

SKRIPSI

PENGARUH UNSUR PENCAMPUR PADA PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT *FLY ASH* TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN



RAHMAT RAMADHAN

03051181722014

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

PENGARUH UNSUR PENCAMPUR PADA PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT *FLY ASH* TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

RAHMAT RAMADHAN

03051181722014

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH UNSUR PENCAMPUR PADA PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT *FLY ASH* TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RAHMAT RAMADHAN

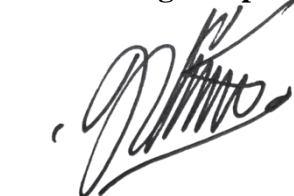
03051181722014

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, Maret 2022
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi



Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 196902131995031001

JURUSAN TEKNIK MESIN Agenda No. :
FAKULTAS TEKNIK Diterima Tanggal :
UNIVERSITAS SRIWIJAYA Paraf :


SKRIPSI

NAMA : RAHMAT RAMADHAN
NIM : 03051181722014
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH UNSUR
PENCAMPUR PEMBUATAN
MATERIAL KOMPOSIT
BERPENGUAT FLY ASH
TERHADAP DENSITAS DAN
KEAUSAN

DIBUAT TANGGAL : NOVEMBER 2020
SELESAI TANGGAL : MARET 2022


Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin

Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, Maret 2022
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Qomarul Hadi ,S.T.,M.T.
NIP. 196902131995031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Unsur Pencampur Pada Pembuatan Material Komposit Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Keausan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal Maret 2022.

Inderalaya, Maret 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

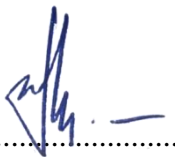
1. Prof Dr. Ir. Nukman, M.T.

()

NIP 197909272003121004

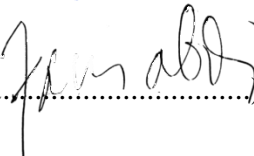
Anggota :

2. Ir. Helmi Alian, M.T.

()

NIP 198711302019031006


3. Ir. H. Zainal Abidin, M.T..

()

NIP 198106302006041001


Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Inderalaya, 30 Maret 2022
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

()
Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP.196902131995031001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini Shalawat beserta salam semoga dan selalu tetap Allah curahkan kepada Nabi Muhammad *Shalallahu Alaihi Wassalam*, serta para keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang berjudul” Pengaruh Unsur Pencampur Pembuatan Material Komposit Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Keausan”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan proposal ini, oleh karena itu, sudah sepantasnya kami haturkan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya serta pembimbing akademik penulis.
3. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Qomarul Hadi, S.T, M.T selaku Dosen pengarah Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Irwanto, S.T dan Yahya Bahar, S.T selaku teknisi laboratorium Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan membimbing dalam proses penelitian.

6. Partner dari segala partner Cindy gupisa selaku support system dan Dwiki Hardiyanto selaku rekan tim yang banyak membantu penulis dalam memberi kritik maupun masukan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini kedepannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Inderalaya, Maret 2022



Rahmat Ramadhan

Nim.03051181722014

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmat Ramadhan

Nim : 03051181722014

Judul : Pengaruh Unsur Pencampur Pada Pembuatan Material Komposit Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Keausan

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, saya buat pernyataan ini dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Maret 2022



Rahmat Ramadhan
Nim. 03051281722014

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rahmat Ramadhan

NIM : 03051181722014

Judul : Pengaruh Unsur Pencampur Pada Pembuatan Material Komposit Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Keausan

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Maret 2022



Rahmat Ramadhan
Nim. 03051181722014

RINGKASAN

PENGARUH UNSUR PENCAMPUR PADA PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT FLY ASH TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 30 Maret 2022

Rahmat Ramadhan ; Dibimbing oleh Qomarul Hadi S.T.,M.T.

Effect Of Mixing Elements Of Fly Ash-Based Composite Materials On Density And Wear

xxv + 76 halaman, 8 Tabel, 30 gambar, 7 lampiran

RINGKASAN

Abu batubara (*fly ash*) merupakan limbah padat hasil samping dari industri PLTU yang memiliki sifat kekerasan yang tinggi dan merupakan ikatan oksida maka *fly ash* dapat dimanfaatkan dalam pembuatan material komposit. Komposit telah dikembangkan menjadi bahan alternatif yang berguna sebagai sifat yang lebih baik seperti high strength/modulus dan densitas rendah yang bisa diterapkan dalam industri penerbangan, antariksa serta industri otomotif. Dalam industri tersebut memang membutuhkan bagian yang lebih ringan namun mempunyai ciri khas yang dapat dimanfaatkan. Berdasarkan prinsip dikatakan penguat yang berkelanjutan memberikan sifat kekuatan spesifik. Material *fly ash* mempunyai sifat yang baik terhadap suhu tinggi dan ketahanan terhadap bahan kimia, mempunyai kekuatan mekanik yang baik. Untuk pembentukan komposit bisa menggunakan metode metalurgi serbuk prinsip metode ini pencampuran serbuk lalu dilakukan pemadatan serbuk pada cetakan agar menjadi bentuk yang diinginkan dan dipanaskan sampai titik leleh sehingga partikel-partikel serbuk menjadi satu. Komposit berbahan dasar CaCO_3 , Bentonite Clay, dan Barium Carbonat sebagai

matrik serta fly ash dengan variasi campuran serbuk, CaCO_3 sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% sebagai matrik dengan fly ash 65%, 55%, 45%, 35% dan 25% sebagai penguat, Bentonite Clay dan Barium Karbonat sebesar 10% serta zink stearate 5% sebagai pelumas. Pada penelitian ini menggunakan metode metalurgi. Sebelum dilakukan proses kompaksi, serbuk fly ash, CaCO_3 , Bentonite Clay, Barium Karbonat dilakukan Uji XRD. Proses pembuatannya meliputi pengayakan serbuk menggunakan alat *sieve shaker*, pencampuran menggunakan jar test flocculator, penekanan menggunakan alat kompaksi *single action* dengan tekanan 3600 Psi (24,83 Mpa) waktu tahan 10 menit, setelah itu dilakukan pengujian densitas bakalan (*green density*) proses selanjutnya dilakukan *sintering* dengan electric furnace pada temperatur 900°C selama satu jam. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian densitas untuk mengetahui nilai densitas dan porositas sampel komposit, pengujian keausan untuk mengetahui nilai keausan yang terdapat pada komposit serta pengamatan struktur mikro menggunakan SEM untuk mengamati struktur mikro dan pori yang terbentuk. Nilai densitas rata-rata akan meningkat seiring dengan penambahan persentase CaCO_3 dengan nilai densitas *average* tertinggi sebesar $1,974\text{ g/cm}^3$. Porositas pada komposit berbanding terbalik dengan nilai densitas, dengan porositas rata-rata terendah sebesar 29,137%. Nilai densitas ketetapan serbuk yang digunakan serta variasi komposisi mempengaruhi nilai densitas pada komposit yang juga memiliki hasil akhir yang sama berupa peningkatan densitas pada penelitian ini. Peningkatan nilai densitas pada penelitian ini dikarenakan serbuk CaCO_3 yang berperan sebagai matriks memiliki densitas sebesar $2,71\text{ g/cm}^3$ lebih tinggi daripada fly ash yang memiliki densitas sebesar $2,23\text{ g/cm}^3$. Nilai keausan yang paling rendah didapat pada campuran 30% CaCO_3 , 45% fly ash, dengan nilai keausan sebesar $3,22 \times 10^{-6}\text{ mm}^2/\text{kg}$.

Kata Kunci : Komposit Keramik, Variasi Campuran, Fly Ash, CaCO_3 , Uji Densitas, Uji Keausan, Uji SEM.

SUMMARY

EFFECT OF MIXING ELEMENTS OF FLY ASH-BASED COMPOSITE MATERIALS ON DENSITY AND WEAR

Scientific Writing in the form of a thesis, 30 March 2022

Rahmat Ramadhan ; Supervised of Qomarul Hadi, S.T.,M.T.

Pengaruh Unsur Pencampur Pada Pembuatan Material Komposit Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Keausan

xxv + 76 pages, 8 tables, 30 images, 7 attachment

SUMMARY

Coal ash (fly ash) is a solid waste byproduct of the PLTU industry that has high hardness properties and is an oxide bond so fly ash can be utilized in the manufacture of composite materials. Composites have been developed into alternative materials that are useful as better properties such as high strength / modulus and low density that can be applied in the aviation, space and automotive industries. In the industry does require lighter parts but has characteristics that can be utilized. Based on the principle it is said that the continuous reinforcement gives the nature of specific strength. Fly ash material has good properties to high temperatures and resistance to chemicals, has good mechanical strength. For the formation of composites can use the powder metallurgical method of this principle of mixing powder and then compacting the powder on the mold to become the desired shape and heated to the melting point so that the powder particles become one. Composites based on CaCO₃, Bentonite Clay , and Barium Carbonate as matrix and fly ash with a variety of powder mixtures, CaCO₃ by 10%, 20%, 30%, 40% and 50% as matrix with fly ash 65%, 55%, 45%, 35% and 25% as reinforcement, Bentonite Clay and Barium Carbonate by 10% and zinc stearate 5% as lubricants. This study used metallurgical methods. Before the compaction process, fly ash powder, CaCO₃, Bentonite Clay, Barium Carbonate are performed XRD Test. The

manufacturing process includes sifting powder using a sieve shaker tool, mixing using a flocculator test jar, emphasis using a single action compaction device with a pressure of 3600 Psi (24.83 Mpa) a last time of 10 minutes, after which a green density test is carried out the next process of sintering with the electric furnace at a temperature of 900 (C for one hour). Tests include density testing to determine the density and porosity values of composite samples, wear testing to determine the wear value found in composites and observation of microstructures using SEM to observe the microstructures and pores formed. The average density value will increase with the addition of the percentage of CaCO₃ with the highest average density value of 1.974 g / cm³. Porosity in composites is inversely proportional to the density value, with the lowest average porosity of 29.137%. The density value of the powder determination used and variations in composition affect the density value in composites which also have the same end result in the form of increased density in this study. The increase in density value in this study is because CaCO₃ powder that acts as a matrix has a density of 2.71 g / cm³ higher than fly ash which has a density of 2.23 g / cm³. The lowest wear value is obtained in a mixture of 30% CaCO₃, 45% fly ash , with a wear value of 3.22 x10⁻⁶ mm² / kg.

Keywords: Ceramic Composites, Mixed Variations, Fly Ash, CaCO₃, Density Test, Wear Test, SEM Test.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Komposit.....	5
2.1.1 Pengertian Komposit	5
2.1.2 Klasifikasi Komposit	6
2.1.3 Unsur-unsur Utama Pembentuk Komposit Terdiri Dari Penguat Dan Matriks	10
2.1.4 Komposit Berdasarkan Matrik.....	11
2.2 Metalurgi Serbuk	13
2.2.1 Pembuatan Serbuk	14
2.2.2 <i>Mixing</i> (Pencampuran Serbuk)	14
2.2.3 <i>Compaction (Powder Consolidation)</i>	15
2.2.4 <i>Sintering</i>	16
2.3 Fly Ash.....	22
2.4 Karakteristik Serbuk	24
2.5 Ukuran dan distribusi partikel serbuk.....	25
2.6 Bentuk Partikel	26
2.7 Berat Jenis Serbuk	26
2.8 Mampu Tekan (Compressibility).....	27
2.9 Pencampuran (Mixing)	27
2.10 Pengujian Densitas dan Porositas	28
2.11 Keausan.....	29
2.12 Studi Pustaka	30

BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1 Diagram Alir Penelitian	33
3.2 Alat dan Bahan	34
3.2.1 Alat	34
3.2.2 Bahan.....	35
3.3 Prosedur Penelitian.....	36
3.4 Metode Pengujian.....	38
3.4.1 Pengujian XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	38
3.4.2 Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM).....	39
3.4.3 Pengujian Densitas dan Porositas.....	40
3.4.4 Pengujian Keausan	43
3.5 Analisa dan Pengolahan Data.....	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Karakteristik Bahan.....	47
4.2 Hasil Pengujian XRD	48
4.3 Pengujian Densitas dan Porositas.....	54
4.4 Pengujian Keausan	61
4.5 Pengamatan Struktur Mikro Menggunakan SEM	64
4.6 Pembahasan.....	66
4.6.1 Hubungan Variasi Komposisi terhadap Densitas dan Porositas	66
4.6.2 Hubungan Variasi Komposisi terhadap Nilai Keausan.....	67
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	69
4.7 Kesimpulan.....	69
4.8 Saran.....	69
DAFTAR RUJUKAN	i
LAMPIRAN	i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Continous fiber composite (Gibson, 1994)	7
Gambar 2.2	Woven fiber composite (Gibson, 1994)	7
Gambar 2.3	Chopped fiber composite (Gibson, 1994)	7
Gambar 2.4	Hybrid composite (Gibson, 1994)	8
Gambar 2.5	Paticulate Composite (Gibson, 1994)	8
Gambar 2.6	Laminates Composites (Gibson, 1994)	9
Gambar 2.7	(a) Difusi, (b) Konveksi dan (c) Geser (German, 1994)	15
Gambar 2.8	Tahap pertama proses sinter, a) Partikel awal, b) Penyusunan kembali, c) Terbentuknya formasi leher(diadopsi dari German, 1994)	17
Gambar 2.9	a) Pertumbuhan leher dan volume penyusutan b) Perpanjangan dari batas butir, c) Pertumbuhan butir berlanjut danbatas butir meluas, volume 14 penyusutan dan pertumbuhan butir (diadopsi dari German, 1994)	18
Gambar 2.10	Gambar 2.10 a) Pertumbuhan leher dengan discontinues pore-phase, b) Pertumbuhan butir dengan pengurangan porositas,c) Pertumbuhan butir(diadopsi dari German, 1994)	19
Gambar 2.11	Pertumbuhan ikatan mikrostruktur antar partikel keramik selama proses sinter (diadopsi dari German, 1994)	19
Gambar 2.12	Bentuk partikel sebelum dan sesudah sintering (Karima, 2015)	22
Gambar 2.13	Abu Terbang Batubara (fly ash)	23
Gambar 2.14	Pengujian keausan dengan metode ogoshi)	30
Gambar 3.1	Skema diagram alir	33
Gambar 3.2	Mesin XRD Miniflex 600	39
Gambar 3.3	Alat Scanning Electron Microscopy (SEM)	40
Gambar 3.4	Skema pengujian densitas (ASTM, 2000)	42
Gambar 3.5	Alat Uji Keausan Ogoshi High Speed Universal Wear Testng Machine type OAT-U	43
Gambar 4.1	Grafik hasil pengayakan serbuk	48

Gambar 4.2	Alat Uji XRD.....	48
Gambar 4.3	Profil Peak XRD Pada Serbuk Barium Karbonat	49
Gambar 4.4	Profil <i>Peak XRD</i> Pada Serbuk Bentonite Clay	50
Gambar 4.5	Profil <i>Peak XRD Fly Ash</i>	50
Gambar 4.6	Profil <i>Peak XRD</i> Kalsium Karbonat	51
Gambar 4.7	Pola Spektrum Serbuk Barium Karbonat	51
Gambar 4.8	Pola Spektrum Pada Serbuk <i>Bentonite Clay</i>	52
Gambar 4.9	Pola Spektrum pada Serbuk <i>Fly Ash</i>	52
Gambar 4.10	Pola Spektrum pada Serbuk Kalsium Karbonat	53
Gambar 4.11	Spesimen setelah proses kompaksi	56
Gambar 4.12	Grafik pengujian densitas bakalan.....	56
Gambar 4.13	Penimbangan berat kering sampel	58
Gambar 4.14	Penimbangan berat basah spesimen.....	58
Gambar 4.15	Grafik Perbandingan <i>green density</i> dan <i>Apparent Density</i> ..	60
Gambar 4.16	Grafik Perbandingan Porositas Komposit	61
Gambar 4.17	Alat Uji Keausan.....	62
Gambar 4.18	Data Hasil Pengujian Keausan.....	64
Gambar 4.19	Hasil pengamatan SEM komposit 10% Clay + 10% BaCO ₃ + 10% CaCO ₃ + 65% Fly Ash+ 5% dengan pembesaran (a) 500 x (b) 750 x	65
Gambar 4.20	Hasl Pengamatan SEM komposit 10% Clay + 10% BaCO ₃ + 50% CaCO ₃ + 25% Fly Ash+ 5% Zinc dengan pembesaran (a) 500x dan (b) 750x.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi dan Klasifikasi Fly ash (Wardani, 2008)	23
Tabel 4.1 Hasil Data Pengayakan Serbuk	47
Tabel 4.2 <i>Measurement conditions</i> pada Uji XRD Kalsium Karbonat, Fly Ash, Barium Karbonat dan Bentonite Clay	49
Tabel 4.3 Komposisi Serbuk Barium Karbonat	53
Tabel 4.4 Komposisi Serbuk Bentonite Clay	54
Tabel 4.5 Komposisi Serbuk Fly Ash	54
Tabel 4.6 Komposisi Serbuk Kalsium Karbonat	54
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Densitas Bakalan	55
Tabel 4.8 Hasil pengujian densitas dan porositas komposit	59
Tabel 4.9 Data hasil pengujian keausan	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Cetakan	i
Lampiran 2 Gambar Proses Kompaksi	i
Lampiran 3 Gambar Proses Pengayakan Serbuk	ii
Lampiran 4 Gambar Proses <i>Sintering</i>	ii
Lampiran 5 Perhitungan densitas teoritis, densitas apparent, densitas relatif dan porositas	iii
Lampiran 6 Perhitungan Keausan Spesifik	ix
Lampiran 7 Perhitungan Komposisi Campuran	x

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komposit telah dikembangkan menjadi bahan alternatif yang berguna sebagai sifat yang lebih baik seperti high strength/modulus dan densitas rendah yang bisa diterapkan dalam industri penerbangan, antariksa serta industri otomotif. Dalam industri tersebut memang membutuhkan bagian yang lebih ringan namun mempunyai ciri khas yang dapat dimanfaatkan. Berdasarkan prinsip dikatakan penguat yang berkelanjutan memberikan sifat kekuatan spesifik (Hadi, 2018). Salah satu jenis komposit yang banyak menarik perhatian untuk material temperatur tinggi adalah komposit matriks keramik. Perkembangan material komposit keramik mengalami kemajuan yang semakin meningkat karena aplikasinya bisa mencakup di segala bidang dan material keramik mempunyai sifat yang baik terhadap suhu tinggi dan ketahanan terhadap bahan kimia, mempunyai kekuatan mekanik yang baik dan mempunyai efek polutan yang rendah. Aplikasi dari material komposit berpori untuk pengolahan air bersih maka dari itu kemajuan teknologi yang semakin maju menimbulkan pembuatan material keramik berpori semakin meningkat sehingga menghasilkan inovasi dimasa mendatang dibidang komposit (Subekti dan Apriyanti, 2019).

Abu batubara (*fly ash*) merupakan limbah padat hasil samping dari industri PLTU termasuk dalam golongan limbah berbahaya dan beracun (Blisset dan Rowson, 2012). Abu terbang memiliki nilai kekerasan dan ketahanan terhadap aus yang cukup tinggi. Dikarenakan abu terbang memiliki material penyusun seperti silika (SiO_2) memiliki nilai kekerasan 5,5 skala Mohs [14]; alumina (Al_2O_3) memiliki nilai kekerasan 1800 - 2200 HVN ; dan besi oksida (Fe_2O_3) memiliki nilai kekerasan 6 - 7,5

skala Mohs. Dikarenakan mempunyai nilai kekerasan dan ketahanan terhadap aus yang cukup baik maka dapat digunakan untuk pembuatan komponen bahan yang memerlukan ketahanan terhadap aus yang baik, sebagai contohnya dapat digunakan untuk material liner piston.

Untuk pembentukan komposit bisa menggunakan metode metalurgi serbuk prinsip metode ini pencampuran serbuk lalu dilakukan pemadatan serbuk pada cetakan agar menjadi bentuk yang diinginkan dan dipanaskan sampai titik leleh sehingga partikel-partikel serbuk menjadi satu.

Berdasarkan hal-hal tersebut akan dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah abu terbang batubara (*fly ash*) demi membantu mengurangi penumpukan limbah, dan juga akan dilakukan pengujian densitas dan keausan dari komposit ini supaya hasil akhirnya dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan akan material dimasa yang akan datang.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti perlu untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Unsur Pencampur Pembuatan Material Komposit Berpenguat *Fly Ash* Terhadap Densitas Dan Keausan”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat ditemukan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu seberapa jauh pengaruh pencampur pada pembuatan material komposit berpenguat fly ash terhadap densitas dan keausan. Sehingga didapatkan hasil komposit yang bisa dimanfaatkan untuk kedepannya.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini agar tidak terjadi pelebaran permasalahan, maka dibentuk batasan masalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah Bentonite Clay dan Barium Karbonat sebesar 10% , Kalsium Karbonat 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% sebagai matrik dengan *fly ash* 65%, 55%, 45%, 35% dan 25% sebagai penguat yang didapat dari PLTU pada PT Pupuk Sriwidjaja Palembang serta *zink stearate* 5% sebagai pelumas.
2. Proses pembuatan menggunakan metode metalurgi serbuk, tahapannya dimulai dari pencampuran serbuk, pencampuran, penekanan, hingga proses *sinter*.
3. Temperatur *sinter* yang digunakan yaitu 900 °C dengan waktu tahan 1 jam.
4. Pengujian yang digunakan adalah :
 - a. Pengujian XRD (*X-ray Diffraction*).
 - b. Pengujian Densitas dan Porositas.
 - c. Pengujian Keausan
 - d. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM)

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat material komposit dengan kalsium karbonat sebagai matriks, abu terbang sebagai penguat dan *zink stearate* sebagai pelumas menggunakan metode metalurgi serbuk
2. Untuk menganalisis pengaruh unsur pencampur pada pembuatan material komposit $\text{CaCO}_3/\text{Fly-Ash}$.

3. Untuk menganalisis densitas, porositas, struktur mikro, dan sifat mekanik berupa ketahanan aus material terhadap pengaruh unsur pencampur

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mempelajari proses tentang komposit *fly ash*
2. Dapat menjadi referensi bagi penelitian berikutnya.
3. Mengetahui pengaruh variasi unsur pencampuran terhadap hasil akhir komposit fly ash dan kalsium karbonat.

DAFTAR RUJUKAN

- Alim, M. I. Dkk. (2017) Densitas Dan Porositas Batuan. Surabaya.
- Anugraha, V. G. Dan Widyastuti (2014) “Pengaruh Komposisi Sn Dan Variasi Tekanan Kompaksi Terhadap Densitas Dan Kekerasan Komposit Cu-Sn Untuk Aplikasi Proyektil Peluru Frangible Dengan Metode Metalurgi Serbuk,” Jurnal Teknik Pomits, 3(1), Hal. 102–107.
- Blisset, R. . Dan Rowson, N. A. (2012) “A Review Of The Multi-Component Utilisation Of Coal Fly Ash.”
- Eko, R. Et Al. (2016) “Pengaruh Magnesium Terhadap Kekerasan Dan Ketahanan Aus Komposit Aluminium 6061/Nano-Al₂O₃ Dengan Metode Stir Casting,” Jurnal Rotor, (2), Hal. 67–69.
- German, R. M. (1994) Powder Metallurgy Science. New Jersey: The Pennsylvania State University.
- Gibson, R. F. (1994) Principle Of Composite Material Mechanic. New York: Mcgrawhill International Book Company.
- Hadi, Q. (2018) “Pengaruh Pengadukan Dengan Variasi Simple Padlle Blade Terhadap Kehomogenan Dan Sifat Mekanik Komposit Al-Fly – Ash Dengan Metode Stir Casting Tanpa Pembasahan,” 18(2).
- Hafizh Abdul, Y. (2009) Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (Destruktive Testing), Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hamzah, M. S., Sam, A. Dan Mukkas, I. (2018) “Pengaruh Fraksi Berat Fly Ash Pada Komposit Matrik Serbuk Limbah Aluminium Terhadap Sifat Kekerasan.”
- Jones, R. . (1999) Mechanics Of Composite Materials Second Edition.
- Jones, R. M. (1975) Jones, R. M., 1975, Mechanis Of Composite Materials, Hemisphere Publishing Co.,New York. New York: Hemisphere Publishing Co.
- Kalpakjian (1989) “Manufacturing Engineering And Technology.”
- Karima, H. (2015) Pengaruh Besar Tekanan Compacting Pada Silinder Serbuk Duralumin Powder Metallurgy Terhadap Kekerasan Dan Porositas. Universitas Brawijaya.
- Nayiroh, N. (2015) “Metalurgi Serbuk,” Hal. 8.
- Sofyan, B. (2010) “Pengaruh Kombinasi Komposisi 0.02 Wt. % Sr Dan

0.055, 0.078, Dan 0.087 Wt.% Ti Terhadap Ketahanan Aus Paduan Aluminium Ac4b.”

Subekti, S. Dan Apriyanti, E. (2019) “Pengembangan Material Komposit Keramik Dari Abu Terbang Batubara Dan Kaolin Clay Aplikasi Untuk Pengolahan Air Bersih.”

Sulthan, R. F. (2019) Analisis Sifat Mekanik Dan Mikrostruktur Pada Pengelasan Stainless Steel Tipe 201 Dengan Baja Karbon Rendah Astm A36 Menggunakan Metode Friction Welding. Universitas Sriwijaya.

Upadhyaya, A. Et Al. (2002) “Densification Of Pre-Mixed And Prealloyed Cu-12sn Bronze During Microwave And Conventional Sintering,” *Advances In Powder Metallurgy & Particulate Materials* 2002, 375, Hal. 364–375.

Wardani, S. P. R. (2008) Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Universitas Diponegoro.

Yafiedan, M. S. Dkk. (2014) “Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Dan Waktu Tahan Sintering Terhadap Densitas Dan Kekerasan Pada Mmc W-Cu Melalui Proses Metalurgi Serbuk,” *Teknik Pomits*, 3, Hal. 6.