

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI BEBAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT Matrik KERAMIK CaCO₃/FLY-ASH TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

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



DWIKI HARDIYANTO

03051181722016

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI BEBAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT Matrik KERAMIK CaCO₃/FLY-ASH TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

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



**OLEH
DWIKI HARDIYANTO
03051181722016**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI BEBAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT Matrik KERAMIK CaCO₃/FLY-ASH TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

SKRIPSI

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

Oleh:

DWIKI HARDIYANTO

03051181722016

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Irsyadi 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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

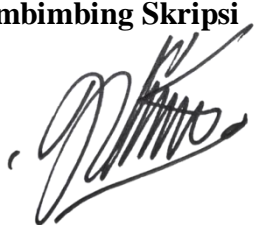
SKRIPSI

NAMA : DWIKI HARDIYANTO
NIM : 03051181722016
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH VARIASI BEBAN
KOMPAKSI PADA PEMBUATAN
KOMPOSIT Matrik KERAMIK
CaCO₃/FLY-ASH TERHADAP
DENSITAS DAN KEAUSAN

DIBUAT TANGGAL : NOVEMBER 2021
SELESAI TANGGAL : FEBRUARI 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 Variasi Beban Kompaksi Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik CaCO₃/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 30 Maret 2022.

Inderalaya, 30 Maret 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

NIP 197909272003121004

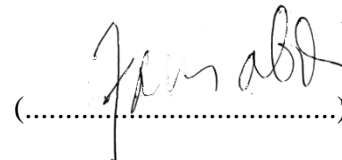
Anggota :

2. Ir. Helmi Alian, M.T.

NIP 198711302019031006

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

NIP 198106302006041001



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin
Irsyadi 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 Variasi Beban Kompaksi Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik CaCO₃/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. Orang tua saya yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
2. Bapak Qomarul Hadi, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
4. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Agung Mataram,S.T, M.T, Ph.D selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Dosen Teknik mesin serta teknisi laboratorium yang selalu menolong penulis dari awal perkuliahan.

7. Rahmat Ramadhan atau Amek selaku rekan tim yang banyak membantu penulis dalam memberi kritik maupun masukan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan 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



Dwiki Hardiyanto

Nim.03051181722016

HALAMAN PERNYATAAN INTERGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwiki Hardiyanto

Nim : 03051181722016

Judul : Pengaruh Variasi Beban Kompaksi Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik CaCO_3 /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



Dwiki Hardiyanto
Nim. 03051281722016

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dwiki Hardiyanto

NIM : 03051181722016

Judul :Pengaruh Variasi Beban Kompaksi Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik CaCO_3 /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



Dwiki Hardiyanto

Nim. 03051181722016

RINGKASAN

PENGARUH VARIASI BEBAN KOMPAKSI PADA PEMBUATAN KOMPOSIT Matrik KERAMIK CaCO_3 /FLY-ASH TERHADAP DENSITAS DAN KEAUSAN

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 30 Maret 2022

Dwiki Hardiyanto ; Dibimbing oleh Qomarul Hadi S.T.,M.T.

Effect Of Compaction Load Variation On The Manufacture Of CaCO_3 /Fly-Ash Ceramic Matrix Composites On Density And Wear

xxv + 57 halaman, 8 tabel, 27 gambar, 7 lampiran

RINGKASAN

Pemanfaatan limbah batubara berupa Fly Ash yang dijadikan komposit akan menekan angka limbah fly ash tersebut. Limbah hasil pembakaran batubara akan terus meningkat setiap tahunnya jika tidak dilakukan tindakan untuk mengurangi jumlah limbah tersebut, maka limbah hasil pembakaran batubara harus dimanfaatkan agar tidak terjadi permasalahan lingkungan. Abu terbang adalah sisa pembakaran batu bara yang ringan dan memiliki ukuran butiran yang halus. Komposit adalah material hasil kombinasi makrokopis dari dua atau lebih komponen yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan material baru yang sifat fisik dan mekanik tertentu yang lebih baik dari pada sifat masing-masing komponen penyusunnya. Metalurgi Serbuk merupakan metode pembuatan komposit yang dipilih pada penelitian ini, meliputi pencampuran serbuk, kompaksi dan sintering. Bahan baku utama yang digunakan berupa serbuk kalsium karbonat, fly ash dan zinc stearat dengan komposisi sebesar kalsium karbonat 40%, *fly ash* 55% serta zinc stearat 5%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi beban kompaksi terhadap densitas, porositas dan keausan pada komposit CaCO_3 /fly ash. Sebelum dilakukan

kompaksi, material CaCO_3 dan Fly Ash dilakukan Uji XRD dan Pengayakan serbuk. Beban kompaksi dilakukan dengan *trial error* untuk mendapatkan kompaksi tekanan rendah yang baik, setelah itu dilakukan variasi tekanan yang digunakan 3300 Psi (22,75 Mpa), 3400 Psi (23,45 Mpa) , 3500 Psi (24,14 Mpa) dan 3600 Psi (24,83 Mpa) menggunakan penekanan *single punch* dengan waktu tahan sekitar 10 menit. Setelah kompaksi dilakukan uji *green density* untuk mengetahui densitas sebelum sintering. Proses sintering dilakukan pada temperatur 900°C dengan waktu tahan 1 jam. Kemudian spesimen dilakukan pengujian densitas (Standar ASTM B 962 – 08), pengujian keausan (ASTM G99) , dan pengamatan struktur mikro menggunakan SEM. Nilai densitas meningkat seiring dengan meningkatnya beban kompaksi dengan densitas apparent tertinggi sebesar $1,794 \text{ g/cm}^3$ serta persentase porositas tertinggi pada tekanan 22,75 Mpa (3300 Psi) sebesar 31,155 %. Campuran serbuk yang kurang padat disebabkan oleh pemberian beban kompaksi yang kecil. Campuran serbuk yang kurang padat menimbulkan porositas yang lebih tinggi. Sebaliknya campuran serbuk yang padat dengan tekanan yang tinggi akan menghasilkan spesimen yang mempunyai porositas rendah. Nilai keausan spesifik menurun seiring dengan penambahan beban kompaksi. Penurunan nilai keausan disebabkan oleh peningkatan kerapatan antara partikel matrik dengan penguat di dalamnya sehingga rongga rongga pada komposit berkurang dengan semakin naiknya tekanan kompaksi. Hal itu juga yang menyebabkan goresan pada permukaan specimen untuk menjadi semakin sedikit seiring bertambahnya tekanan kompaksi.

Kata Kunci : Komposit, Fly Ash, CaCO_3 , Uji Densitas, Uji Keausan, Uji SEM

SUMMARY

EFFECT OF COMPACTION LOAD VARIATION ON THE MANUFACTURE OF CaCO₃/FLY-ASH CERAMIC MATRIX COMPOSITES ON DENSITY AND WEAR

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

Dwiki Hardiyanto ; Supervised of Qomarul Hadi, S.T.,M.T.

xxv + 57 pages, 8 tables, 27 images, 7 attachments

SUMMARY

The utilization of coal waste in the form of Fly Ash which is used as a composite will reduce the number of fly ash waste. Waste from burning coal will continue to increase every year if no action is taken to reduce the amount of waste, then waste from burning coal must be utilized so that environmental problems do not occur. Fly ash is a light burning remnant of coal and has a smooth grain size. A composite is a material resulting from a macroscopic combination of two or more different components with the aim of obtaining a new material whose specific physical and mechanical properties are better than the properties of each of its constituent components. Powder Metallurgy is the composite manufacturing method chosen in this study, including powder mixing, compaction and sintering. The main raw materials used are calcium carbonate powder, fly ash and zinc stearate with a composition of 40% calcium carbonate, 55% fly ash and 5% zinc stearate. This study aims to determine the effect of variations in compaction loads on density, porosity and wear in CaCO₃/fly ash composites. Before compaction, CaCO₃ and Fly Ash materials are carried out XRD Test and Powder Sieving. Compaction loads are carried out with trial errors to get a good low pressure compaction, after which a variation of the pressure used 3300 Psi

(22.75 Mpa), 3400 Psi (23.45 Mpa), 3500 Psi (24.14 Mpa) and 3600 Psi (24.83 Mpa) using single punch suppression with a resistance time of about 10 minutes. After compaction, a green density test is carried out to find out the density before sintering. The sintering process is carried out at a temperature of 900 (C with a time of last 1 hour. Then the specimen performed density testing (ASTM B Standard 962 – 08), wear testing (ASTM G99), and microstructure observation using SEM. The density value increases with the increase in compact load with the highest apparent density of 1.794 g/cm³ and the highest percentage of porosity at a pressure of 22.75 Mpa (3300 Psi) of 31.155%. A less dense powder mixture is caused by the provision of a small compaction load. Less dense powder mixtures give rise to higher porosity. Conversely, a dense powder mixture with high pressure will produce specimens that have low porosity. The specific wear value decreases with the addition of compaction loads. The decrease in wear value is caused by an increase in density between the matrix particles and the amplifiers in them so that the cavity cavity in the composite decreases with increasing compaction pressure. It is also what causes scratches on the specimen surface to become less and less as the compaction pressure increases.

Keywords : Composite, Fly Ash, CaCO₃, Density Test, Wear and Tear Test, SEM Test, Compaction.

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 Material Komposit	5
2.2 Metalurgi Serbuk	9
2.2.1 Pembuatan Serbuk	9
2.2.2 Pencampuran Serbuk (<i>Mixing</i>)	10
2.2.3 Kompaksi	12
2.2.4 Pemanasan (<i>Sintering</i>).....	12
2.3 Fly Ash.....	14
2.4 Karakteristik Serbuk	16
2.4.1 Ukuran dan distribusi partikel serbuk.....	17
2.4.2 Bentuk Partikel	18
2.4.3 Berat jenis serbuk	19
2.4.4 Mampu Tekan (<i>Compressibility</i>).....	20
2.5 Pengujian Densitas dan Porositas	20
2.6 Uji Keausan	21
2.7 Studi Pustaka	23
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	25
3.2 Alat dan Bahan	26
3.2.1 Alat	26
3.2.2 Bahan	27
3.3 Prosedur Penelitian	28

3.4	Metode Pengujian.....	30
3.4.1	Pengujian XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	30
3.4.2	Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM).....	31
3.4.3	Pengujian Densitas dan Porositas.....	32
3.4.4	Pengujian Keausan	35
3.5	Analisa dan Pengolahan Data.....	37
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Karakteristik Bahan.....	39
4.2	Hasil Pengujian XRD	40
4.3	Pengujian Densitas dan Porositas.....	44
4.4	Pengujian Keausan	50
4.5	Pengamatan Struktur Mikro Menggunakan SEM	52
4.6	Pembahasan.....	54
4.6.1	Hubungan Tekanan Kompaksi dengan Densitas.....	54
4.6.2	Hubungan Tekanan Kompaksi dengan Keausan.....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
DAFTAR RUJUKAN		i
LAMPIRAN		i

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fibrous Composite (Staab, 2015).....	6
Gambar 2.2 Komposit Laminat (Staab, 2015)	6
Gambar 2.3 Komposit Partikel (Staab, 2015).....	7
Gambar 2.4 (a) Difusi, (b) Konveksi dan (c) Geser (German, 1994)	11
Gambar 2.5 Pemisahan dan Pembulatan pada pori (Nugraha, 2010)	13
Gambar 2.6 Bentuk Partikel Serbuk sebelum dan sesudah sintering (Ikhsan, 2016)	14
Gambar 2.7 Serbuk <i>fly ash</i>	15
Gambar 2.8 Bentuk Partikel Serbuk (Nugraha, 2010)	19
Gambar 2.9 Skema uji keausan metode ogoshi (Yuwono, 2009).....	23
Gambar 3.1 Skema diagram alir	25
Gambar 3.2 Mesin XRD Miniflex 600	31
Gambar 3.3 Alat Scanning Electron Microscopy (SEM)	32
Gambar 3.4 Skema pengujian densitas (ASTM, 2000).	33
Gambar 3.5 Alat Uji Keausan Ogoshi High Speed Universal Wear Testng Machine type OAT-U	35
Gambar 4.1 Grafik hasil pengayakan serbuk	40
Gambar 4.2 Alat Pengujian XRD	41
Gambar 4.3 Profil Peak XRD Fly Ash.....	42
Gambar 4.4 Profil Peak XRD Kalsium Karbonat.....	42
Gambar 4.5 Pola Spektrum pada Serbuk Fly Ash	43
Gambar 4.6 Pola Spektrum pada Serbuk Kalsium Karbonat.....	43
Gambar 4.7 Spesimen setelah proses kompaksi	45
Gambar 4.8 Grafik pengujian densitas bakalan	46
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Densitas Bakalan dan Densitas Apparent Komposit.....	48
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Porositas Komposit.....	49
Gambar 4.11 Alat Pengujian Keausan Ogoshi.....	50
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Variasi Beban Kompaksi terhadap <i>Specific Abrasion</i>	51

Gambar 4.13 Hasil Uji SEM Beban Kompaksi 22,75 Mpa (a) pembesaran 500x (b) pembesaran 750x.	52
Gambar 4.14 Hasil Uji SEM Beban Kompaksi 24,83 Mpa (a) pembesaran 500x (b) pembesaran 750x.	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi dan Klasifikasi Fly ash (Wardani, 2008)	15
Tabel 4.1	Hasil Pengayakan Serbuk	39
Tabel 4.2	<i>Measurement conditions</i> pada Uji XRD Kalsium Karbonat, Fly Ash, Barium Karbonat dan Bentonite Clay	41
Tabel 4.3	Komposisi Serbuk Fly Ash	44
Tabel 4.4	Komposisi Serbuk Kalsium Karbonat	44
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Green Density	46
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Densitas dan Porositas	48
Tabel 4.7	Nilai <i>Specific Abrasion</i> Pengujian Keausan	51

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	viii
Lampiran 7 Perhitungan Komposisi Persentase Berat Serbuk.....	ix

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar fosil seperti minyak, gas ataupun batubara. Sampai dengan 2050 diperkirakan kontribusi batubara sebagai sumber energi masih mencapai 31% (Damayanti, 2018). Limbah hasil pembakaran batubara akan terus meningkat setiap tahunnya jika tidak dilakukan tindakan untuk mengurangi jumlah limbah tersebut, maka limbah hasil pembakaran batubara harus dimanfaatkan agar tidak terjadi permasalahan lingkungan. Pemanfaatan limbah batubara berupa fly ash seperti pada industri konstruksi sebagai penambah beton atau pengganti sebagian semen, kemudian konstruksi dasar jalan dan sebagainya (Angjusheva, Fidancevska and Jovanov, 2012). 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, mempunyai kekuatan mekanik yang baik serta efek polutan yang rendah (Apriyanti, Subekti and Dyah P., 2019). Aplikasi fly ash dan kalsium karbonat dibidang konstruksi yaitu sebagai pengganti semen pada beton, material konstruksi jalan serta baik untuk bahan mortar (Wardani, 2008).

Salah satu cara lain pemanfaatan limbah fly ash batubara yaitu dengan pembuatan komposit keramik. Abu terbang adalah sisa pembakaran batu bara yang ringan dan memiliki ukuran butiran yang halus. Komposit adalah material hasil kombinasi makrokopis dari dua atau lebih komponen yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan material baru yang sifat fisik dan mekanik tertentu yang lebih baik dari pada sifat masing-masing komponen penyusunnya (Hadi and Gunawan, 2010).

Metode yang digunakan pada pembuatan komposit dalam penelitian ini adalah metalurgi serbuk yang memiliki beberapa tahapan yaitu proses pencampuran serbuk, pemadatan atau kompaksi serbuk dan dilanjutkan proses sintering agar partikel saling mengikat. Keuntungan metalurgi serbuk adalah pembuatan komponen relatif lebih murah, produk yang dihasilkan langsung dapat digunakan tanpa perlu dilakukan proses permesinan dan dapat diproduksi dalam skala kecil maupun massal (Rusianto and Setyana, 2005). Maka dilakukan penelitian yaitu pembuatan komposit keramik berpenguat fly ash dengan pengujian densitas, porositas serta keausan.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dengan demikian penelitian ini akan mengangkat pembahasan dengan judul “Pengaruh Variasi Beban Kompaksi Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik CaCO_3 /Fly-Ash Terhadap Densitas Dan Keausan”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan menjadi dasar dalam pembahasan skripsi adalah seberapa besar pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap sifat fisik berupa densitas dan porositas serta sifat mekanik berupa ketahanan aus material. Hasil pembuatan komposit keramik ini diharapkan dapat bermanfaat bagi dunia industri dan menjadi referensi serta manfaat bagi penelitian selanjutnya.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komposisi bahan yang digunakan yaitu CaCO_3 40%, sebagai matrik dengan *fly ash* 55%, sebagai penguat serta *zink stearate* 5% sebagai pengikat.
2. Proses pembuatan menggunakan metode metalurgi serbuk, tahapannya dimulai dari pencampuran serbuk, kompaksi, hingga proses sinter.
3. Variasi tekanan kompaksi yang digunakan adalah 4 variabel penekanan sebesar 3300 Psi (22,75 Mpa), 3400 Psi (23,45 Mpa) , 3500 Psi (24,14 Mpa) dan 3600 Psi (24,83 Mpa) . Temperatur sinter yang digunakan sebesar 900 °C dengan waktu tahan sintering selama 1 jam.
4. Pengujian yang digunakan adalah :
 - a. Pengujian XRD (*X-ray Diffraction*).
 - b. Pengujian densitas dan porositas .
 - c. Pengujian keausan dengan metode Ogoshi.
 - d. Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan utama dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat komposit keramik dengan kalsium karbonat sebagai matriks, abu terbang sebagai penguat dan *zink stearate* sebagai pengikat menggunakan metode metalurgi serbuk

2. Untuk menganalisis pengaruh variasi beban kompaksi pada pembuatan komposit keramik $\text{CaCO}_3/\text{Fly-Ash}$.
3. Untuk menganalisis densitas, porositas, struktur mikro, dan sifat mekanik berupa ketahanan aus material terhadap pengaruh variasi beban kompaksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mempelajari proses tentang komposit dengan *fly ash*.
2. Dapat dijadikan literatur atau referensi bagi penelitian berikutnya, terkhususnya di bidang komposit.
3. Mengetahui pengaruh variasi kompaksi terhadap hasil akhir komposit fly ash dan kalsium karbonat.

DAFTAR RUJUKAN

- Alim, M. I. et. al (2017) 'Densitas dan Porositas Batuan'. Surabaya.
- Amin, M. W. (2020) *Studi Pembuatan Komposit HA/SiO₂ Berpori Menggunakan Space Holder Ubi Jalar Ungu*. Universitas Sriwijaya.
- Angjusheva, B., Fidancevska, E. and Jovanov, V. (2012) 'Production of ceramics from coal fly ash', *Chemical industry and Chemical Engineering Quarterly*, 18(2), pp. 245–254.
- Apriyanti, E., Subekti, S. and Dyah P., S. (2019) 'Pengembangan Material Komposit Keramik Dari Abu Terbang Batubara dan Kaolin Clay Aplikasi Untuk Pengolahan Air Bersih', pp. 461–467.
- ASTM, D. (2000) 'Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement'. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Callister, W. D. J. (2001) *Fundamentals of Materials Science and Engineering Fifth Edition*. Department of Metallurgical Engineering The University of Utah: John Wiley & Sons, Inc.
- Damayanti, R. (2018) 'Abu batubara dan pemanfaatannya: Tinjauan teknis karakteristik secara kimia dan toksikologinya', *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 14(3), pp. 213–231. doi: 10.30556/jtmb.vol14.no3.2018.966.
- Darta, M. (2010) *Studi Pengaruh Kombinasi Komposisi 0.02 wt.% Sr dan 0.055, 0.078, dan 0.087 wt.% Ti Terhadap Ketahanan Aus Paduan Aluminium AC4B*. Universitas Indonesia.
- Eko, R. et al. (2016) 'Pengaruh Magnesium Terhadap Kekerasan Dan Ketahanan Aus Komposit Aluminium 6061 / nano-Al₂O₃ dengan Metode Stir Casting', *Jurnal ROTOR*, (2), pp. 67–69.
- German, R. M. (1994) *Powder Metallurgy Science*. New Jersey: The Pennsylvania State University.
- Hadi, Q. (2018) 'Pengaruh Pengadukan dengan Variasi Simple Padle Blade Terhadap Kehomogenan dan Sifat Mekanik Komposit Al-Fly-Ash dengan Metode Stir Casting Tanpa Pembasahan', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18, pp. 85–94.
- Hadi, Q. and Gunawan (2010) 'Pengaruh Variasi Fraksi Volume Abu Terbang (Fly Ash) sebagai Penguat Al 6061 Matrix Composite terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Metal Matrix Composite Al 6061-Fly Ash', in *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9*, pp. 1113–1119.
- Hadi, Q. and Zamheri, A. (2017) 'Pengaruh Fraksi Volume Penguat Abu Terbang, Serbuk Besi dan Matrik Resin terhadap Keausan dan Kekerasan untuk Bahan Kampas Rem', *AUSTENIT*, 9(1).

- Hadilaksa, B. S. (2019) *Pengaruh Variasi Kompaksi terhadap Densitas dan Foto Mikro Komposit Al-SiC dengan Metode Metalurgi Serbuk*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ikhsan, F. (2016) *Pengaruh Tekanan Dan Temperatur Pada Proses Hot Pressing Terhadap Kekerasan Komposit Abu Terbang Batubara/Phenolic*. Universitas Lampung.
- Irwan (2009) *Pembuatan Tembaga Busa Dengan Metode Sinter Dan Pelarutan Silika Gel*. Universitas Indonesia.
- Izza, Z. F. (2017) *Intermetallic Bonding Al-Ti Dengan Variasi Persen Volume Ti Menggunakan Proses Sintering Dan Kompaksi*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Jiang, F. *et al.* (2018) 'Formation mechanism of high apparent porosity ceramics prepared from fly ash cenosphere', *Journal of Alloys and Compounds*, 749, pp. 750–757. doi: 10.1016/j.jallcom.2018.03.303.
- Karima, H. (2015) 'Pengaruh Besar Tekanan Compacting pada Silinder Serbuk Duralumin Powder Metallurgy terhadap Kekerasan dan Porositas'. Universitas Brawijaya.
- Masrukan, M. and Mujinem, M. (2016) 'Pengaruh Proses Sintering Terhadap Perubahan Densitas, Kekerasan Dan Mikrostruktur Pelet U-ZrHx', *Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 22(1), pp. 25–34.
- Monteiro, R. C. ., Mota, C. S. and Lima, M. A. R. (2004) 'Recycling Of Coal Fly Ash By Ceramic Processing', (January 2004), p. 6.
- Mulyana, A., Purnawarman, O. and Purwadi, W. (2019) 'Pengaruh Beban Kompaksi Dan Waktu Sinter Terhadap Karakteristik Material Bantalan Perunggu (90cu-10sn)'.
- Nugraha, A. C. (2010) *Pengaruh Temperatur Sinter Terhadap Karakteristik Komposit Batubara – Coal Tar Pitch*. Universitas Indonesia.
- Palentinus, I. G. A., Suarsana, I. K. and Santhiarsa, I. G. N. N. (2018) 'Efek Variasi Tekan Komposit Matrik Alumunium Berpenguat SiCw/Al2O3+Mg Terhadap + Mg Terhadap Keausan dan Kekasaran Permukaan', *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*, 7(2), pp. 154–159.
- Rif'at, M. (2017) *Analisa Pengaruh Variasi Waktu Sintering Terhadap Kekerasan Dan Mikrostruktur Pada Intermetallic Bonding Alumimum (Al) Titanium(Ti) Hasil Metalurgi Serbuk*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rusianto, T. (2009) 'Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium Dengan Variasi Suhu Pemanasan', *Jurnal Teknologi*, 2.
- Rusianto, T. and Setyana, L. D. (2005) 'Pengaruh Kadar TiO2 Terhadap Kekuatan Bending Komposit Serbuk Al/TiO2', *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), pp. 28–34.

- Seprianto, D. (2010) 'Pengaruh Kompaksi Dan Holding Time Terhadap Densitas Paduan Aluminium/Fly Ash Yang Dibuat Dengan Metallurgi Serbuk', *Jurnal Austenit*, 2(April), pp. 1–7.
- Setyaji, E. F. (2012) *Pengaruh Temperatur Tuang Stir Casting Terhadap Densitas, Porositas, Konduktivitas Termal dan Struktur Mikro Pada Komposit Aluminium Yang Diperkuat Serbuk Besi*. Universitas Diponegoro.
- Staab, G. H. (2015) *Laminar Composites Second Edition*. USA: Elsevier.
- 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'. Sriwijaya University.
- Suryanto, H. (2019) *Biokomposit Starch-Nanoclay: Sintesis dan Karakterisasi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Wardani, S. P. R. (2008) 'Pemanfaatan limbah batubara (Fly Ash) untuk stabilisasi tanah maupun keperluan teknik sipil lainnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan'.
- Yafiedan, M. S. and Widyastuti (2014) 'Pengaruh Variasi Temperatur Sintering dan Waktu Tahan Sintering Terhadap Densitas dan Kekerasan pada Mmc W-Cu Melalui Proses Metalurgi Serbuk', *Teknik Pomits*, 3(1), p. 6.
- Yuwono, A. H. (2009) *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1: Pengujian Merusak (Destructive Testing)*. Depok: Universitas Indonesia.