

**PENGARUH KOMPOSISI PASIR SILIKA DAN ALUMINIUM
TERHADAP POROSITAS, PERMEABILITAS DAN
STRUKTUR MIKRO PELET KOMPOSIT**

SKRIPSI

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



Oleh :

YASGI ARIANTO. S

143310645

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

2021

PENGARUH KOMPOSISI PASIR SILIKA DAN ALUMINIUM TERHADAP POROSITAS, PERMEABILITAS DAN STRUKTUR MIKRO PELET KOMPOSIT

Yasgi Arianto, Dedikarni

Program Studi Teknik Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km. 11 no. 113 Pemberhentian Marpoyan Damai,
Pekanbaru

Telp. 0762-674653 Fax (0761) 674834

Email : yasgiarianto@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri, terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Sebelumnya pasir silika ini banyak di gunakan dalam industri minyak dan gas sebagai *proppant* (pasir *frank*) maupun sebagai filter air dan industri perminyakan. Pilihan *proppant* tergantung pada jenis permeabilitas atau kekuatan butir yang dibutuhkan. Dimana *proppant* dengan ukuran porositas besar akan memberikan permeabilitas rekahan yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi pasir silika dan aluminium terhadap porositas, permeabilitas dan struktur mikro pelet komposit. Menggunakan komposisi pasir silika, aluminium dan polyethylene glycol yang perbandingan nya berbeda beda yaitu SiO₂ - Al – PEG: 60% - 30% - 10%, 70% - 20% - 10%, 80% - 10% - 10%. Peneliti membuat pelet komposit dengan kandungan pasir silika berukuran butir seragam (100 mesh), menggunakan perekat jenis polyethylene glycol 400 (PEG) dan melakukan tekanan sebesar 5000 kg, serta memberikan suhu sintering sebesar 1000°C. Dari hasil penelitian ini nilai porositas optimum yang diperoleh sebesar 42,24% dan nilai permeabilitas optimum yang didapatkan sebesar 46 mD.

Kata kunci : pasir silika, pelet komposit, komposisi, uji porositas, uji permeabilitas, uji struktur mikro.

EFFECT OF SILICA AND ALUMINUM SAND COMPOSITION ON POROSITY, PERMEABILITY AND MICROSTRUCTURE OF COMPOSITE PELLETS

Yasgi Arianto, Dedikarni

Program Studi Teknik Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km. 11 no. 113 Pemberhentian Marpoyan Damai,
Pekanbaru

Telp. 0762-674653 Fax (0761) 674834

Email : yasgiarianto@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Nowadays with technological developments began many applications of the use of silica in industry, especially in the use of silica at small particle sizes to micron scale or even nanosylika. Previously silica sand was widely used in the oil and gas industry as *proppant* (*franksand*) as well as a water filter and petroleum industry. The choice of *proppant* depends on the type of permeability or strength of the grain required. Where *proppant* with a large porosity size will provide better fracture permeability. The study aimed to determine the effect of silica and aluminum sand composition on porosity, permeability and microstructure of composite pellets. Using the composition of silica sand, aluminum and polyethylene glycol which compares differently, namely SiO₂ - Al - PEG: 60% - 30% - 10%, 70% - 20% - 10%, 80% - 10% - 10%. Researchers made composite pellets with a uniform grain-sized silica sand content (100 mesh), used a polyethylene glycol 400 (PEG) type adhesive and did a pressure of 5000 kg, and provided a sintering temperature of 1000°C. From the results of this study the optimum porosity value obtained was 42.24% and the optimum permeability value obtained by 46 mD.

Keywords: silica sand, composite pellets, composition, porosity test, permeability test, microstructure test.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadiran Allah S.W.T yang selalu melimpah kan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kita masih diberi kesehatan, kesempatan nikmat iman dan islam, agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Sarjana ini sesuai dengan penulis harapkan. Tak lupa pula shalawat berangkai salam kita hadiakan kepada Nabi Muhammad SAW, berkat perjuangannya kita dapat menikmati ilmu pengetahuan hingga saat ini.

Tugas Akhir Sarjana yang berjudul **“PENGARUH KOMPOSISI PASIR SILIKA DAN ALUMINIUM TERHADAP POROSITAS, PERMEABILITAS DAN STRUKTUR MIKRO 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 bisa berfikir secara logika dan ilmiah serta bisa menuangkan pemikirannya secara sistematis dan berstruktur.

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. Kepada Orangtua tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan dukungan serta do'a kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T.,M.T., Selaku Ketua Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman, B.Eng., M.Eng., PhD Selaku Ketua Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.
4. Bapak Rafil Arizona, S.T.,M.Eng., Selaku Seketariat Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau.

5. Bapak Dr. Dedikarni, S.T.,M.Sc., Selaku Pembimbing Tugas Akhir.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Islam Riau yang sudah banyak memberikan ilmu akademik selama dibangku perkuliahan.
7. Seluruh Karyawan Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
8. Rekan satu angkatan teknik mesin 2014, terkhusus kelas C teknik mesin 2014 yang saya tak bisa sebutkan satu persatu, terima kasih persahabatan dari awal hingga akhir masa perkuliahan (salam soliarity forever).

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karna itu, penulis mengharapkan keritikan dan saran yang membangun agar tugas akhir ini dapat menjadi tugas akhir yang baik dan bermanfaat nantinya.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, semoga mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah S.W.T, aamiin.

Pekanbaru, Juli 2021

Yasgi Arianto. S

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	3
1.4 BATASAN MASALAH.....	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1 KOMPOSIT	5
2.1.1 Klasifikasi Komposit.....	7
2.2 SILIKA	10
2.2.1 Keterangan Pasir Silika.....	12
2.2.2 Sifat Fisik dan Kimia Silika	12
2.2.3 Pemanfaatan Pasir Silika.....	14
2.3 ALUMINIUM.....	15
2.3.1 Aluminium Powder	16
2.3.2 Sifat Fisika Kimia Aluminium.....	16
2.4 POLYETHYLENE GLYCOL	18
2.4.1 Jenis-Jenis Polyethlene Glikol	19
2.5 PROSES PEMBENTUKAN SERBUK PADA PASIR SILIKA.....	21
2.5.1 Pressing.....	21
2.6 PERALATAN PEMADAT SERBUK.....	23
2.6.1 Briket.....	23
2.6.2 Cold isostatic presses (CIP)	24

2.6.3	Hot Isostatic Presses (HIP)	25
2.7	SPESIFIKASI PEMADAT SERBUK	25
2.8	PROPPANT	26
2.9	PENGERTIAN POROSITAS.....	27
2.10	PENGERTIAN PERMEABILITAS	32
2.11	PENGERTIAN STRUKTUR MIKRO	35
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		37
3.1	DIAGRAM ALIR.....	37
3.2	ALAT DAN BAHAN	39
3.2.1	Persiapan Alat	39
3.2.2	Bahan	43
3.3	PROSES PEMBUATAN PELET KOMPOSIT	45
3.3.1	Pengomposisian.....	45
3.3.2	Proses Pencampuran Bahan	48
3.3.3	Proses Kompaksi.....	49
3.3.4	Proses Normalizing.....	49
3.4	METODE PENGUJIAN BAHAN.....	50
3.4.1	Uji Porositas.....	50
3.4.2	Pengujian Permeabilitas.....	52
3.4.3	Pengujian Struktur Mikro.....	53
3.5	WAKTU DAN TEMPAT	54
3.6	JADWAL KEGIATAN.....	54
BAB IV PEMBAHASAN		56
4.1	DATA PENELITIAN	56
4.1.1	Hasil Pengukuran Pengaruh Komposisi Pasir Silika Dan Aluminium Terhadap Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosimeter (Core Test TPI-219)56	
4.1.2	Hasil Perhitungan Pengaruh Komposisi Pelet Komposit Terhadap Permeabilitas.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		77
5.1	KESIMPULAN.....	77
5.2	SARAN	77

DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	86



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Komposit	8
Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks	8
Gambar 2.3 Klasifikasi Berdasarkan Jenis Penguat.....	10
Gambar 2.4 Pasir Silika	13
Gambar 2.5 Aluminium Serbuk	20
Gambar 2.6 Polyethylene Glycol	23
Gambar 2.7 Briket	25
Gambar 2.8 Cold Isostatic Presses (CIP)	24
Gambar 2.9 Hot Isostatic Presses (HIP)	25
Gambar 2.10 penyematan proppant	27
Gambar 2.11 Ukuran Ruang Pori	30
Gambar 2.12 Permeabilitas	34
Gambar 2.13 Mikro Struktur Permeabilitas Batuan.....	37
Gambar 2.14 Struktur Mikro	39
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 3.2 Furnace Muffle	43
Gambar 3.3 Timbangan Analitik	43
Gambar 3.4 Pressure Gauge	44
Gambar 3.5 Porositas Tester	44
Gambar 3.6 Permeabilitas Tester	45
Gambar 3.7 Mikroskop Optik	45

Gambar 3.8 Jangka Sorong	46
Gambar 3.9 Ayakan	46
Gambar 3.10 Beaker Glass	46
Gambar 3.11 Pasir Silika	47
Gambar 3.12 Bubuk Aluminium	47
Gambar 3.13 Poli Etilen Glikol	48
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Porositas	68
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas	76
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Porositas Terhadap Permeabilitas.....	77
Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Silika 60% Alimunium 30% PEG 10%	78
Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Silika 70% Alimunium 20% PEG 10%	79
Gambar 4.4 Perbandingan Hasil Silika 80% Alimunium 10% PEG 10%	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Silika	13
Tabel 2.2 Sifat Fisika Silika	15
Tabel 2.3 Sifat Alumunium Sebuk	19
Tabel 2.4 Kualitas Pada Porositas	33
Tabel 2.5 Permeabilitas Beberapa Resevoir	35
Tabel 3.1 Jadwal	58
Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi Dengan Menggunakan Helium Porosi Meter (Koretestpi-219).....	61
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosi Meter (Koretestpi-219).....	61
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosi Meter (Koretestpi-219).....	64
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosi Meter (Koretestpi-219).....	66
Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Pengukuran Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas	70
Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Pengukuran Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas	72
Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Pengukuran Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pengolahan sumber daya mineral adalah upaya untuk meningkatkan mutu mineral dengan menghasilkan produk dengan sifat fisik dan kimia yang tidak berubah dari mineral asal yang berbentuk pasir silika yang dapat di manfaatkan dalam pengembangan sumber daya energi dan mineral yang dapat diaplikasikan untuk pembuatan *pellet* komposit (Hufron, 2019).

Saat ini dengan perkembangan teknologi mulai banyak aplikasi penggunaan silika pada industri, terutama dalam penggunaan silika pada ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel silika yang diperkecil membuat komposit memiliki sifat yang berbeda sehingga dapat meningkatkan kualitas. Sebagai salah satu contoh silika dengan ukuran mikron banyak diaplikasikan dalam material *pellet*, yaitu sebagai bahan pengisi pada *pellet* komposit. Rongga yang kosong di antara cetakan *pellet* akan diisi oleh mikrosilika sehingga berfungsi sebagai bahan penguat (*Mechanical Property*) dan meningkatkan daya tahan (*Durability*). Ukuran lainnya yang lebih kecil adalah nanosilika banyak digunakan pada aplikasi di industri ban, karet, cat, kosmetik, elektronik, dan keramik. (Oldnema, 2019).

Sebelumnya pasir silika ini banyak di gunakan dalam industri minyak dan gas sebagai *proppant* (pasir *frank*) maupun sebagai filter air dan produk *pellet* ini juga pernah dibuat namun menggunakan bahan material Zeolit alam sebagai *Desikan*. Istilah *proppant* digunakan karena secara harfiah menompang fraktur terbuka yang memungkinkan minyak atau gas mengalir keluar. *Proppant* adalah material granular yang mencegah penutupan fraktur yang dibuat setelah perawatan fraktur. Bahan baku *proppant* seperti pasir silika, pasir berlapis resin, bauksit, dan keramik buatan manusia.

Pilihan *proppant* tergantung pada jenis permeabilitas atau kekuatan butir yang dibutuhkan. Dimana *proppant* dengan ukuran porositas besar akan memberikan permeabilitas rekahan yang lebih baik. Dalam beberapa formasi, dimana tekanannya cukup besar untuk menghancurkan butiran pasir silika alami, bahan penguat berkekuatan lebih tinggi maka dapat digunakan.

Dalam penelitian sebelumnya telah diteliti Pengaruh Penekanan *Pellet* Silika Terhadap Porositas dan Permeabilitas. Maka penelitian kali ini adalah pengembangan dari penelitian sebelumnya yang berjudul Pengaruh Komposisi Pasir Silika dan Alumunium Terhadap Porositas, Permeabilitas dan Struktur Mikro *Pellet* Komposit. Karna itu peneliti ingin membuat *pellet* komposit dengan perbandingan komposisi yang berbeda beda, yang belum diteliti sebelumnya.

Dari latar belakang di atas maka penelitian yang akan di laksanakan menganalisa Porositas, Permeabilitas dan Struktur Mikro pada *pellet* komposit dengan perbandingan komposisi pasir silika dan alumunium yang di gunakan sebagai campuran penguat pada sampel *pellet* dengan menggunakan perekat *Polyethylene Glycol*, untuk mengetahui porositas dan permeabilitas serta struktur mikro yang di hasilkan dari perbandingan komposisi silika dan alumunium. Oleh sebab itu, dengan ada nya penelitian ini dapat mengembangkan silika dalam industri perminyakan dan filter air bersih.

1.2 RUMUSAN MASALAH

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

1. Bagaimana mendapatkan komposisi optimum pasir silika dan aluminium sebagai pellet komposit?
2. Bagaimana mendapatkan komposisi pasir silika dan aluminium terhadap porositas, permeabilitas pellet komposit?
3. Bagaimana mendapatkan struktur mikro pada pellet komposit dari komposisi pasir silika dan aluminium?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Untuk mendapatkan komposisi optimum pasir silika dan aluminium sebagai pellet komposit.
2. Untuk mendapatkan pengaruh pasir silika dan aluminium terhadap porositas, permeabilitas pellet komposit.
3. Untuk mendapatkan struktur mikro pada pellet komposit dari komposisi pasir silika dan aluminium.

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. Bahan yang di gunakan adalah pasir silika SiO_2 (mesh 100) dan aluminium Al (bubuk).
2. Komposisi pasir silika, aluminium dan PEG yang di gunakan adalah dengan perbandingan 60% - 30% - 10%, 70% - 20% - 10% dan 80% - 10% - 10%.
3. Temperatur yang digunakan hanya 1000°C .
4. Hanya menggunakan penekanan 5000 kg.
5. Hanya pengamatan struktur mikro dengan mikroskop.
6. Pengujian yang dilakukan : Uji Porositas, Uji Permeabilitas dan Uji Struktur mikro.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

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

1. Pengembangan Akademis
Penyusun dapat menerapkan ilmu yang telah di pelajari dan dapat memberi pengetahuan tentang penelitian yang telah dilakukan 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 diharapkan dari penelitian ini yaitu dapat mengoptimalkan pemanfaatan pasir silika dan aluminium sebagai bahan pembuat pellet komposit dan bahan pembuatan proppant penyaringan minyak atau air.

3. Nilai Ekonomis

Untuk meningkatkan nilai ekonomis pasir kuarsa yang terdapat banyak di Indonesia.

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

Pada bab ini membahas tentang tinjauan pustaka dan teori-teori dasar yang berhubungan dengan pellet 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 II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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):

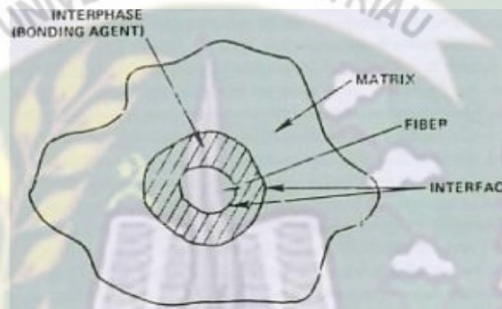
- a. Matriks mengikat *fibre*, menjaga agar tetap sejajar dengan arah tegangan. Beban yang diberikan terhadap komposit akan didistribusikan ke *fibres*, memungkinkan komposit untuk menerima *compression*, *flexural*, maupun *shear force*. Kemampuan komposit untuk menerima berbagai beban tergantung pada 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 pelekut antar dua penyusun, dan *interface*, sebagai permukaan phase yang berbatasan dengan phase lain.

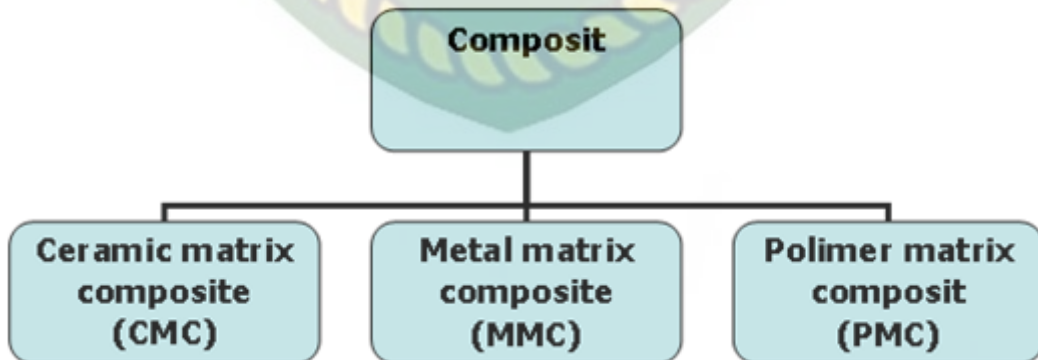


Gambar 2.1 Struktur Komposit.

Sumber: Nayiroh, 2013.

2.1.1 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan seperti Gambar 2.2 berikut (Callister, 2001):



Gambar 2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriks

Sumber: Callister, 2001

a. *Polymer Matrix Composite (PMC)*

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

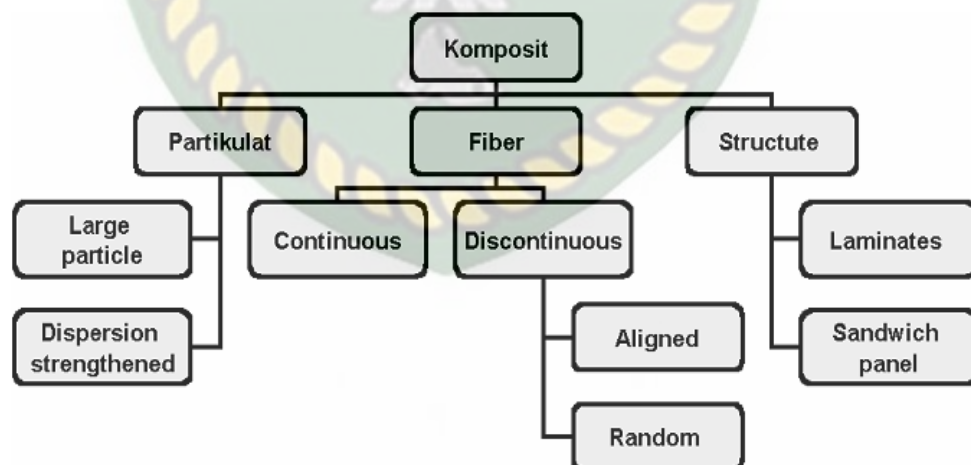
b. *Metal Matrix Composite* (MMC)

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 2.3 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).

2.2 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 & foging 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)



Gambar 2.4 Pasir silika

Sumber: Surdia, 2000

Karakteristik silika dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik silika

Nama Lain	Silikon Dioksida
Rumus Molekul	SiO ₂
Berat Jenis (gr/cm ³)	2.6
Bentuk	Padat
Daya Larut Dalam Air	Tidak Larut
Titik Cair (oC)	1610
Titik Didih (oC)	2230

Kekuatan tarik (Mpa)	110
Modulus elastisitas (GPa)	70-75
Resistivitas (m)	$>10^{14}$
Kekerasan (kg/mm^2)	650
Koordinasi geometri	Tetrahedral
Struktur Kristal	Kristobalit, Tridimit, dan Kuarsa

Sumber: Surdia dan Saito, 2000

2.2.1 Keterangan Pasir Silika

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 silicon daan dua atom oksigen, rumus kimia silika adalah SiO_2 . Pasiri 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.

2.2.2 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°C . Tridimit terbentuk pada suhu 870° celcius dan kristobalit terbentuk pada

suhu 1470° celcius. Titik leleh silika adalah 1610°C , lebih tinggi dari besi, tembaga dan alumanium, dan merupakan salah satu alasan mengapa silika digunakan untuk menghasilkan cetakan dan inti untuk proses logam cor. Struktur kristal kuarsa didasarkan pada empat atom oksigen di hubungan 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)

Tabel 2.2 Sifat Fisika Silika

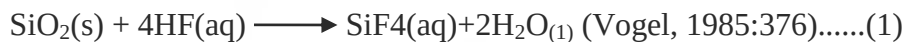
Nama IUPAC:	Silikon Dioksida
Nama lain:	Kursa, silika, silikat dioksida, silicon (IV) oksida
Rumus molekul:	SiO_2
Massa molar:	$60,08 \text{ g/mol}^{-1}$
Penampilan:	Kristal Transparan
Titik lebur:	$1600\text{-}1725^{\circ}\text{C}$
Titik didih:	2230°C

Sumber: Masramdhani, 2011

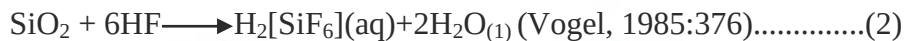
Adapun sifat kimia dari silika (SiO_2) yaitu:

a. Reaksi Asam

Silika relatif tidak reaktif terhadap asam kecuali terhadap asam hudrofluorida dan asam phospat.

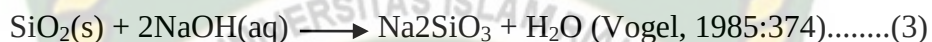


Dalam asam berlebih reaksinya adalah:



b. Reaksi basa

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



2.2.3 Pemanfaatan Pasir Silika

1. Pada industri keramik, pasir kuarsa merupakan pembentuk badan keramik bersamadengan 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 ALUMINIUM

Aluminium ialah unsur kimia. Lambang aluminium ialah *Al* , dan nomor atomnya 13 dan berat atom 26,98 gram/mol. Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium bukan merupakan jenis logam berat, tetapi merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga. Aluminium terdapat dalam penggunaan aditif makanan, antasida, buffered aspirin, astringents, semprotan hidung, antiperspirant, air minum, knalpot mobil, asap tembakau, penggunaan aluminium foil, peralatan masak, kaleng keramik, dan kembang api.

Aluminium merupakan konduktor listrik yang baik, ringan dan kuat. Aluminium juga memiliki ketahanan korosi yang baik. Sifat tahan korosi tersebut diperoleh dari terbentuknya lapisan oksida aluminium yang kuat, rapat dan stabil yang melekat pada aluminium tersebut.

Aluminium digunakan dalam banyak hal. Kebanyakan darinya digunakan dalam kabel bertegangan tinggi. Juga secara luas digunakan dalam bingkai jendela, bahan pesawat terbang dan menjadikan nya serbuk sebagai pencampuran.

2.3.1 Aluminium Powder

Aluminium bubuk digunakan dalam produksi berbagai jenis bahan peledak dan kembang api. Hal ini juga digunakan dalam pembuatan jenis tertentu elektronik. Produk tertentu yang dirancang untuk membawa arus listrik, seperti sel surya, juga sering dibuat menggunakan serbuk aluminium.

Penggunaan yang paling spektakuler dari serbuk aluminium memanfaatkan kemampuannya untuk menghasilkan spektakuler eksotermis oksida-reduction reaksi. Aluminium bisa dicampur dengan oksida logam, dan bubuk yang dihasilkan akan membakar cemerlang dan melepaskan sejumlah besar energi dalam waktu yang sangat singkat. Reaksi kimia ini telah digunakan untuk memproduksi lampu kilat bubuk, dimana aluminium dan kalium perklorat bereaksi keras bersama-sama untuk menghasilkan bang dan flash.

Aluminium powder dapat digunakan dalam metalurgi, beberapa paduan dibuat menggunakan aluminium, biasanya dengan penambahan bubuk logam cair. Dalam beberapa kasus, bubuk aluminium dapat digunakan oleh peralatan modern berteknologi tinggi untuk mengarang bagian komponen langsung. Sejumlah besar aplikasi elektronik menggunakan bubuk aluminium, hal ini dapat disemprotkan pada bentuk lapisan konduktif tipis. Hal ini membuat pilihan yang sangat baik bagi penciptaan jalur konduktif dalam macam tertentu perangkat diproduksi secara massal, terutama sel surya dan beberapa jenis dioda pemancar cahaya.

2.3.2 Sifat Fisika Kimia Aluminium

Nama bahan: Serbuk Aluminium

Deskripsi: berbentuk padat, serbuk, atau serpihan, berwarna perak hingga abu-abu dan tidak berbau.

Tabel 2.3 Sifat Aluminium Serbuk

Nama lain	Sifat
Berat molekul	26,98
Titik didih	4220,6 ⁰ F(2327 ⁰ C
Titik lebur	1220 ⁰ F(660 ⁰ C)
Kelarutan	Tidak larut dalm air dingin dan panas Tidak larut dalam asam nitrat konsentrat Tidak larut dalam asam asetat panas
Larut dalam	Alkali Asam sulfat Asam hidroklorida

Sumber: Pramulista dan Ardhyananta, 2013

1. Frase resiko, Frase keamanan dan Tingkat bahaya
Peringkat NFPA (Skala 0-4):
Kesehatan 1 = tingkat keparahan rendah
Kebakaran 1 = dapat terbakar
Reaktivitas 0 = tidak reaktif
Klasifikasi EC:
R 15 = bersinggungan/kontak dengan air menghasilkan gas yang sangat mudah menyala
R 17 = dapat menyala secara spontan dalam udara
S 7/8 = jaga wadah dalam keadaan tertutup rapat dan kering
S 43A = jika terjadi kebakaran, gunakan bahan kimia kering, jangan gunakan air

2. Penggunaan, untuk aplikasi pelapis, kimia, struktural dan metalurgi.



Gambar 2.5 Aluminium Serbuk
Sumber: Pramulista dan Ardhyananta, 2013

2.4 POLYETHYLENE GLYCOL

Polyethylene adalah termoplastik yang digunakan secara luas oleh industri plastik untuk memproduksi beragam jenis kantong plastik. *Polyethylene* terdiri dari berbagai jenis berdasarkan kepadatan dan percabangan molekul. Sifat mekanis dari *polyethylene* bergantung pada tipe percabangan, struktur kristal, dan berat molekulnya.

1. *Low Density Polyethylene* (LDPE)

LDPE dicirikan dengan densitas 0.910-0.940 g/cm³. LDPE banyak dipakai untuk tutup plastik, kantong dan plastik tipis lainnya. Sifat mekanis jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang, fleksibel dan permukaan agak berlemak, pada suhu 60 derajat sangat resisten terhadap reaksi kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, dapat didaur ulang serta baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tapi kuat.

2. *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE)

LLDPE memiliki kekuatan tensil dan resisten terhadap tekanan yang lebih tinggi dari pada LDPE. Sangat fleksibel dan bisa melar. LLDPE digunakan

untuk membuat plastik film yang lebih tipis, lebih kuat, dan lebih tahan pecah. Resin jenis ini digunakan untuk pembuatan tas plastik, lembaran film plastik, dan pembungkus stretch film, kemasan pouches, mainan, penutup, pipa, dan wadah plastik.

3. *High Density Polyethylene* (HDPE)

HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras/kaku, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. HDPE biasa dipakai untuk botol kosmetik, botol obat, botol minuman, botol susu yang berwarna putih susu, wadah, galon air minum, kursi lipat, dan jerigen pelumas dan lain-lain.

2.4.1 **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 100.000 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).



Gambar 2.6 polyethylene Glycol

Sumber: Leuner, 2000

2.5 PROSES PEMBENTUKAN SERBUK PADA PASIR SILIKA

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 ubun 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. Tingkat produksi tinggi dalam metode pengeringan kering dan tutup toleransi dimensi tercapai. Keuntungan yang terkait dengan teknik pengepresan kering adalah tingkat produksi maksimum dan kontrol toleransi yang lebih baik.

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. Dalam metode pengepresan panas, tekanan dan suhu diterapkan yang mengurangi konten kosong bagian dan menghasilkan produk yang lebih padat dan kuat. Keuntungan dari teknik pengepresan panas adalah bagian bagian yang kuat dan padat dapat diproses dengan nyaman.

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.

2.6 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.

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

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 :

2.6.1 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.

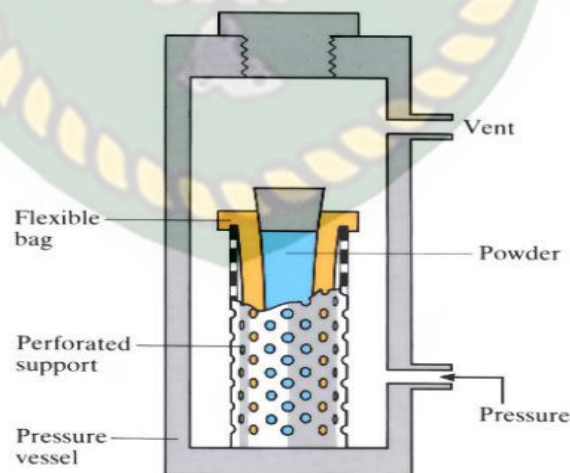


Gambar 2.7 Briket

Sumber: Hartono, 2011

2.6.2 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 nozel refraktori, formasi, dan cawan lebur. *Cold isostatic pressing* (CIP) adalah salah satu metode pemrosesan material.

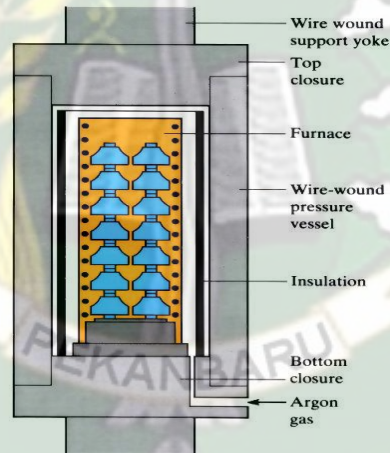


Gambar 2.8 *Cold isostatic presses* (CIP)

Sumber: Suwanda, 2006

2.6.3 Hot Isostatic Presses (HIP)

Hot isostatic presses (HIP) menggunakan *atmosfer* atau campuran gas lainnya yang dipanaskan hingga 3000⁰F dan bertekanan hingga 100.000 psi. Baja yang dievaluasi, kaleng logam, atau permukaan yang disinter digunakan untuk menampung dan memelihara seal selama HIPing. Penggunaan sisitem bertekanan ini memastikan tekanan pemadatan yang seragam diseluru massa serbuk. HIP digunakan untuk memadatkan keramik berperforma tinggi, memedatkan baja perkakas berkecepatan tinggi dan menghilangkan rongga pada coran aerospace atau bilah yang rusak merayap. HIP dapat diguanakan untuk membuat bentuk kompleksitas yang bervariasi.



Gambar 2.9 *Hot Isostatic Presses (HIP)*

Sumber: Suwanda, 2006

2.7 SPESIFIKASI PEMADAT SERBUK

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 dan metode yang digunakan untuk menurunkan gaya. Kapasitas diameter atau lebar menggambarkan 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 atau 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. Jika pemadat bubuk akan digunakan dalam fasilitas produksi volume tinggi, tingkat produksi massal harus dicatat tergantung pada jumlah kilogram per jam yang dapat diproses melalui peralatan.

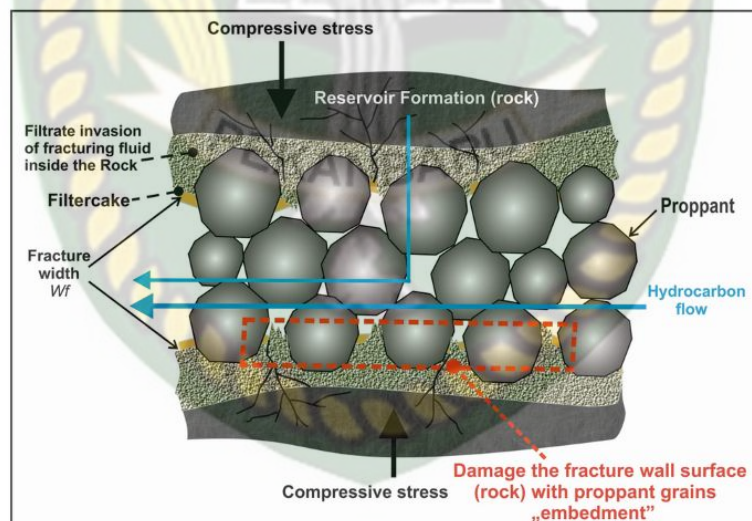
2.8 PROPPANT

Proppant dalam penggunaannya sebagai bagian dari proses rekah hidrolik atau “*fracking*”. Dinilai sebagai salah satu inovasi ladang minyak yang sangat berpengaruh pada abad ke-21, meski pun gagasan *fracking* modern telah dikembangkan hampir 70 tahun yang lalu. Kemajuan teknologi spesifik yang dibuat selama 30 tahun terakhir telah merevolusi dibidang industri. Dengan mengkombinasikan teknik pengeboran yang lebih baik dengan design *frack* ultra-canggih, solusi *proppant* sangat membantu meningkatkan kapasitas produksi sumur dan menghasilkan lebih banyak minyak dan gas alam dari waktu ke waktu. Selain peningkatan tiba-tiba dalam penambangan dan distribusi pasir *frac*, industri baru telah muncul dari produksi *proppant* alternatif, seperti pasir berlapis dan manik-manik sintetis. *Proppant* alternatif yang dikembangkan melalui teknologi baru, sering kali lebih mahal daripada pasir *frac*, tetapi dapat lebih hemat biaya karena memiliki kinerja yang lebih baik disumur dalam dibawah kondisi tekanan tinggi.

Istilah *proppant* digunakan karena secara harfiah menopang fraktur terbuka yang memungkinkan minyak atau gas mengalir keluar. *Proppant* adalah material granular yang mencegah penutupan fraktur yang dibuat setelah perawatan

fraktur. Ukuran proppant berdasarkan standard ASTM (*american society of testing materials*), 20/40 sand, dapat melalui screen (saringan 0,033inch). Jenis *proppant* termasuk pasir silika, pasir berlapis resin, bauksit, dan keramik buatan manusia. Pilihan *proppant* tergantung pada jenis permeabilitas atau kekuatan butir yang dibutuhkan. Dalam beberapa formasi, dimana tekanannya cukup besar untuk menghancurkan butiran pasir silika alami, bahan penguat berkekuatan lebih tinggi seperti bauksit atau keramik dapat digunakan, *proppant* keramik diyakini lebih efektif penggunaannya.

Spesifikasi pasir *frac* termasuk kriteria untuk mineralogi (kandungan silika persen tinggi). Rentang ukuran dari sedang hingga kasar, kebulatan 0.6 atau lebih besar, ketahanan himpitan tinggi, kelarutan rendah, dan kerapuhan yang baik (*american petroleum institute and other, 2008*)



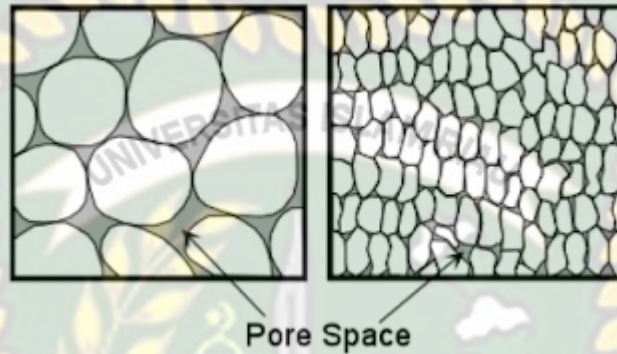
Gambar 2.10 Penyematan Proppant

Sumber: american petroleum institute, 2008

2.9 PENGERTIAN POROSITAS

Porositas atau pori merupakan ruang di dalam batuan; yang dapat terisi oleh fluida, seperti udara, air tawar/asin, minyak atau gas bumi. Porositas suatu batuan sangat penting dalam eksplorasi dan eksploitasi baik dalam bidang

perminyakan maupun dalam bidang air tanah. Hal ini karena porositas merupakan variabel utama untuk menentukan besarnya cadangan fluida yang terdapat dalam suatu massa batuan.



Gambar 2.11 Ukuran Ruang Pori

Sumber: Lauren, 2000

Porositas secara sifat dapat dibagi menjadi dua yaitu porositas yang terhubung dan porositas tidak terhubung. Porositas terhubung dapat diukur dengan menggunakan gas atau cairan yang mengalir ke dalam bebatuan, namun tidak dapat melalui porositas yang tidak terhubung.

Perbandingan antara volume total ruang pori (baik itu terhubung maupun tidak) dan volume total batuan disebut porositas total atau absolut, sedangkan perbandingan antara ruang pori yang saling berhubungan dan volume total batuan disebut porositas efektif.

Menurut pembentukannya atau proses geologinya, porositas dibagi menjadi lima belas, yaitu:

1. Porositas primer

Adalah porositas yang terjadi bersamaan dengan proses pengendapan batuan tersebut.

2. Porositas sekunder

Adalah porositas yang terjadi setelah proses pengendapan batuan seperti yang disebabkan karena proses pelarutan atau endapan.

3. Porositas pecahan

Adalah porositas yang dihubungkan oleh jaringan yang pecah. Pecahan ini dapat menciptakan porositas sekunder dalam batuan.

4. Porositas vuggy

Adalah porositas sekunder yang dihasilkan makrofosil yang telah menjadi batuan karbonat yang memiliki lubang-lubang yang besar.

5. Porositas makro

Merujuk pada pori-pori yang berdiameter lebih besar dari 50 mm.

6. Porositas menengah

Pori-pori yang berukuran antara 2mm sampai 50 mm.

7. Porositas mikro

Pori-pori yang berukuran lebih kecil dari 2 mm.

8. Porositas padat

Pori-pori yang berukuran kecil (hampir tak terlihat) karena dominasi ukuran butir yang sangat kecil.

9. Porositas ketat

Pori-pori kecil yang terletak di antara butiran yang berdekatan kompak.

10. Porositas interkristalin

Pori-pori yang terdapat diantara kristal batuan.

11. Porositas intergranular

Pori-pori yang terdapat diantara butiran batuan.

12. Porositas goa dan gerowong

Pori-pori yang ukurannya besar (gerowong) hingga sangat besar (goa).

13. Porositas rekahan

Hasil dari adanya suatu ruang terbuka yang disebabkan oleh patahan atau hancuran dari batuan.

14. Porositas terbuka

Fraksi dari volume total dimana aliran fluida dinamis dapat menempati ruang walau terdapat jalan buntu di dalamnya.

15. Porositas inefektif (porositas tertutup)

Merupakan fraksi volume total dimana fluida atau gas ada di dalam namun tidak dapat mengalir.

Sedangkan kalau ditinjau dari sudut teknik reservoir, porositas dibagi menjadi 2 yaitu:

1. Porositas absolut

Didefinisikan sebagai perbandingan antara volume seluruh pori dengan volume total batuan (baik volume) atau ditulis:

$$\phi_{abs} = \frac{V_p}{V_b} \times 100\% \text{ dan } \phi_{abs} = \frac{V_b - V_g}{V_b} \times 100\%$$

dimana :

$$V_b = \text{Volume total batuan} = \frac{W_3 - W_2}{b_{j\text{kerosin}}}$$

$$V_p = \text{Volume pori batuan} = \frac{W_3 - W_1}{b_{j\text{korosin}}}$$

$$V_g = \text{Volume butiran} = \frac{W_1 - W_2}{b_{j\text{korosin}}}$$

2. Porositas efektif

Adalah perbandingan volume pori yang berhubungan dengan volume total batuan atau ditulis dengan :

$$\phi_{eff} = \frac{V_p \text{ yang berhubungan} \times 100\%}{V_b}$$

$$\text{Porositas efektif} = \frac{V_p}{V_b} \times 100\%$$

Pada umumnya besarnya porositas berkisar antara 5-30%.

Porositas 5% biasanya dimasukkan dalam porositas kecil. Secara teoritis besarnya porositas tidak lebih dari 47,6%.

Porositas beberapa reservoir menurut Koesoemadinata (1978) dikelompokkan menjadi:

Tabel 2.4 Kualitas pada porositas.

Diabaikan (<i>negligible</i>)	0 - 5 %
Buruk (<i>poor</i>)	5 - 10 %
Cukup (<i>fair</i>)	10 - 15 %
Baik (<i>good</i>)	15 - 20 %
Sangat baik (<i>very good</i>)	20 - 25 %
Istimewa (<i>excellent</i>)	> 25 %

Sumber: Koesoemadinata, 1978

Beberapa faktor yang mempengaruhi porositas antara lain adalah;

- Ukiran butir atau grain size, semakin kecil ukuran butir maka rongga yang terbentuk akan semakin kecil pula dan sebaliknya jika ukuran butir besar maka rongga yang terbentuk juga semakin besar.
- Bentuk butir atau sphericity, batuan dengan bentuk butir jelek akan memiliki porositas yang besar, sedangkan kalau bentuk butir baik maka akan memiliki porositas yang kecil.
- Susunan butir, Apabila ukuran butirnya sama maka susunan butir sama dengan bentuk kubus dan mempunyai porositas yang lebih besar dibandingkan dengan bentuk rhombohedral.
- Pemilahan, Apabila butiran baik maka ada keseragaman sehingga porositasnya akan baik pula. Pemilahan yang jelek menyebabkan butiran yang berukuran kecil akan menempati rongga diantara butiran yang lebih besar akibatnya porositasnya rendah.
- Komposisi mineral, Apabila penyusun batuan terdiri dari mineral-mineral yang mudah larut seperti golongan karbonat maka porositasnya akan baik karena rongga-rongga akibat proses pelarutan dari batuan tersebut.
- Sementasi, Material semen pada dasarnya akan mengurangi harga porositas. Material yang dapat berwujud semen adalah silika, oksida besi dan mineral lempung.

- Kompaksi, Adanya kompaksi dan pemampatan akan mengurangi harga porositas. Apabila batuan terkubur semakin dalam maka porositasnya akan semakin kecil yang diakibatkan karena adanya penambahan beban.

2.10 PENGERTIAN PERMEABILITAS

Permeabilitas didefinisikan sebagai ukuran media berpori untuk meloloskan/melewatkan fluida. Apabila media berporinya tidak saling berhubungan maka batuan tersebut tidak mempunyai permeabilitas. Oleh karena itu ada hubungan antara permeabilitas batuan dengan porositas efektif. Sekitar tahun 1856, Henry Darcy seorang ahli hidrologi dari Prancis mempelajari aliran air yang melewati suatu lapisan batu pasir



Gambar 2.12 Permeabilitas

Sumber: Handoko, 2009

Dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$q = - \frac{kA}{\mu} \frac{dp}{dL} \text{ atau } K = - \frac{q\mu}{A} \frac{dL}{dp}$$

$$k \text{ (darcy)} = Q \frac{Q(\text{cm}^3 \cdot \text{sec}) \cdot \mu(\text{centipoise}) \cdot L(\text{cm})}{A(\text{Sq. cm}) \cdot (P_1 \cdot P_2)(\text{atm})}$$

Dimana;

K : Permeabilitas (darcy)

Vis : Viskositas (centi poise)

L : Panjang (cm)

Q : Laju Alir (cc/sec)

A : Luas Penampang (Cm^2)

P : Tekanan (atm)

Permeabilitas beberapa reservoir menurut Koesoemadinata dapat dilihat pada tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.5 Permeabilitas beberapa reservoir

Ketat (tight)	<5 Md
Cukup (fair)	5 – 10 Md
Baik (good)	10 – 100 Md
Baik sekali (very good)	100 – 1000 mD >1000 mD

Sumber: Koesoemadinata, 1978

Didalam batuan reservoir fluida yang mengalir biasanya lebih dari satu macam, sehingga permeabilitas dapat dibagi menjadi :

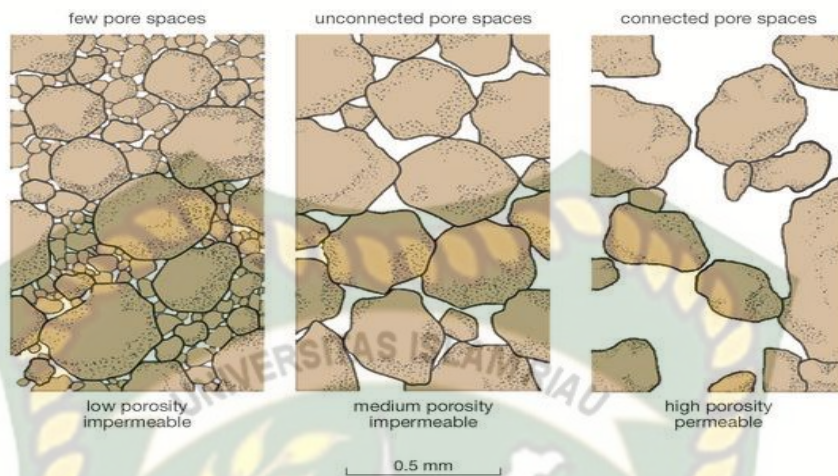
- Permeabilitas Absolute, merupakan harga Permeabilitas suatu batuan apabila fluida yang mengalir melalui pori-pori batuan hanya terdiri dari satu fasa. contoh. yang mengalir hanya gas, atau minyak.
- Permeabilitas Efektif , merupakan permeabilitas bila fluida yang mengalir lebih dari satu macam. contoh yang mengalir pada batuan reservoir yaitu minyak, gas dan air.
- Permeabilitas Relatif , merupakan perbandingan antara permeabilitas efektif dengan permeabilitas absolute.

Pengukuran permeabilitas batuan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Analisa Pellet Silika (laboratorium test)
2. Analisa Log
3. Pengujian Sumur

Faktor yang ikut mempengaruhi permeabilitas adalah :

- Bentuk dan Ukuran batu : Jika batuan disusun oleh butiran yang besar, pipih dan seragam dengan dimensi horizontal lebih panjang, maka permeabilitas horizontal (kh) akan lebih besar. Sedangkan permeabilitas vertical (kv) sedang-tinggi. Jika batuan disusun berbutir dominan kasar, membulat dan seragam, maka permeabilitas akan lebih besar dari kedua dimensinya. Permeabilitas buat reservoir secara umum lebih rendah, khususnya pada dimensi vertikalnya, jika butirannya berupa pasir dan bentuknya tidak teratur. Sebagian besar reservoir minyak berbentuk seperti ini.
- Sementasi : permeabilitas dan porositas batuan sedimen sangat dipengaruhi sementasi dan keberadaan semen pada pori batuan
- Retakan dan Pelarutan : pada batuan pasir, retakan tidak dapat menyebabkan permeabilitas sekunder, kecuali pada batuan pasir yang interbedded dengan shale, limestone dan dolomite. Pada batuan karbonat, proses pelarut oleh larutan asam yang berasal dari perkolasi air permukaan akan melalui pori – pori primet batuan, bidang celah dan rekahan akan menambah permeabilitas reservoir.



Gambar 2.13 Mikro Struktur Permeabilitas Batuan

Sumber: Holmes, 1998

Di laboratorium, analisa pellet silika untuk menentukan permeabilitas suatu contoh batuan dilakukan dengan menggunakan gas nitrogen (N_2) karena gas tidak bersifat membasahi permukaan batuan dan mempunyai aliran yang seragam melewati semua pori.

Dalam ASTM maupun BS tidak terdapat tentang deskripsi uji permeabilitas secara rinci, namun berdasarkan Neville dan Brook (1987), uji permeabilitas pellet komposit dapat diukur dari percobaan sampel yang di *sealed* dari air yang bertekanan pada sisi atasnya saja dan meliputi aspek banyaknya air yang mengalir lewat pada ketebalan sampel pada waktu tertentu (seperti disyaratkan pada SK SNI S-36-1990-03 ayat 2.2.1.2). standar ACI 301-72 (revisi 1975).

2.11 PENGERTIAN STRUKTUR MIKRO

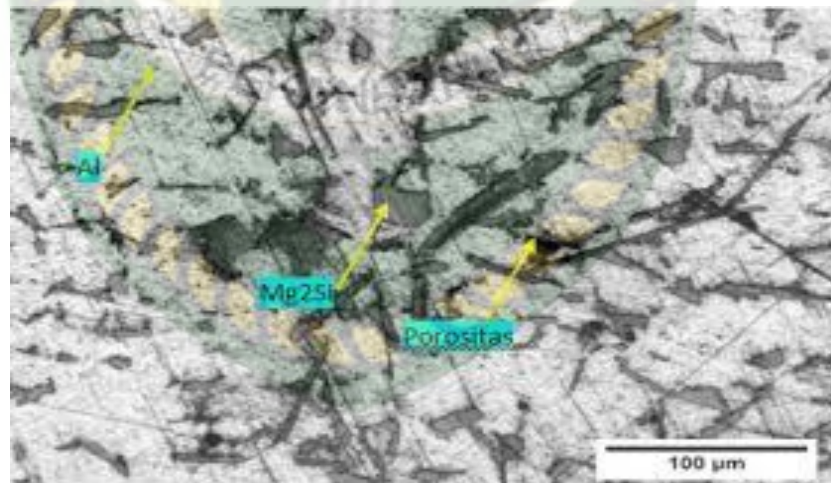
Struktur mikro adalah gambaran dari kumpulan fasa-fasa yang dapat diamati melalui teknik metalografi. Struktur mikro pellet dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop. Mikroskop yang dapat digunakan yaitu mikroskop

optik dan mikroskop elektron. Sebelum dilihat dengan mikroskop, permukaan pellet harus dibersihkan terlebih dahulu, kemudian reaksi dengan reagen kimia untuk mempermudah pengamatan. Proses ini dinamakan *etching*.

Untuk mengetahui sifat dari suatu pellet, kita dapat melihat struktur mikronya. Setiap pellet dengan paduan berbeda memiliki struktur mikro yang berbeda pula. Dengan melalui diagram fasa, kita dapat meramalkan struktur mikronya dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi dan temperatur tertentu.

Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa jenis faktor seperti, elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan. Pengujian struktur mikro atau mikrografi dilakukan dengan bantuan mikroskop dengan keefisienan pembesaran dan metode kerja yang bervariasi.

Berikut adalah contoh pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop seperti pada gambar 2.14



Gambar 2.14 Struktur Mikro

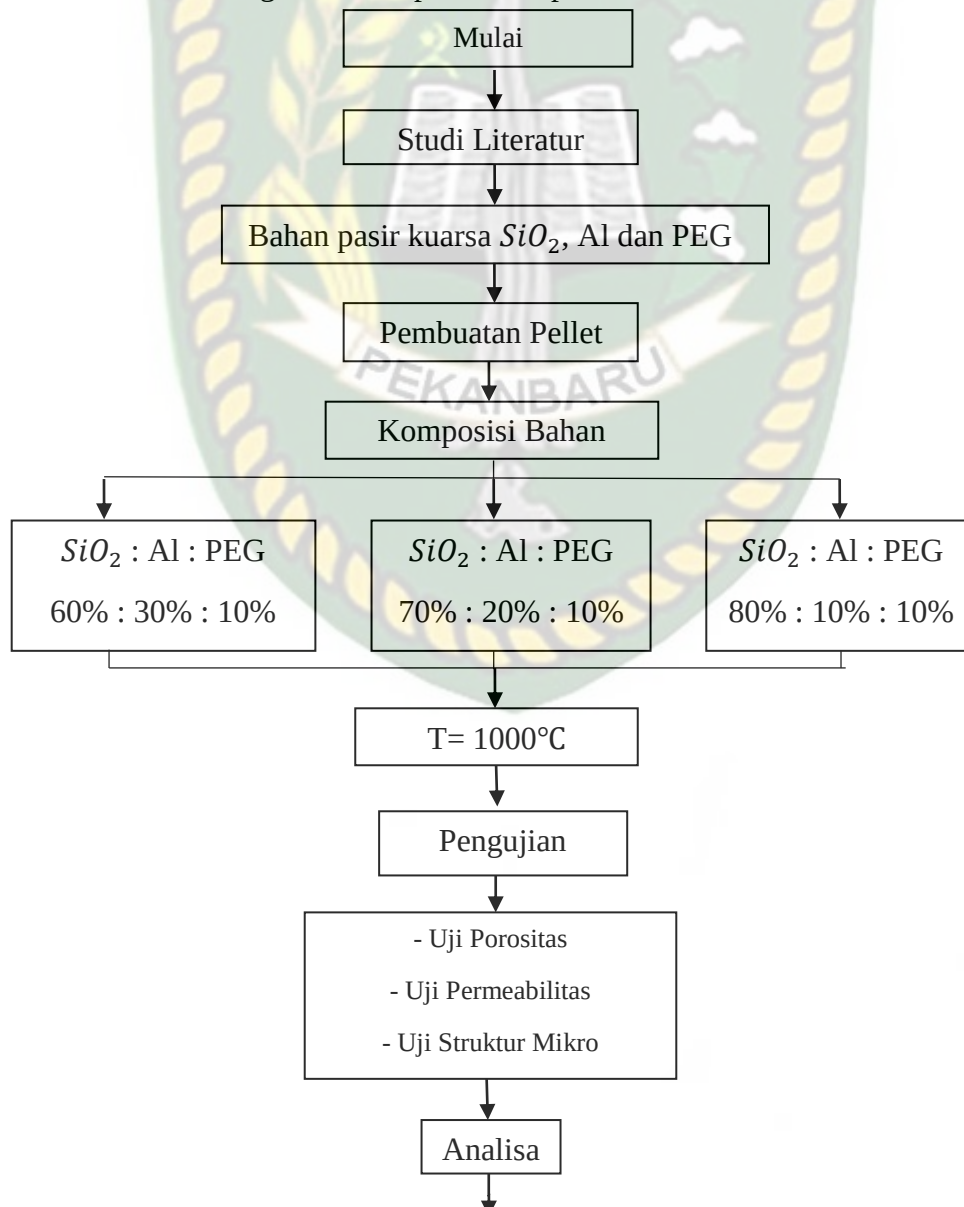
Sumber: Iman Saefuloh, 2018

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR

Pada penelitian ini menggunakan komposisi pasir silica, alumunium dan PEG dengan perbandingan yang berbeda beda. Perbandingannya ialah 60% - 30% - 10%, 70% - 20% - 10% dan 80% - 10% - 10%. Kemudian komposisi yang dihasilkan akan dicetak menjadi pellet komposit dan dilakukan perlakuan panas, dan memasuki tahapan pengujian yaitu Uji Porositas, Uji Permeabilitas, dan Uji Struktur Mikro. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian di atas, di dapatkan bahwa dalam penelitian tugas akhir terdapat tahapan yang dilakukan guna hasil yang didapat dalam penelitian pembuatan material terbaharukan 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 pengaruh komposisi *Pellet* Komposit.

b. Bahan

Pada tahap ini peneliti menggunakan bahan pasir kuarsa SiO_2 dan Aluminium Al.

c. Pembuatan pellet komposit

Pada tahapan ini peneliti melakukan proses pembuatan pellet komposit. Pasir silika dan aluminium berupa serbuk di campur dengan beberapa perbandingan komposisi, lalu melakukan penimbangan pasir silika dan aluminium sesuai dengan yang ingin diuji. Kemudian mencampurkan ke dua bahan tersebut hingga tercampur dengan baik, lalu ditambahkan dengan bahan pengikat berupa PEG. Setelah semua bahan tercampur dengan baik lalu memasuki proses pencetakan dan sintering.

d. Tahap pengujian

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

1. Melakukan pengujian porositas untuk mengetahui nilai porositas yang dihasilkan spesimen.
2. Melakukan pengujian permeabilitas terhadap spesimen untuk mendapatkan nilai permeabilitas.
3. Melakukan pengamatan mikroskop untuk mengetahui struktur mikro pada spesimen.

e. Tahap analisa data Pengujian dan Kesimpulan

Tahap ialah data yang di peroleh akan di analisa sehingga dari analisa akan di tarik kesimpulan dan saran dari semua proses yang dilakukan.

3.2 ALAT DAN BAHAN

3.2.1 Persiapan Alat

1. Furnace Muffle

Merk : Naberthem

Type : P330



Gambar 3.2 Furnace Muffle

2. Timbangan Analitik

Merk : Heles

Type : EK3252

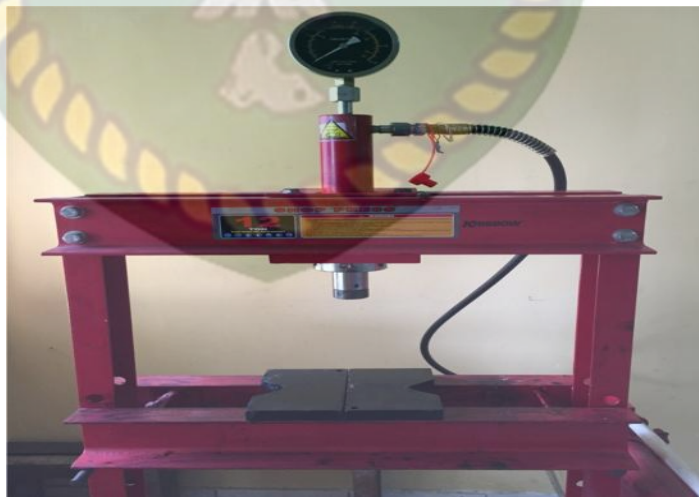


Gambar 3.3 Timbangan Analitik

3. Pressure gauge

Merk : Krisbow

Type : Press Machine



Gambar 3.4 Pressure Gauge

4. Porositas Tester



Gambar 3.5 Porositas Tester

5. Permeabilitas Tester



Gambar 3.6 Permeabilitas Tester

6. Mikroskop Tester



Gambar 3.7 Mikroskop Optik

7. Jangka Sorong



Gambar 3.8 Jangka Sorong

8. Alat pengayak pasir silika 100 mesh



Gambar 3.9 Ayakan

9. Beaker Glass ceper



Gambar 3.10 Beaker Glass

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Pasir Silika SiO_2

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

Type : Mesh 100



Gambar 3.11 Pasir silika

2. Aluminium Powder Al

Type : Mesh 100-150



Gambar 3.12 Bubuk Aluminium

3. Polyethylene Glycol (PEG)

Type : 400



Gambar 3.13 Polyethylene Glycol

3.3 PROSES PEMBUATAN PELET KOMPOSIT

Proses pembuatan pelet yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menggunakan ukuran mesh yang ditentukan (mesh 100), dimana penelitian ini menggunakan komposisi pasir silika, aluminium dan PEG yang perbandingan nya berbeda beda yaitu SiO_2 - Al - PEG: 60% - 30% - 10%, 70% - 20% - 10%, 80% - 10% - 10%, selanjutnya memasuki proses pengayakan pasir silika yang bertujuan untuk mendapatkan distribusi besar butiran partikel yang merata dan untuk memisahkan silika dari pengotor, setelah itu melakukan pengayakan untuk mendapatkan butiran pasir silika yang seragam (100 mesh). Kemudian berlanjut keproses pengomposisian dimana pasir silika dicampur dengan aluminium powder dengan perbandingan yang berbeda-beda, setelah bahan tercampur lalu PEG dimasukkan kedalam bahan yang sudah tercampur, dan langkah selanjutnya adalah pengeringan (oven) yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air atau melepas molekul air yang terdapat pada bahan sampel pellet tersebut, setelah proses pengeringan selesai dilakukan maka proses selanjutnya adalah pencetakan bahan sampel uji tersebut dimana pada proses ini pellet akan dibentuk dengan metode cetak tekan (*Dry Pressing*), dan setelah proses pencetakan sampel telah selesai selanjutnya akan dilakukan proses pembakaran (*sintering*), dimana proses ini bertujuan untuk saling mengikat butiran-butiran dan porositas yang dilakukan pada suhu tinggi untuk memperoleh benda menjadi pellet komposit yang kuat. Pada penelitian ini temperatur yang digunakan 1000°C selama 2 jam.

3.3.1 Pengomposisian

- a. Membuat cetakan mol dengan diameter dalam 27 mm, diameter luar 57 mm serta tinggi 89 mm.
- b. Mempersiapkan bahan seperti pasir silika, aluminium dan polyethylene glycol 400.
- c. Berdasarkan cetakan yang digunakan dapat dihitung dengan VC (volume cetakan) sebagai berikut:

1. massa jenis pasir silika $= 2,65 \text{ g/cm}^3$
2. massa jenis aluminium powder $= 2,70 \text{ g/cm}^3$
3. massa jenis polyethylene glycol 400 $= 1,13 \text{ g/cm}^3$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \pi \times r^2 \times t \\
 &= 3,14 \times 1,27^2 \text{ cm} \times 1,0 \text{ cm} \\
 &= 5,08 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Menyiapkan semua bahan baku seperti pasir silika, aluminium dan polyethylene glycol 400. Berdasarkan massa jenis pasir silika, aluminium dan polyethylene glycol 400 sebagai berikut:

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

Keterangan :

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

m = Massa (kg atau gr)

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

Untuk ρ pasir silika, aluminium dan polyethylene glycol 400 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 1. \rho \text{ pasir silika} &= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,65 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 13,46 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \rho \text{ aluminium powder} &= 5,08 \text{ cm}^3 \times 2,70 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 13,71 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

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

a. Spesimen 1

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan perbandingan pasir silika 60%, aluminium 30% dan PEG 10% sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pasir silika} &= 60\% \times 13,46 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 8,07 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aluminium powder} &= 30\% \times 13,71 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 4,11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Polyethylene glycol 400} &= 10\% \times 5,74 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 0,57 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

b. Spesimen 2

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan perbandingan pasir silika 70%, aluminium 20% dan PEG 10% sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pasir silika} &= 70\% \times 13,46 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 9,42 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aluminium powder} &= 20\% \times 13,71 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 2,74 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Polyethylene glycol 400} &= 10\% \times 5,74 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 0,57 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

c. Spesimen 3

Untuk menghitung massa yang diinginkan dengan perbandingan pasir silika 80%, aluminium 10% dan PEG 10% sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pasir silika} &= 80\% \times 13,46 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 10,09 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Aluminium powder} &= 10\% \times 13,71 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 1,37 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Polyethylene glycol 400} &= 10\% \times 5,74 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 0,57 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\end{aligned}$$

3.3.2 Proses Pencampuran Bahan

Proses mencampurkan satu atau lebih bahan dengan menambahkan satu bahan ke bahan lainnya sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen baik cair-padat, padat-padat, maupun cair-gas. komponen yang jumlahnya lebih banyak disebut fase kontineu dan yang lebih sedikit disebut fase disperse (Fellows, 1988). Menurut Kusdarini (1977), tujuan pencampuran dengan menggunakan alat pencampur adonan (mixer) adalah untuk memperoleh adonan yang elastis dan menghasilkan pengembangan geluten yang diinginkan.

Adapun langkah-langkah pencampuran bahan pelet komposit adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengayakan pasir silika sebesar 100 *mesh*.
2. Pasir silika yang sudah diayak di timbang sesuai ketentuan sampel I 8,07 g/cm³, sampel II 9,42 g/cm³, sampel III 10,09 g/cm³.
3. Siapkan perekat Polyethylene Glycol 400 sebanyak 0,57 g/cm³.
4. Timbang Aluminium powder sesuai ketentuan sampel I 4,11 g/cm³, sampel II 2,74 g/cm³, sampel III 1,37 g/cm³.
5. Siapkan beker glass ceper.
6. Siapkan wadah adonan.
7. Siapkan alat pengaduk
8. Campurkan semua bahan kedalam wadah adonan.
9. Kemudian aduk hingga merata lalu masukan kedalam cetakan pelet komposit yang sudah diolesi pelumas Mold Release Resin (resin anti lengket).
10. Lanjut keproses berikutnya

3.3.3 Proses Kompaksi

Proses kompaksi merupakan proses penekanan atau pengepresan dalam pembentukan pelet. Dalam proses kompaksi cetakan harus di beri pelumas yang cukup agar tidak terjadi gesekan antara dinding cetakan dengan adonan yang mengakibatkan retaknya pelet komposit. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk proses kompaksi ini adalah sebagai berikut:

1. Masukan hasil proses pencampuran ke dalam cetakan pelet.
2. Operasikan press pencetak pelet tersebut dengan tekanan 5000 kg.
3. Pelet yang sudah di cetak kemudian di keluarkan perlahan-lahan lalu masukan ke dalam wadah silinder plastik.
4. Kemudian membuat label di wadah silinder plastik untuk keterangan komposisi pelet tersebut.

3.3.4 Proses Normalizing

Normalizing adalah bagian dari proses *heat treatment*. Ditahan selama beberapa waktu, dan didinginkan di suhu udara kamar normal. Proses normalizing juga dapat meningkatkan kekuatan dari pelet komposit. Adapun langkah-langkah dalam melakukan proses normalizing adalah sebagai berikut:

1. Masukan pelet komposit hasil kompaksi kedalam cawan pijar.
2. Lalu masukan cawan pijar yang berisi pelet komposit kedalam furnace.
3. Setting suhu furnace menjadi 1000°C lalu setting holding time selama 2 jam.
4. Kemudian pada suhu 1000°C menunggu waktu penahanan selama 2 jam.
5. Lalu keluarkan pelet komposit dari dalam furnace dan dinginkan dengan suhu ruangan hingga suhunya menjadi normal.

3.4 METODE PENGUJIAN BAHAN

3.4.1 Uji Porositas

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui besarnya porositas. Semakin besar porositas pada pellet komposit maka semakin rendah kekuatannya. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM 378-88. Adapun langkah-langkah pengujian porositas dengan cara yaitu:

a. Kalibrasi

1. Memastikan semua panel dalam kondisi CLOSED
2. Menghidupkan alat CORE TEST TPI-219 dan injeksikan tekanan pada tabung gas sebesar ± 100 psi (pada regulator tabung)
3. Memutar panel GAS ON dan REGULATOR yang ada dibelakang CORE TEST TPI-219
4. Menyiapkan semua *Calibration Disk (billet)* dan dimasukkan ke dalam penampang *Coreholder*
5. Injeksikan tekanan dari Tabung gas helium ke alat CORE TEST TPI-219 dengan cara memutar panel SUPPLY GAS sekitar 3 – 5 detik (jangan sampai mencapai angka 95) lalu panel SUPPLY GAS di CLOSED
6. Membuka panel REF VOL
7. Mencatat nilai tekanan yang ada pada alat sebagai **Preffull** (Tekanan referensi dari pengukuran Full Cup, psi)
8. Membuka panel TO CORE dan catat tekanan pada alat CORE TEST TPI-219 sebagai **Pcupfull** (Tekanan cup dengan semua billets dalam cup, psi)
9. Membuka panel VENT kemudian membuka *Coreholder*
10. Mengeluarkan salah satu *Calibration Disk (Billet)* yang ada di penampang core, dan catat Volume Billet tersebut sebagai **Vbilletsremoved** (Volume Billet yang dikeluarkan, Cm^3)
11. Atur semua panel pada alat CORE TEST TPI-219 pada kondisi CLOSED
12. Menginjeksikan tekanan dari Tabung gas helium ke alat CORE TEST TPI-219 dengan cara memutar panel SUPPLY GAS hingga tekanan

konstan (dengan kondisi billet dikeluarkan) lalu panel SUPPLY GAS di CLOSED

13. Membuka panel REF VOL
14. Mencatat tekanan sebagai **Prefrem** (Tekanan referensi dari pengukuran dengan salah satu billet yang di dikeluarkan, psi)
15. Membuka panel TO CORE dan catat tekanan pada alat CORE TEST TPI-219 sebagai **Pcuprem** (Tekanan cup dengan salah satu billet yang dikeluarkan, psi)
16. Membuka panel VENT kemudian membuka *Coreholder*
17. Memastikan semua panel dalam kondisi CLOSED
18. Lalu cari nilai **Vref** (Volume sistem referensi, Cm^3)

b. Pengujian

1. Memastikan semua panel dalam kondisi *CLOSED*
2. Mengukur diameter dan panjang sampel yang akan diuji
3. Memilih *Calibration Disk* (billet) yang memiliki tinggi minimal sama dengan tinggi sampel yang akan diuji dan dikeluarkan dari penampang core, lalu catat volume billet tersebut sebagai *Vbilletsremoved* (Volume Billet yang dikeluarkan Cm^3)
4. Memasukan sampel dan *Calibration Disk* (billet) kedalam penampang core
5. Menginjeksikan tekanan dari tabung gas helium ke alat CORE TEST TPI-219 dengan cara memutar panel SUPPLY GAS hingga tekanan konstan, lalu panel SUPPLY GAS di CLOSED
6. Membuka panel REF VOL
7. Mencatat nilai tekanan tersebut sebagai **Prefsampel** (Tekanan referensi dari pengukuran sampel, psi)
8. Membuka panel TO CORE dan catat tekanan pada alat CORE TEST TPI-219 sebagai **Pcupsampel** (Tekanan cup dengan grain, Cm^3)
9. Mencari nilai **Vgrain** (Volume grain, Cm^3)
10. Membuka panel VENT kemudian membuka *Coreholder*

11. Memastikan semua panel dalam kondisi CLOSED
12. Dan mencari nilai porositas dari sampel tersebut

3.4.2 Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan untuk mengetahui kemampuan pellet komposit untuk mengalirkan suatu fluida. Standar pengujian yang digunakan adalah ACI 301-72 (revisi 1975). Adapun tahapan yang dilakukan pada pengujian permeabilitas dengan melalui tahapan sebagai berikut:

- 1) Gas Permeameter.
 - a. Pastikan tidak ada penghalang didalam pellet *holder* atau *endstems*. Tempatkan jari anda ke pellet *holder* untuk memastikan sel bebas dari sisa-sisa atau kelebihan butiran dari sampel sebelumnya.
 - b. Pastikan fitting tubing bebas kebocoran.
- 2) Menyiapkan sampel

Sampel harus bersih dan kering untuk menghasilkan sampel terbaik. Sampel biasanya dibersihkan dengan pelarut dan dikeringkan dalam oven sebelum pengukuran permeabilitas gas. Minyak biasanya diangkat dengan *toluene* panas atau *xilena* dan garam. Sampel biasanya dikeringkan dalam oven konveksi mekanik pada suhu dari 180⁰C selama minimal 4 jam.
- 3) Mengukur permeabilitas standar gas.
 - a. Set semua panel ke posisi by pass.
 - b. Mengukur sampel, panjang, tinggi dan luasnya.
 - c. Masukkan sampel pellet komposit ke dalam permeabilitas test.
 - d. Set tekanan dari compressor dan gas nitrogen.
 - e. Catat tekanan dan laju aliran.
 - f. Hitung permeabilitas dengan menggunakan rumus *darcy*.
- 4) Peralatan percobaan dengan gas permeameter.
 - a. Pellet *holder* dan thermometer.

- b. *Triple range flowmeter* dengan *selector valve*.
 - c. Pressure gauge.
 - d. Gas inlet.
 - e. Gas outlet.
- 5) Bahan yang digunakan
- a. *Proppant* (pellet komposit)
 - b. Gas nitrogen.

3.4.3 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengetahui sifat dari suatu pellet dan dapat mengetahui fasa yang akan diperoleh pada komposisi dan temperatur tertentu. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM E 3-95. Berikut ini tahapan yang dilakukan pada pengujian struktur mikro yaitu:

1. Mengamplas spesimen uji.

Untuk menghaluskan permukaan spesimen uji, agar kerak pada spesimen menghilang dan mendapatkan melihat permukaannya.

2. Melakukan *polishing*.

Bertujuan untuk mendapatkan permukaan yang mengkilap, supaya pada saat pengambilan gambar tidak terjadi gangguan pada gambar hasil struktur mikronya.

3. Melakukan *etching*.

Bertujuan untuk menampilkan struktur mikro dan menampilkan batas-batas butirnya dengan mencampurkan spesimen uji ke larutan etsa.

4. Melakukan observasi menggunakan mikroskop.

Mengamati gambar struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik, sehingga dapat melakukan pengambilan gambar struktur mikronya.

5. Melakukan pengambilan gambar.

Pengamatan gambar struktur mikro pada mikroskop sudah jelas, dapat dilakukan pengambilan gambar dengan metode capture di komputer yang dihubungkan pada mikroskop.

6. Mendapatkan gambar struktur mikro.

Pengambilan gambar dilakukan sesuai dengan permintaan yang telah direncanakan.

3.5 WAKTU DAN TEMPAT

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari persiapan alat, pembuatan spesimen, penggunaan alat uji dan dilakasanan pada tahun 2020.

Tempat :

1. Laboratorium Uji Program Studi Teknik Mesin Politeknik Caltex Riau.
2. Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Laboratorium Mekres Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

3.6 JADWAL KEGIATAN

Jadwal kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1

N O	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						



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 DATA PENELITIAN

Adapun data penelitian yang di dapat setelah pengujian akan dijelaskan dibawah ini sebagai berikut:

4.1.1 Hasil Pengukuran Pengaruh Komposisi Pasir Silika Dan Aluminium Terhadap Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosimeter (Core Test TPI-219)

Adapun rumus perhitungan yang dipergunakan untuk mendapatkan nilai porositas dengan menggunakan helium porosimeter (Core Test TPI-219).

$$V_{ref} = \frac{V_{billetsremoved}}{\left(\frac{P_{refrem}}{P_{cuprem}}\right) - \left(\frac{P_{reffull}}{P_{cupfull}}\right)}$$

Keterangan:

V_{ref} = Volume sistem referensi, Cm^3

$V_{billetsremoved}$ = Volume Billet yang dikeluarkan, Cm^3

$P_{reffull}$ = Tekanan referensi dari pengukuran Full cup, Psi

$P_{cupfull}$ = Tekanan cup dengan semua billets dalam cup, psi

P_{refrem} = Tekanan referensi dari pengukuran dengan salah satu billet yang dikeluarkan, psi

P_{cuprem} = Tekanan cup dengan salah satu billet yang dikeluarkan

$$V_{grain} = V_{billetremoved} + \left(\left(\frac{P_{reffull}}{P_{cupfull}} \right) V_{ref} \right) - \left(\left(\frac{P_{refsampel}}{P_{cupsampel}} \right) V_{ref} \right)$$

Keterangan:

V_{grain} = Volume grain, Cm^3

V_{ref} = Volume sistem referensi, Cm³
V_{billetsremoved} = Volume Billet yang dikeluarkan, Cm³
P_{reffull} = Tekanan referensi dari pengukuran Full cup, Psi
P_{cupfull} = Tekanan cup dengan semua billets dalam cup, psi
P_{refsampel} = Tekanan referensi dari pengukuran sampel , psi
P_{cupsampel} = Tekanan cup dengan sampel, psi

$$\emptyset = \frac{V_{bulk} - V_{grain}}{V_{bulk}} \times 100\%$$

Keterangan:

$\emptyset$ = Porositas

V_{bulk} = Volume total batuan, Cm³

V_{grain} = Volume grain, Cm³

Tabel 4.1 Hasil Kalibrasi Dengan Menggunakan Helium Porosimeter (Core Test TPI-219)

P_{ref full}	11,08 psi
P_{cup full}	4,43 psi
V_{billetsremoved}	7,330 cm ³
P_{refrem}	20,97 psi
P_{cuprem}	4,57 psi

1. Pada sampel I mengandung komposisi pasir silika sebanyak 8,07 g/cm³, aluminium sebanyak 4,11 g/cm³, PEG 400 sebanyak 0,57 g/cm³ dan dicetak dengan tekanan 5000 kg serta dilakukan pemanasan pada tempetarut sintering

1000°C untuk mendapatkan pelet komposit. Kemudian dilakukan pengujian porositas agar mengetahui nilai pori pada pelet komposit. Dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosimeter (Core Test TPI-219)

<i>Vbilletsremoved</i>	Pref sampel	Pcup sampel
7,330 cm ³	37,40 psi	11,36 psi

Untuk standar porositas proppant belum pernah ada yang membahas mengenai nilai standar porositas proppant. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Rachmad & Nugroho (2010) tentang pengaruh ukuran butir dan penempatan proppant terhadap optimasi perekahan hidrolik sumur minyak, yang hanya membahas tentang penggunaan fluida *perfect support* dan *proppant* HSP 20/40 *mesh* dan optimasi keekonomian untuk menghasilkan pilihan terbaik pada penggunaan fluida *perfect support* dengan *proppant* HSP-12/18 berdiameter 0,052 inci. Untuk masa analisa 1 tahun, NPV optimum yang diperoleh sebesar 2.731.607 US\$ dengan panjang rekahan optimum 195 ft.

Perhitungan sampel I

Diket:

$$\begin{aligned}
 V_{ref} &= \frac{V_{billetsremoved}}{\left(\frac{P_{refrem}}{P_{cuprem}}\right) - \left(\frac{P_{reffull}}{P_{cupfull}}\right)} \\
 &= \frac{0,4474 \text{ In}^3}{\left(\frac{20,97 \text{ psi}}{4,57 \text{ psi}}\right) - \left(\frac{11,08 \text{ psi}}{4,43 \text{ psi}}\right)} \\
 &= \frac{0,4474 \text{ In}^3}{4,58 - 2,50} = \frac{0,4474 \text{ In}^3}{2,08} = 0,21509 \text{ In}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{grain} &= V_{billetremoved} + \left(\left(\frac{P_{reffull}}{P_{cupfull}} \right) V_{ref} \right) - \left(\left(\frac{P_{refsampel}}{P_{cupsampel}} \right) V_{ref} \right) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + \left(\left(\frac{11,08}{4,43} \right) 0,21509 \text{ In}^3 \right) - \left(\left(\frac{37,40}{11,36} \right) 0,21509 \text{ In}^3 \right) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + ((2,501 \times 0,21509 \text{ In}^3)) - ((3,292 \times 0,21509 \text{ In}^3)) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + (0,5379 \text{ In}^3 - 0,7080 \text{ In}^3) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + (-0,1701 \text{ In}^3) \\
 &= 0,2773 \text{ In}^3
 \end{aligned}$$

Diket : V_{bulk} . . ?

$$D = 2,6 \text{ cm} = 1,023 \text{ In}$$

$$t = 1,25 \text{ cm} = 0,492 \text{ In}$$

$$r = 1,3 \text{ cm} = 0,5118 \text{ In}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \pi \times r \times r \times t \\
 &= 3,14 \times 0,5118 \times 0,5118 \times 0,492 \\
 &= 0,4046 \text{ In}^3
 \end{aligned}$$

Jadi nilai V_{bulk} yang didapat adalah $0,4046 \text{ In}^3$

$$\begin{aligned}
 \emptyset &= \frac{V_{bulk} - V_{grain}}{V_{bulk}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,4046 - 0,2773}{0,4046} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1274}{0,4046} \times 100\% \\
 &= 31,46\%
 \end{aligned}$$

Setelah melihat data dari hasil pengujian porositas dengan menggunakan helium porosimeter dapat disimpulkan bahwa pada sampel I nilai porositas yang diperoleh >25%. Dapat di gunakan untuk penyaringan minyak berupa proppant, karena terdapat ruang pori yang baik dengan nilai ϕ 31,46% dan masuk dalam katagori istimewa.

2. Pada sampel II mengandung komposisi pasir silika sebanyak $9,42 \text{ g/cm}^3$, aluminium sebanyak $2,74 \text{ g/cm}^3$, PEG 400 sebanyak $0,57 \text{ g/cm}^3$ dan dicetak dengan tekanan 5000 kg serta dilakukan pemanasan pada tempetarut sintering 1000°C untuk mendapatkan pelet komposit. Kemudian dilakukan pengujian porositas agar mengetahui nilai pori pada pelet komposit. Dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosimeter (Core Test TPI-219)

<i>Vbilletsremoved</i>	Pref sampel	Pcup sampel
7,330 cm^3	45,56 psi	13,12 psi

Perhitungan sampel II

Diket:

$$\begin{aligned}
 V_{ref} &= \frac{V_{billetsremoved}}{\left(\frac{P_{prefrem}}{P_{cuprem}}\right) - \left(\frac{P_{prefull}}{P_{cupfull}}\right)} \\
 &= \frac{0,4474 \text{ In}^3}{\left(\frac{20,97 \text{ psi}}{4,57 \text{ psi}}\right) - \left(\frac{11,08 \text{ psi}}{4,43 \text{ psi}}\right)}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{0,4474 \text{ In}^3}{4,58 - 2,50} = \frac{0,4474 \text{ In}^3}{2,08} = 0,21509 \text{ In}^3$$

$$\begin{aligned} V_{\text{grain}} &= V_{\text{billetremoved}} + \left(\left(\frac{P_{\text{reffull}}}{P_{\text{cupfull}}} \right) V_{\text{ref}} \right) - \left(\left(\frac{P_{\text{refsampel}}}{P_{\text{cupsampel}}} \right) V_{\text{ref}} \right) \\ &= 0,4474 \text{ In}^3 + \left(\left(\frac{11,08}{4,43} \right) 0,21509 \text{ In}^3 \right) - \left(\left(\frac{45,56}{13,12} \right) 0,21509 \text{ In}^3 \right) \\ &= 0,4474 \text{ In}^3 + ((2,501 \times 0,21509 \text{ In}^3)) - ((3,472 \times 0,21509 \text{ In}^3)) \\ &= 0,4474 \text{ In}^3 + (0,5379 \text{ In}^3 - 0,7467 \text{ In}^3) \\ &= 0,4474 \text{ In}^3 + (-0,2088 \text{ In}^3) \\ &= 0,2386 \text{ In}^3 \end{aligned}$$

Diket : $V_{\text{bulk}} \dots ?$

$$D = 2,5 \text{ cm} = 1,023 \text{ In}$$

$$t = 1,25 \text{ cm} = 0,492 \text{ In}$$

$$r = 1,25 \text{ cm} = 0,492 \text{ In}$$

$$V = \pi \times r \times r \times t$$

$$= 3,14 \times 0,492 \times 0,492 \times 0,492$$

$$= 0,3739 \text{ In}^3$$

Jadi nilai V_{bulk} yang didapat adalah $0,3739 \text{ In}^3$

$$\emptyset = \frac{V_{\text{bulk}} - V_{\text{grain}}}{V_{\text{bulk}}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,3739 - 0,2386}{0,3739} \times 100\%$$

$$= \frac{0,1353}{0,3739} \times 100\%$$

$$= 36,18\%$$

Setelah melihat data dari hasil pengujian porositas dengan menggunakan helium porosimeter dapat disimpulkan bahwa pada sampel I nilai porositas yang diperoleh >25%. Dapat di gunakan untuk penyaringan minyak berupa proppant, karena terdapat ruang pori yang baik dengan nilai ϕ 36,18% dan masuk dalam katagori istimewa.

3. Pada sampel III mengandung komposisi pasir silika sebanyak $10,09 \text{ g/cm}^3$, aluminium sebanyak $1,37 \text{ g/cm}^3$, PEG 400 sebanyak $0,57 \text{ g/cm}^3$ dan dicetak dengan tekanan 5000 kg serta dilakukan pemanasan pada tempetarut sintering 1000°C untuk mendapatkan pelet komposit. Kemudian dilakukan pengujian porositas agar mengetahui nilai pori pada pelet komposit. Dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Porositas Dengan Menggunakan Helium Porosimeter (Core Test TPI-219)

<i>Vbilletsremoved</i>	Pref sampel	Pcup sampel
7,330 cm^3	49,91 psi	14,13 psi

Perhitungan sampel III

Diket:

$$\begin{aligned}
 V_{ref} &= \frac{V_{billetsremoved}}{\left(\frac{P_{prefrem}}{P_{cuprem}}\right) - \left(\frac{P_{prefull}}{P_{cupfull}}\right)} \\
 &= \frac{0,4474 \text{ In}^3}{\left(\frac{20,97 \text{ psi}}{4,57 \text{ psi}}\right) - \left(\frac{11,08 \text{ psi}}{4,43 \text{ psi}}\right)} \\
 &= \frac{0,4474 \text{ In}^3}{4,58 - 2,50} = \frac{0,4474 \text{ In}^3}{2,08} = 0,21509 \text{ In}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{grain} &= V_{billetremoved} + \left(\left(\frac{P_{reffull}}{P_{cupfull}} \right) V_{ref} \right) - \left(\left(\frac{P_{refsampel}}{P_{cupsampel}} \right) V_{ref} \right) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + \left(\left(\frac{11,08}{4,43} \right) 0,21509 \text{ In}^3 \right) - \left(\left(\frac{49,91}{14,13} \right) 0,21509 \text{ In}^3 \right) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + ((2,501 \times 0,21509 \text{ In}^3)) - ((3,532 \times 0,21509 \text{ In}^3)) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + (0,5379 \text{ In}^3 - 0,7596 \text{ In}^3) \\
 &= 0,4474 \text{ In}^3 + (-0,2217 \text{ In}^3) \\
 &= 0,2257 \text{ In}^3
 \end{aligned}$$

Diket : V_{bulk} . . ?

$$D = 2,56 \text{ cm} = 1,007 \text{ In}$$

$$t = 1,25 \text{ cm} = 0,492 \text{ In}$$

$$r = 1,28 \text{ cm} = 0,503 \text{ In}$$

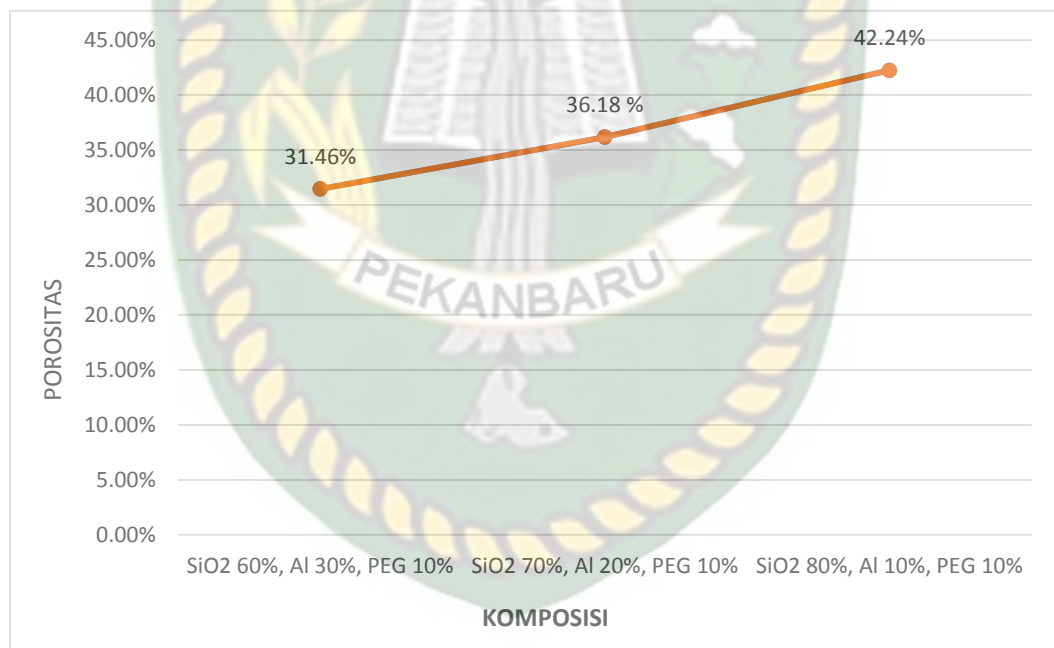
$$\begin{aligned}
 V &= \pi \times r \times r \times t \\
 &= 3,14 \times 0,503 \times 0,503 \times 0,492 \\
 &= 0,3908 \text{ In}^3
 \end{aligned}$$

Jadi nilai V_{bulk} yang didapat adalah $0,3908 \text{ In}^3$

$$\begin{aligned}
 \emptyset &= \frac{V_{bulk} - V_{grain}}{V_{bulk}} \times 100\% \\
 &= \frac{0,3908 - 0,2257}{0,3908} \times 100\% \\
 &= \frac{0,1651}{0,3908} \times 100\% \\
 &= 42,24\%
 \end{aligned}$$

Setelah melihat data dari hasil pengujian porositas dengan menggunakan helium porosimeter dapat disimpulkan bahwa pada sampel I nilai porositas yang diperoleh >25%. Dapat di gunakan untuk penyaringan minyak berupa proppant, karena terdapat ruang pori yang baik dengan nilai ϕ 42,24% dan masuk dalam katagori istimewa.

Pengujian pengukuran porositas suatu batuan merupakan ukuran kemampuan batuan untuk menampung fluida yang menunjukkan besarnya rongga dalam batuan. Besar atau kecilnya porositas batuan akan menentukan kapasitas penyimpanan fluida direservoir. Secara defenitif, porositas merupakan perbandingan antara volume total pori terhadap volume total batuan, yang dinyatakan dalam persen.



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Porositas

- 0% - 5% = porositas sangat buruk dan dapat diabaikan
- 5% - 10% = porositas buruk (poor)
- 10% - 15% = porositas cukup (enough)
- 15% - 20% = porositas baik (good)

20% - 25% = porositas sangat baik (very good)

>25% = porositas istimewa

Berdasarkan gambar grafik 4.1 dapat dilihat bahwa pada komposisi sampel I nilai porositas yang didapat sebesar 31,46% dengan katagori istimewa, kemudian pada komposisi sampel II nilai porositas yang didapat sebesar 36,18% dengan katagori istimewa dan pada komposisi sampel III nilai porositas yang didapat sebesar 46,24% dengan katagori istimewa. Dari ketiga komposisi sampel tersebut terlihat bahwa nilai porositas tertinggi terdapat pada komposisi sampel III dengan nilai porositas 46.24%.

4.1.2 Hasil Perhitungan Pengaruh Komposisi Pelet Komposit Terhadap Permeabilitas

Pada pengujian ini metode yang digunakan ialah dengan menggunakan alat gas permeameter dan gas yang digunakan ialah gas nitrogen yang tidak bersifat membasahi batuan dan bisa masuk kedalam pori batuan secara seragam dan serentak. Langkah pertama yang dilakukan mengambil sampel pelet komposit tersebut, kemudian dilakukan pengukuran diameter dan tinggi dari sampel pelet komposit guna mencari luas penampang pada pelet komposit tersebut. Kemudian sampel pelet komposit dimasukan kedalam *coretest system* TKA-209TM. Kemudian diatur dari kompresor dan gas nitrogen sebesar 105 psi. Kemudian gas nitrogen di *supply* didalam *coretest system* dan amati nilai *high flow*, *low flow*, *high DP* dan *low DP*. Dengan mengetahui selisih nilai *high flow* dan *low flow* nya, maka dapat diketahui nilai laju alirnya dan selisih dari *high DP* dan *low DP* dapat diketahui nilai beda tekanannya. Dilakukan secara bertahap pada setiap sampel I, II dan III. Dengan nilai *viskositas* nitrogen sebesar 0,018 cp. Sehingga setelah didapatkan nilai diatas, nilai permeabilitas dpat dicari dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{\mu Q L}{A \Delta P}$$

- 1) Pada sampel I mengandung komposisi pasir silika sebanyak $8,07 \text{ g/cm}^3$, aluminium sebanyak $4,11 \text{ g/cm}^3$, PEG 400 sebanyak $0,57 \text{ g/cm}^3$ dan dicetak dengan tekanan 5000 kg serta dilakukan pemanasan pada tempetarut sintering 1000°C untuk mendapatkan pelet komposit. Kemudian dilakukan pengujian permeabilitas agar mengetahui ukuran pori pada pelet komposit. Dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengamatan Pengukuran Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas (Sampel I)

Sampel No	Diameter (cm)	Panjang (cm ²)	Luas (cm ²)	Laju Aliran (cc/detik)	Viskositas (cp)	Δp (atm)	Permeabilitas (D)
I	2,6	1,25	20,818	0,92	0,018	0,040	24

Setelah melihat hasil data pengujian pengaruh komposisi pelet komposit terhadap permeabilitas dapat disimpulkan bahwa nilai permeabilitas pada sampel I dikatagorikan baik dengan nilai 24 mD.

Perhitungan :

Diketahui : *High flow* = 162 cc/menit μ nitrogen = 0,018 cp
 Low flow = 106,4 cc/menit *D core* = 2,6 cm
 High DP = 11,8 psi *L core* = 1,25 cm
 Low DP = 11,2 psi

Ditanya : $K = \dots ?$

Jawab :

- luas alas core

$$\begin{aligned}
 A &= 2\pi r (r + t) \\
 &= 2 \times 3,14 \times 1,3 \text{ cm} (1,35 \text{ cm} + 1,25 \text{ cm}) \\
 &= 20,818 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{High flow} - \text{Low flow} \\
 &= 162 - 106,4 \\
 &= 55,6 \text{ cc/menit} \\
 &= 55,6 \times \frac{1}{60} \text{ cc/detik} \\
 &= 0,92 \text{ cc/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta P &= \text{High DP} - \text{Low DP} \\
 &= 11,8 - 11,2 \\
 &= 0,6 \text{ psi} \\
 &= 0,6 \times \frac{1}{14,7} \text{ atm} \\
 &= 0,040 \text{ atm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{A \cdot \Delta P} \\
 &= \frac{(0,92 \text{ cc/det})(0,018 \text{ cp})(1,25 \text{ cm})}{(20,818 \text{ cm}^2)(0,040 \text{ atm})} \\
 &= 0,024 \text{ Darcy}
 \end{aligned}$$

$$K = 24 \text{ mD}$$

- 2) Pada sampel II mengandung komposisi pasir silika sebanyak $9,42 \text{ g/cm}^3$, aluminium sebanyak $2,74 \text{ g/cm}^3$, PEG 400 sebanyak $0,57 \text{ g/cm}^3$ dan dicetak

dengan tekanan 5000 kg serta dilakukan pemanasan pada tempetarut sintering 1000°C untuk mendapatkan pelet komposit. Kemudian dilakukan pengujian permeabilitas agar mengetahui ukuran pori pada pelet komposit. Dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Pengukuran Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas (Sampel II)

Sampel No	Diameter (cm)	Panjang (cm ²)	Luas (cm ²)	Laju Aliran (cc/detik)	Viskositas (cp)	Δp (atm)	Permeabilitas (D)
II	2,6	1,28	21,063	1,27	0,018	0,034	40

Setelah melihat hasil data pengujian pengaruh komposisi pelet komposit terhadap permeabilitas dapat disimpulkan bahwa nilai permeabilitas pada sampel II dikatagorikan baik dengan nilai 40 mD.

Perhitungan :

Diketahui : *High flow* = 183 cc/menit μ nitrogen = 0,018 cp
 Low flow = 106,4 cc/menit *D core* = 2,6 cm
 High DP = 8,7 psi *L core* = 1,28 cm
 Low DP = 8,2 psi

Ditanya : K = . . . ?

Jawab :

- luas alas core

$$\begin{aligned}
 A &= 2\pi r (r + t) \\
 &= 2 \times 3,14 \times 1,35 \text{ cm} (1,35 \text{ cm} + 1,28 \text{ cm})
 \end{aligned}$$

$$= 21,063 \text{ cm}^2$$

$$Q = \text{High flow} - \text{Low flow}$$

$$= 183 - 106,4$$

$$= 76,6 \text{ cc/menit}$$

$$= 76,6 \times \frac{1}{60} \text{ cc/detik}$$

$$= 1,27 \text{ cc/detik}$$

$$\Delta P = \text{High DP} - \text{Low DP}$$

$$= 8,7 - 8,2$$

$$= 0,5 \text{ psi}$$

$$= 0,5 \times \frac{1}{14,7} \text{ atm}$$

$$= 0,034 \text{ atm}$$

$$K = \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{A \cdot \Delta P}$$

$$= \frac{(1,27 \text{ cc/det})(0,018 \text{ cp})(1,28 \text{ cm})}{(21,063 \text{ cm}^2)(0,034 \text{ atm})}$$

$$= 0,040 \text{ Darcy}$$

$$K = 40 \text{ mD}$$

- 3) Pada sampel III mengandung komposisi pasir silika sebanyak $10,09 \text{ g/cm}^3$, aluminium sebanyak $1,37 \text{ g/cm}^3$, PEG 400 sebanyak $0,57 \text{ g/cm}^3$ dan dicetak dengan tekanan 5000 kg serta dilakukan pemanasan pada tempetarut sintering 1000°C untuk mendapatkan pelet komposit. Kemudian dilakukan pengujian permeabilitas agar mengetahui ukuran pori pada pelet komposit. Dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengamatan Pengukuran Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas (Sampel III)

Sampel No	Diameter (cm)	Panjang (cm ²)	Luas (cm ²)	Laju Aliran (cc/detik)	Viskositas (cp)	Δp (atm)	Permeabilitas (D)
III	2,6	1,3	21,226	1,14	0,018	0,027	46

Setelah melihat hasil data pengujian pengaruh komposisi pelet komposit terhadap permeabilitas dapat disimpulkan bahwa nilai permeabilitas pada sampel III dikategorikan baik dengan nilai 46 mD.

Perhitungan :

Diketahui : *High flow* = 175 cc/menit μ nitrogen = 0,018 cp
 Low flow = 106,4 cc/menit *D core* = 2,6 cm
 High DP = 9,1 psi *L core* = 1,3 cm
 Low DP = 8,7 psi

Ditanya : $K = \dots ?$

Jawab :

- luas alas core

$$\begin{aligned}
 A &= 2\pi r (r + t) \\
 &= 2 \times 3,14 \times 1,35 \text{ cm} (1,35 \text{ cm} + 1,3 \text{ cm}) \\
 &= 21,226 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{High flow} - \text{Low flow} \\
 &= 175 - 106,4 \\
 &= 68,6 \text{ cc/menit}
 \end{aligned}$$

$$= 68,6 \times \frac{1}{60} \text{ cc/detik}$$

$$= 1,14 \text{ cc/detik}$$

$$\Delta P = \text{High DP} - \text{Low DP}$$

$$= 10,2 - 8,7$$

$$= 0,4 \text{ psi}$$

$$= 0,4 \times \frac{1}{14,7} \text{ atm}$$

$$= 0,027 \text{ atm}$$

$$K = \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{A \cdot \Delta P}$$

$$= \frac{(1,14 \text{ cc/det})(0,018 \text{ cp})(1,3 \text{ cm})}{(21,226 \text{ cm}^2)(0,027 \text{ atm})}$$

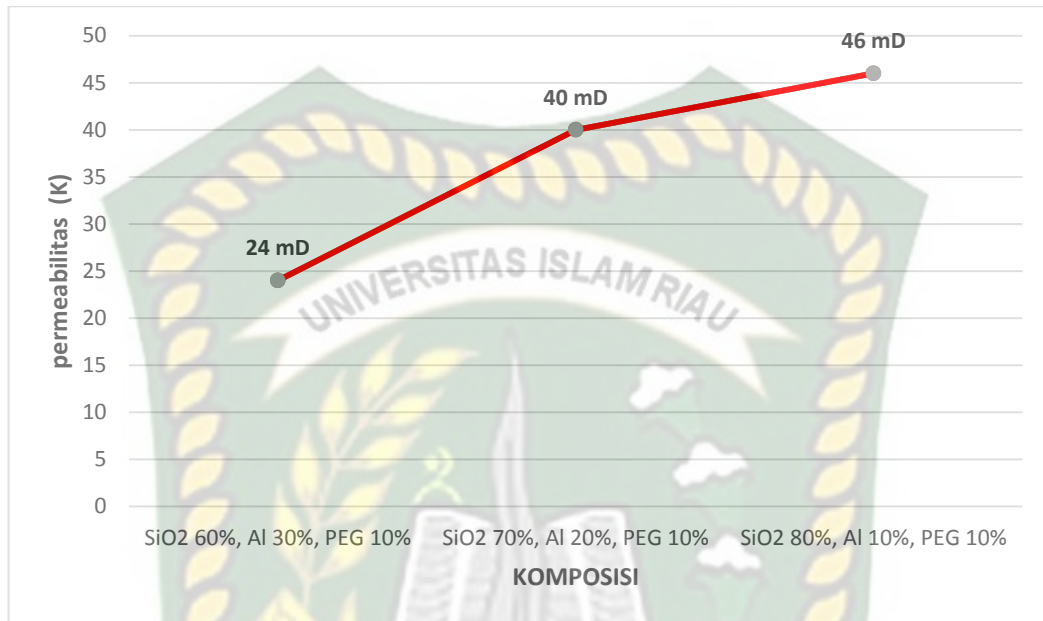
$$= 0,046 \text{ Darcy}$$

$$K = 46 \text{ mD}$$

Pada pengujian ini tentang pengukuran permeabilitas merupakan pengujian untuk mengetahui kemampuan batuan untuk mengalirkan suatu fluida. Permeabilitas sangat penting untuk menentukan besarnya cadangan fluida yang dapat diproduksi (Nurwiyanto, 2006).

Permeabilitas pada suatu batuan tergantung pada porositas, ukuran pori, bentuk pori, morfologi permukaan pori bagian dalam, susunan pori dan batang pori, ukuran butir dan distribusinya serta kompaksi dan sementasi. Permeabilitas kemungkinan dipengaruhi oleh diameter rata-rata sebesar 10% dari butiran paling halus, pada batu pasir yang tidak tersemen, ada kecenderungan bahwa permeabilitas kemungkinan sebanding dengan hasil perkalian dari diameter butir (M.Irham, 2005). Dalam beberapa kasus, penentu nilai permeabilitas selain

menggunakan data pelet komposit juga dapat menggunakan log *nuclear magnetic resonance* (NMR) (Sugianto, 2013).

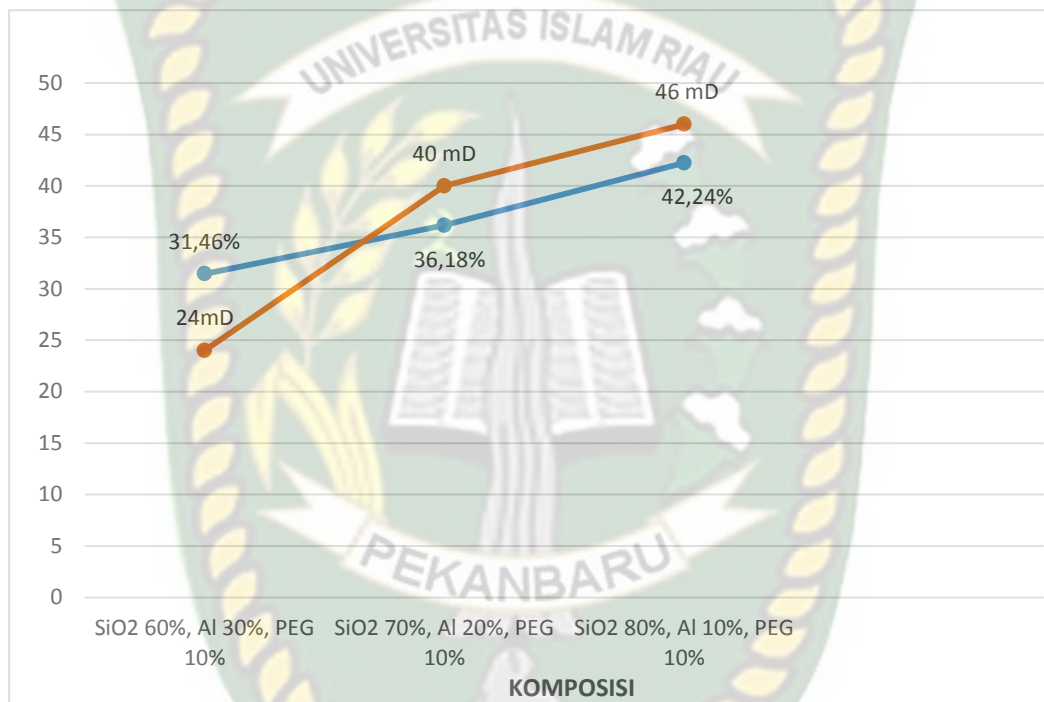


Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Komposisi Terhadap Permeabilitas.

Skala nilai permeabilitas

<5 mD	= Buruk
5 – 10 mD	= Cukup
10 – 100 mD	= Baik
100 – 1000 mD	= Sangat baik
>1000 mD	= Istimewa

Hasil dari data perhitungan yang diperoleh pada sampel I dengan komposisi 60% - 30% - 10% didapat nilai $K = 24$ mD, untuk sampel II dengan komposisi 70% - 20% - 10% didapat nilai $K = 40$ mD dan sampel III dengan komposisi 80% - 10% - 10% didapat nilai $K = 46$ mD. Dari keterangan hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi komposisi silika nya maka semakin tinggi pula nilai permeabilitas yang di peroleh.



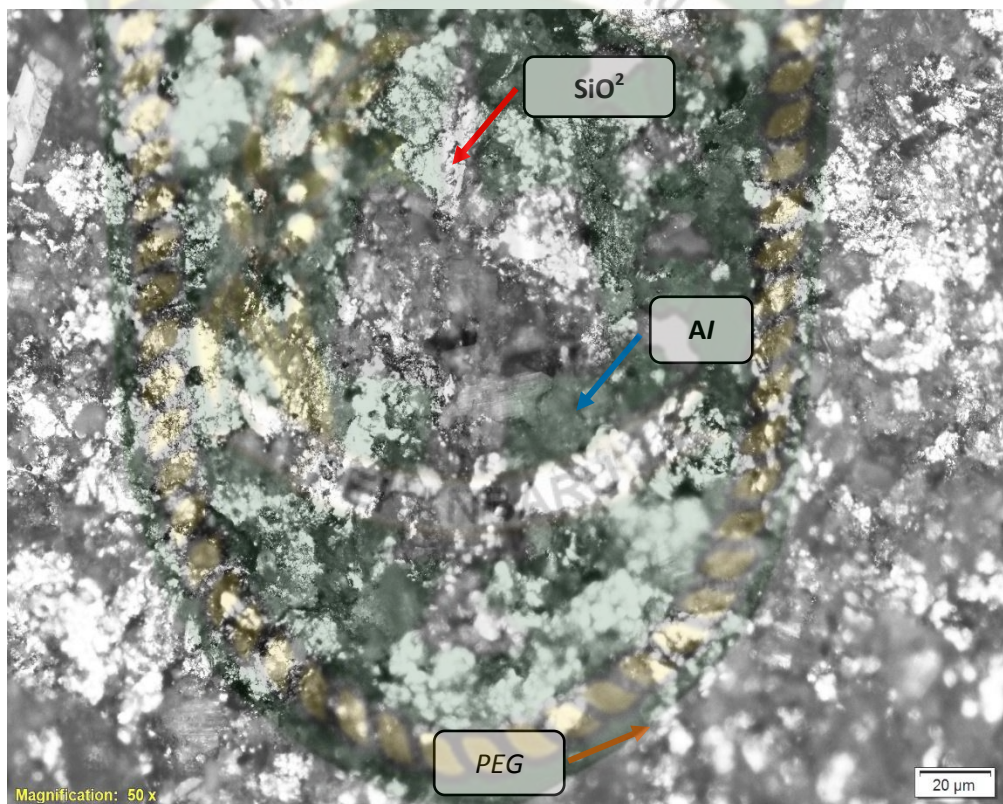
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Porositas Terhadap Permeabilitas.

Berdasarkan gambar grafik 4.3 dapat dilihat bahwa nilai porositas terhadap permeabilitas pada sampel I dengan komposisi SiO₂ 60%, Al 30%, PEG 10% menunjukkan nilai porositas 31,46% dengan nilai permeabilitas sebesar 24 mD. Sedangkan pada sampel II dengan komposisi SiO₂ 70%, Al 20%, PEG 10% mengalami kenaikan nilai porositas menjadi 36,18% dan nilai permeabilitas naik pesat dari nilai permeabilitas sampel I yaitu sebesar 40 mD. Sedangkan pada sampel III dengan komposisi SiO₂ 80%, Al 10%, PEG 10% nilai porositas mengalami kenaikan lagi menjadi 42,24% dan nilai permeabilitas naik juga menjadi 46 mD.

4.1.3 Hasil Pengamatan Pengaruh Komposisi Pelet Komposit Terhadap Struktur Mikro

Uji struktur mikro pada spesimen ini bertujuan untuk melihat susunan struktur mikro pada spesimen pelet komposit ini. Spesimen yang akan di uji hanya menggunakan variasi perbandingan komposisi antara pasir silika, aluminium dan PEG.

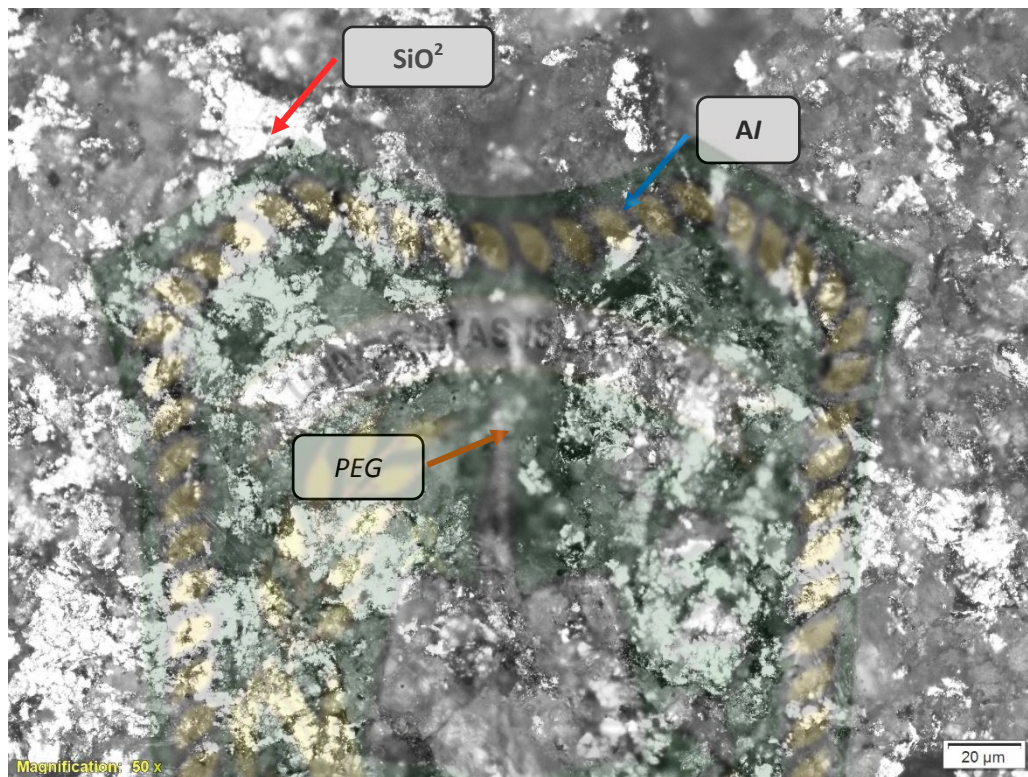
a). Topografi sampel I dengan pembesaran lensa 50x



Gambar 4.4 Perbandingan Pasir Silika 60% : Aluminium 30% : PEG 10%

Dari hasil pengamatan pada gambar 4.4 bahwa bentuk struktur mikro dengan komposisi perbandingan pasir silika 60%, aluminium 30% dan PEG 10% terlihat PEG sebagai pengikat menutupi sebagian aluminium yang membuat aluminium tampak terlihat lebih sedikit dibandingkan silika. Hal ini disebabkan terjadinya aglomerasi pada partikel-partikel aluminium, sedangkan pada komposisi silika lebih sedikit dibanding aluminium. Terlihat pada gambar sampel tersebut memiliki kandungan aluminium yang lebih dominan dibanding silika dan PEG padahal komposisi silika yang lebih tinggi persennya.

b). Topografi sampel II dengan pembesaran lensa 50x



Gambar 4.5 Perbandingan Pasir Silika 70% : Aluminium 20% : PEG 10%

Hasil pengamatan pada gambar 4.5 spesimen dengan komposisi pasir silika 70% : aluminium 20% : PEG 10% terlihat bahwa kandungan aluminium lebih dominan banyak, padahal komposisi aluminium jauh lebih sedikit dibanding silika. Pada pengikat PEG terlihat cukup tercampur pada komposisi lain nya sehingga tampak membuat suatu ikatan yang cukup kuat.

c). Topografi sampel III dengan pembesaran lensa 50x



Gambar 4.6 Perbandingan Pasir Silika 80% : Aluminium 10% : PEG 10%

Hasil pengamatan pada gambar 4.6 spesimen dengan komposisi pasir silika 80% : aluminium 10% : PEG 10% terlihat jelas bahwa silika membuat ikatan yang cukup besar tersendiri, ini kemungkinan di karna kan komposisi silika yang semakin tinggi sehingga silika lebih dominan terlihat jelas. Pada aluminium cukup memyatu dengan silika walau disini untuk komposisi aluminium semakin sedikit. Untuk pengikat PEG walaupun komposisi nya sedikit tetapi terlihat membuat suatu ikatan yang cukup kuat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pengujian porositas, permeabilitas dan pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik *olympus* yang ada pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dari hasil pengujian porositas dengan menggunakan helium porosimeter (Core Test TPI-219) dan permeabilitas tester didapatkan hasil dari ke 3 sampel bahwa sampel nomor III dengan kandungan pasir silika 80%, aluminium 10% dan PEG 10% memiliki nilai porositas terbesar dengan nilai 42,24%, dan juga mendapatkan nilai permeabilitas terbesar dengan nilai 46 mD.
- 2) Dari hasil pengamatan mikro struktur menggunakan mikroskop optik *olympus*, dari 3 sampel dengan perbandingan komposisi yang berbeda, sampel nomor III yang memiliki nilai porositas yang baik dan begitu juga nilai permeabilitas yang di hasil kan juga baik.
- 3) Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pelet komposit yang di anjurkan untuk di gunakan sebagai proppant adalah pelet komposit pada sampel III dengan komposisi pasir silika 80%, aluminium 10% dan peg 10%, karena memenuhi standar proppant.

5.2 SARAN

Adapun beberapa saran dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pada penelitian selanjutnya untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal perlu beberapa penyempurnaan diantara nya dengan menambahkan komposisi resin >10% agar tidak terjadi keretakan pada permukaan pelet komposit. Sehingga pelet komposit yang dibuat mampu menggantikan proppant sebagai penyaringan pemboran minyak.

- 2) Diharapkan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji laboratorium yang lain.
- 3) Agar melanjutkan penelitian ini kedepannya untuk bisa dibuat menjadi sebuah produksi teknologi yang berguna bagi masyarakat dan lebih bisa memanfaatkan pasir silika sebagai produk dalam pemenuhan kebutuhan dunia perindustrian.



Dokumen ini adalah Arsip Mlik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, Ridla 2008. Kaolin sebagai sumber SiO_2 untuk pembuatan katalis Ni/SiO_2 . Karakterisasi dan uji katalis pada hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana. Vol 6 no.1 (37-42).
- Fridayanti, dkk. 2010. Pengaruh Kadar Polietilen Glikol (Peg) Terhadap Pelepasan Natrium Diklofenak Dari Sediaan Transdermal Patch Type Matriks. *J. Tropo. Pharm. Chem* vol 1. No.1.
- Holmes. 1964. *Pembuatan Silika Abu Amorf Dari Abu Kuarsa*. *Journal Of Hazardous material*, B92, 253-262.
- Hufron. (2019). *Pertambangan Energi Dan Batubara*. Jurnal Energi Dan Mineral. Vol 95. Hlm 12.
- IEEE Globaspee. (1996). Informasi peralatan pemadat serbuk. Diambil dari http://www.globalspee.com/learnmore/processing_equipment/materials_processing_equipment/powder_compacting_equipment
- Leuner, C. Dressman, J. 2000. *Improving Drug Solubility For Oral Delivery Using Solid Dispersions*: Review Article. *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, 50 (1): 47-60.
- Mawarty, Nindy Elyta. 2018. *Karakteristik Kekerasan Dan Struktur Kristal Cordierite Berbasis Silika Sekam Padi Dengan Penambahan Alumina*. Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Masramdhani, Adi. 2011. *Silikon Dioksida (Silicon Dioxide)*. Blog ([Http://Adimasramdhani.Wordpress.Com/2011/03/13/Silikon-Dioksida-Silicon-Dioxide/](http://Adimasramdhani.Wordpress.Com/2011/03/13/Silikon-Dioksida-Silicon-Dioxide/)). Diakses 27 Januari 2020.
- Panuh, Dedikarni, dkk. (2014). *Fabrication Of Thin AG-YSB Composite Cathode Film For Intermedaisi Tamperature Solid Oxide Fuel Cells*. *Composites Part B : Engineering*. Vol 58. Hal 193-198.

- Pramulista Dan Ardhyanta. 2013. *Pengaruh Penambahan Sebuk Almunium Terhadap Sifat Mekanik Dan Konduktifitas Listrik Komposit Poli Dimetilsiloksan)/Alumunium Sebagai Pelat Bipolar Polimer Elektrolit Membran Uel Cell (Polymer Exchange Membran(Femfc))*. Jurnal Teknik Pomits. Vol 1. Hal 1-6.
- Suyatno. dkk. (2015). *Studi Scanning Elektron Microscopy (SEM) Untuk Karakteristik Proses Oksidasi Paduan Zirkonium*. Jurnal Forum Nukril. Vol 9. Hlm 44-50.