massa dan warna sampel. Dan juga dengan sedikit pengaruh pemerataan permukaan menggunakan amplas guna di lakukan uji kekasaran dan pada pelet mesh 80 melakukan lebih sedikit pemerataan permukaan dari pada mesh 70 dan 90, sehingga pelet mesh 80 memiliki nilai pengurangan ketebalan terendah dengan nilai 0,05.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pengujian yang ada pada bab sebelumnya, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data yang telah di lakukan maka dapat di simpulkan bahwa terdapat pengaruh ukuran pasir silika terhadap kekerasan dan kekasaran permukaan. Dimana pada kekasaran permukaan mengalami peningkatan karna di pengaruhi oleh perbandingan ukuran pasir silika dengan komposisi yang konstan, dimana perbandingan ukuran silika yang lebih banyak dan persentasi peg lebih sedikit akan mendapatkan nilai kekasaran tinggi karena lebih banyak persentasi pasir silika dan persentasi peg sedikit mengakibatkan peg kurang memberi kerapatan namun pada kekerasan mengalami penurunan di karenakan lebih banyak nya persentasi kadar silika dari peg sehingga kurang rapat dan memberikan sedikit rongga yang menyebabkan kurang keras.
2. Dari hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa dari 3 sampel pelet komposit, pelet 1 memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan nilai 3,1 HRA, Sedangkan pada pelet 3 memiliki nilai kekasaran tertinggi dengan nilai 42,85 μm dan pada pelet 3 memiliki nilai pengurangan tebal terbesar dengan nilai 0,11%.

3. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan produk pelet silika yang dianjurkan untuk digunakan sebagai keramik adalah produk pelet pada sampel pelet 1.

5.2 SARAN

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Agar untuk penelitian selanjutnya dilakukan pengujian tekan dengan variasi PEG yang berbeda dengan variasi mesh yang sama atau konstan.
2. Agar melanjutkan penelitian ini kedepannya agar bisa dibuat menjadi sebuah produksi yang berguna bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Byan Technology

Indonesia.2011.“Pengolahan Pasir Silika”.<http://www.byantech.com/kategori-pabrik/pengolahan-pasir-silika/>.diakses pada tanggal 5 Agustus 2014.

Gede. M.”Klasifikasi dan karakteristik material keramik”.Dosen Kopertis Wilayah I dpk pada FKIP UMN Al–Washliyah Medan.(T.T). hal. 1-4.

Geologinesia.2016.“Pegertian Asal dan Pemanfaatan Pasir Silika”.<http://www.geologinesia.com/2016/02/pengertian-asal-dan-pemanfaatan-pasir.html>. Diakses pada 11 januari 2017.

Isiqomah.2013. “Sifat Fisis dan Fasa Komposit Keramik Berbasis Pasir Silika–MgO”. Jurnal Skripsi Sarjana, Jurusan Fisika, Faklultas IPA Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.

Kompas. 2016.“Apa itu Pasir Silika atau Pasir Kuarsa”.http://www.kompasiana.com/atmosemprong/apa-itu-pasir-silika-pasir-kuarsa_54f601fda33311197c8b485a. diakses pada tanggal 9 januari 2017.

Muh amin dan Bagus Irawan, “pengaruh tekanan kompaksi dan suhu sintering terhadap kekerasan keramik lumpur lapindo” prosiding seminar nasional unimus (2010).hal.290-296.