

SKRIPSI

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SIC – FLY ASH PADA
KOMPOSIT ALUMINIUM TERHADAP SIFAT
KEKERASAN, DENSITAS, POROSITAS DAN
STRUKTUR MIKRO**



Oleh:

MUHAMMAD SUTAN AL ZACKY

03051182025017

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SIC – FLY ASH PADA
KOMPOSIT ALUMINIUM TERHADAP SIFAT
KEKERASAN, DENSITAS, POROSITAS DAN
STRUKTUR MIKRO**

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



OLEH

MUHAMMAD SUTAN AL ZACKY

03051182025017

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SIC – FLY ASH PADA
KOMPOSIT ALUMINIUM TERHADAP SIFAT KEKERASAN,
DENSITAS, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

MUHAMMAD SUTAN AL ZACKY

03051182025017

Palembang, Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: IIS/TM/AK/2024
: 20 Agustus 2024



SKRIPSI

NAMA : MUHAMMAD SUTAN AL ZACKY
NIM : 03051182025017
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : PENGARUH FRAKSI VOLUME SIC – FLY
ASH PADA KOMPOSIT ALUMINIUM
TERHADAP SIFAT KEKERASAN, DENSITAS,
POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO
DIBUAT TANGGAL : 7 DESEMBER 2023
SELESAI TANGGAL : 10 JULI 2024


Palembang, Juli 2024

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,

Ketia Jurusan Teknik Mesin


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


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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah Skripsi dengan judul “Pengaruh Fraksi Volume Sic – Fly Ash Pada Komposit Aluminium Terhadap Sifat Kekerasan, Densitas, Porositas Dan Struktur Mikro”. telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juli 2024.

Palembang, 24 Juli 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi

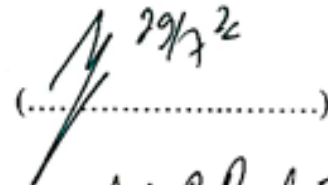
Ketua:

1. Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004



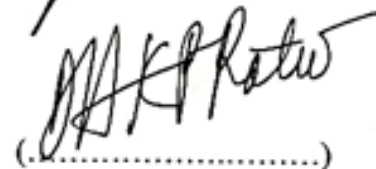
Sekretaris:

2. Agung Mataram, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197901052003121002



Anggota:

3. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 196307191990032001



Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik yang berjudul “Pengaruh Fraksi Volume SiC – Fly Ash Pada Komposit Aluminium Terhadap Sifat Kekerasan, Densitas, Porositas Dan Struktur Mikro”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkeja sendirian. Akan tetapi dapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih pada pihak terkait, antara lain:

1. Terimakasih kepada ibu saya Pujiana Husin, keempat saudara saya dan teman-teman saya yang selalu memberi semangat dan dukungan agar saya mampu menyelesaikan kuliah ini dengan baik.
2. Terimakasih kepada Ketua Jurusan bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. dan dosen-dosen serta staff Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun skripsi ini.
3. Terimakasih kepada bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. yang merupakan pengajar sekaligus dosen pembimbing saya.

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam dunia pendidikan dan industri.

Palembang, Juli 2024



Muhammad Sutan Al Zacky
NIM. 03051182025017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sutan Al Zacky

NIM : 03051182025017

Judul : PENGARUH FRAKSI VOLUME SIC – FLY ASH PADA
KOMPOSIT ALUMINIUM TERHADAP SIFAT KEKERASAN,
DENSITAS, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO

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 saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Indralaya, Juni 2024



Muhammad Sutan Al Zacky
NIM. 03051282025017

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Sutan Al Zacky

NIM : 03051182025017

Judul : PENGARUH FRAKSI VOLUME SIC – FLY ASH PADA
KOMPOSIT ALUMINIUM TERHADAP SIFAT KEKERASAN,
DENSITAS, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO

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

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Muhammad Sutan Al Zacky
NIM. 03051182025017

RINGKASAN

PENGARUH FRAKSI VOLUME SiC – FLY ASH PADA KOMPOSIT ALUMINIUM TERHADAP SIFAT KEKERASAN, DENSITAS, POROSITAS DAN STRUKTUR MIKRO

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 24 Juli 2024

Muhammad Sutan Al Zacky, dibimbing oleh Qomarul Hadi, S.T, M.T.

Xxvii + 78 halaman, 27 gambar, 9 tabel, 20 lampiran

RINGKASAN

Aluminium menjadi salah satu material logam non-ferrous yang sering digunakan pada saat ini, dikarenakan sifat unggul dari material aluminium itu sendiri. Namun aluminium sendiri masih memiliki beberapa kekurangan seperti terbatasnya kekuatan dan kekakuan. Salah satu pengembangan dari aluminium untuk meningkatkan sifatnya yakni dengan pembuatan material komposit. Salah satu material yang dapat dijadikan sebagai penguat pada material komposit adalah silikon karbida dan *fly ash*. Penelitian ini bertujuan mengvariasikan fraksi volume untuk menganalisa pengaruh variasi fraksi volume silikon karbida dan *fly ash* terhadap sifat mekanik dan sifat fisik dari komposit aluminium. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan material komposit aluminium dengan variasi fraksi volume penguat (SiC 2,5%/FA 10%), (SiC 5%/FA 7,5%), (SiC 7,5%/FA 5%), dan (SiC 10%/FA 2,5%). Pada proses fabrikasinya, serbuk material dilakukan proses pencampuran dengan metode *wet mixing* yang kemudian dilanjutkan penggilingan menggunakan *ball milling*. Sampel pada penelitian ini kemudian dikompaksi dengan tekanan 120 MPa selama 15 menit, dan dilanjutkan dengan proses sinter pada temperatur 450°C selama 60 menit. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya pengujian densitas dan porositas, pengujian kekerasan serta pengujian scanning electron microscope (SEM). Hasil dari pengujian densitas yang dilakukan, nilai densitas eksperimen tertinggi didapat pada sampel fraksi volume silikon karbida 10% dan *fly ash* 2,5% dengan nilai rata - rata sebesar 2,53688 g/cm³. Pada hasil perhitungan porositas yang dilakukan didapat nilai porositas terendah didapatkan pada komposit aluminium dengan variasi fraksi volume silikon karbida

10% dan fly ash 2,5% dengan persentase sebesar 7,1539%. Pada hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai kekerasan tertinggi pada sampel komposit dengan fraksi volume silikon karbida 10% dan fly ash 2,5% dengan nilai kekerasan sebesar 43,384 VHN. Pada pengamatan SEM yang dilakukan, ukuran pori sampel variasi fraksi volume SiC 2,5% - Fly ash 10% cenderung lebih besar dan lebih banyak dibandingkan pori pada sampel variasi fraksi volume SiC 10% - Fly ash 2,5%.

Kata kunci: Komposit Matik Logam, Aluminium, Silikon Karbida, *Fly ash*.

SUMMARY

EFFECT OF VOLUME FRACTION OF SiC - FLY ASH IN ALUMINUM COMPOSITES ON HARDNESS PROPERTIES DENSITY - POROSITY AND MICROSTRUCTURE

Scientific writing in the form of a thesis, July 24 2024

Muhammad Sutan Al Zacky, supervised by Qomarul Hadi, S.T., M.T.

Xxvii + 78 pages, 27 figures, 9 tables, 20 appendices

SUMMARY

Aluminum is one of the non-ferrous metal materials that are often used today, due to the superior properties of the aluminum material itself. However, aluminum itself still has some shortcomings such as limited strength and stiffness. One of the developments of aluminum to improve its properties is by making composite materials. One of the materials that can be used as reinforcement in composite materials is silicon carbide and fly ash. This study aims to vary the volume fraction to analyze the effect of varying the volume fraction of silicon carbide and fly ash on the mechanical properties and physical properties of aluminum composites. In this study, aluminum composite materials were made with variations in the volume fraction of reinforcement (SiC 2.5%/FA 10%), (SiC 5%/FA 7.5%), (SiC 7.5%/FA 5%), and (SiC 10%/FA 2.5%). In the fabrication process, the powder material is mixed using the wet mixing method which is then followed by grinding using ball milling. The samples in this study were then compressed with a pressure of 120 MPa for 15 minutes, and continued with the sintering process at a temperature of 450°C for 60 minutes. Tests conducted in this study included density and porosity testing, hardness testing and scanning electron microscope (SEM) testing. The results of the density testing carried out, the highest experimental density value was obtained in the 10% silicon carbide volume fraction sample and 2.5% fly ash with an average value of 2.53688 g/cm³. In the results of porosity calculations carried out, the lowest porosity value was obtained in aluminum composites with a volume fraction variation of 10% silicon carbide and 2.5% fly ash with a percentage of 7.1539%. In the hardness test results, the highest hardness value was obtained in

the composite sample with a volume fraction of 10% silicon carbide and 2.5% fly ash with a hardness value of 43.384 VHN. In the SEM observations made, the pore size of the sample variation of the volume fraction of SiC 2.5% - Fly ash 10% tends to be larger and more numerous than the pores in the sample variation of the volume fraction of SiC 10% - Fly ash 2.5%.

Keyword: Metal Matrix Composite, Aluminum, Silicon Carbide, Fly Ash

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Material Komposit	7
2.1.1 Klasifikasi Material Komposit Berdasarkan Jenis Matriks	8
2.1.2 Klasifikasi Material Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya	9
2.2 <i>Aluminium Matrix Composite</i>	10
2.3 Material Penyusun Komposit Matriks Aluminium.....	11
2.3.1 Aluminium	11
2.3.2 Silikon Karbida	12
2.3.3 <i>Fly Ash</i>	13
2.4 Metalurgi Serbuk	14
2.4.1 Proses Pencampuran (<i>Mixing</i>)	15
2.4.2 Proses Penekanan (<i>Compaction</i>)	16

2.4.3	Proses Sintering.....	18
2.5	Temperatur dan Waktu Sintering	19
2.6	Uji Kekerasan	20
2.7	Uji Densitas dan Porositas.....	22
2.8	Penelitian Sebelumnya	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Rancangan Penelitian	27
3.2	Alat dan Bahan	28
3.2.1	Alat	28
3.2.2	Bahan.....	29
3.3	Parameter Uji.....	29
3.4	Prosedur Pembuatan Sampel.....	30
3.4.1	Persiapan Serbuk	30
3.4.2	Pencampuran Serbuk.....	31
3.4.3	Penekanan Serbuk (<i>Compaction</i>)	32
3.4.4	Sintering Sampel	33
3.5	Metode Pengujian Sampel.....	34
3.5.1	Pengujian Kekerasan	34
3.5.2	Pengujian Densitas dan Porositas.....	36
3.5.3	Pengamatan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	37
3.6	Hasil Yang Diharapkan	38
BAB 4 PEMBAHASAN		39
4.1	Persiapan Serbuk Material Komposit.....	39
4.2	Hasil Proses Pencampuran Serbuk.....	41
4.3	Hasil Kompaksi Serbuk.....	45
4.4	Hasil Sinter Serbuk.....	46
4.5	Hasil Pengujian Densitas dan Perhitungan Porositas	47
4.6	Hasil Pengujian Kekerasan.....	51
4.7	Hasil Pengamatan SEM.....	54
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	60
DAFTAR RUJUKAN.....		61
DAFTAR LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema representasi geometri fase penguat komposit (Callister Jr dan Rethwisch, 2018)	7
Gambar 2. 2 Ukuran Serbuk dalam Skala Mesh dan Mikron	15
Gambar 2. 3 Proses Penekanan Serbuk.....	17
Gambar 2. 4 Proses Difusi Partikel Serbuk (Karima, 2015).....	19
Gambar 2. 5 Skema Perubahan Partikel Selama Sinter (Dorozhkin, 2013)	19
Gambar 2. 6 Konversi Tegangan Tarik ke Kekerasan	21
Gambar 2. 7 Sudut Indentasi Uji Kekerasan Brinell dan Vickers.....	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3. 2 Mekanisme Pencampuran Serbuk Aluminium, SiC dan <i>Fly ash</i>	32
Gambar 3. 3 Cetakan Untuk Membentuk Serbuk	33
Gambar 3. 4 Alat Uji Kekerasan Vickers.....	35
Gambar 3. 5 Skema Pengujian Densitas	37
Gambar 3. 6 Alat <i>Scanning Electron Microscope</i>	38
Gambar 4. 1 Serbuk Aluminium pada Mikroskop.....	39
Gambar 4. 2 Serbuk Silikon Karbida pada Mikroskop.....	40
Gambar 4. 3 Serbuk <i>Fly-Ash</i> pada Mikroskop.....	40
Gambar 4. 4 Pengadukan Serbuk menggunakan <i>Jar Test Machine</i>	44
Gambar 4. 5 Proses Penyaringan Serbuk dengan Kertas Saring.....	44
Gambar 4. 6 Mesin <i>Ball Milling</i>	45
Gambar 4. 7 Hasil Sampel Proses Kompaksi.....	46
Gambar 4. 8 Hasil Spesimen Setelah Sintering	46
Gambar 4. 9 Pengujian Massa Kering dan Massa Basah Sampel.....	47
Gambar 4. 10 Grafik Perbandingan Densitas <i>Apparent</i> dan Densitas Teoritis.....	50
Gambar 4. 11 Grafik Perbandingan Nilai Porositas Sampel.....	51
Gambar 4. 12 Titik Indentasi Pengujian	52
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	53
Gambar 4. 14 Hasil Pengamatan SEM SiC 2,5% - Fly ash 10%	54
Gambar 4. 15 Ukuran Pori SEM SiC 2,5% - Fly ash 10%	55

Gambar 4. 16 Hasil Pengamatan SEM SiC 10% - Fly ash 2,5%	56
Gambar 4. 17 Ukuran Pori SEM SiC 10% - Fly ash 2,5%	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat Fisik dari Aluminium (Lutfi, 2010).....	12
Tabel 2. 2 Sifat Mekanik dari Aluminium (Lutfi, 2010).....	12
Tabel 2. 3 Sifat Fisik dari Silikon Karbida (Lutfi, 2010).....	13
Tabel 2. 4 Sifat Mekanik dari Silikon Karbida (Lutfi, 2010).....	13
Tabel 2. 5 Nilai Tekanan Kompaksi terhadap Jenis Serbuk Logam (Ramadhonal, 2010).....	18
Tabel 3. 1 Alat Fabrikasi Material Komposit.....	28
Tabel 3. 2 Bahan yang Digunakan Pada Fabrikasi Komposit.....	29
Tabel 4. 1 Data Hasil Perhitungan Densitas dan Porositas	49
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kekerasan.....	52
Tabel 4. 3 Ukuran Porositas Komposit pada Pengamatan SEM.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Massa Serbuk	65
Lampiran 2 Perhitungan Pengujian Densitas	65
Lampiran 3 Tabel Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	68
Lampiran 4 Serbuk Aluminium	68
Lampiran 5 Serbuk Silikon Karbida	68
Lampiran 6 Serbuk <i>Fly Ash</i>	69
Lampiran 7 Cetakan (<i>Dies</i>)	69
Lampiran 8 Proses Penimbangan Serbuk.....	69
Lampiran 9 Proses Pengadukan Serbuk.....	70
Lampiran 10 Proses Kompaksi Serbuk	70
Lampiran 11 Sampel Hasil Proses Kompaksi	70
Lampiran 12 Proses Sintering Serbuk.....	71
Lampiran 13 Sampel Hasil Proses Sinter.....	71
Lampiran 14 Proses Pengujian Densitas dengan <i>Densitymeter</i> di Laboratorium Mekanika Desain dan Terapan	71
Lampiran 15 Sampel Yang Telah Dilakukan Pengujian Kekerasan	72
Lampiran 16 Lembar Konsultasi Tugas Akhir.....	73
Lampiran 17 Hasil Akhir Similaritas (Turnitin)	74
Lampiran 18 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	76
Lampiran 19 Surat Keterangan Pengecekan Similaritas	77
Lampiran 20 Form Pengecekan Format Tugas Akhir.....	78

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam merupakan komponen yang sering kita jumpai pada saat ini, terutama di perkembangan teknologi dan industri. Salah satu logam yang paling sering digunakan dalam perkembangan teknologi di industri ialah aluminium. Aluminium menjadi salah satu material logam *non-ferrous* yang sering digunakan pada teknologi saat ini, dikarenakan sifat unggul dari material aluminium itu sendiri. Aluminium memiliki sifat tahan korosi dan kemampuan terhadap suhu yang tinggi, serta memiliki massa yang ringan (Guler dan Bagci, 2020), namun aluminium sendiri masih memiliki beberapa kekurangan seperti terbatasnya kekuatan dan sifat mekaniknya. Dikarenakan hal tersebut, penelitian terhadap material aluminium terus dikembangkan, salah satu pengembangan dari aluminium untuk meningkatkan sifatnya yakni dengan menggabungkan material aluminium dengan material lainnya atau yang kita kenal dengan material komposit. Material komposit berdasarkan matriks nya dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu, *Polymer Matrix Composite* (PMC), *Metal Matrix Composite* (MMC), dan *Ceramic Metal Composite* (CMC).

Metal Matrix Composite (MMC) menggunakan logam sebagai matriks dari komposit yang dikombinasikan dengan material lain sebagai penguat dari komposit untuk mendapatkan keunggulan dari material penyusunnya, Bahkan penggunaan dari komposit matriks logam sudah sangat luas diantaranya digunakan pada industri otomotif, industri medikal, industri militer, sektor kedirgantaraan dan industri olahraga (Shukla dkk., 2018). Aluminium merupakan salah satu logam yang sering digunakan sebagai matriks dari komposit. Penggunaan aluminium sebagai matriks pada komposit memiliki beberapa kelebihan daripada material aluminium yang tidak diberi penguat. Pada sifat mekaniknya, komposit matriks aluminium memiliki kekuatan dan

kekakuan yang lebih baik serta modulus spesifik yang tinggi. Selain itu, komposit matriks aluminium memiliki koefisien termal yang rendah dan konduktivitas termal yang tinggi (Rahman dan Al Rashed, 2014).

Penguat dari komposit matriks logam umumnya berasal dari material seperti keramik, polimer, dan sebagainya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan, pembuatan komposit dapat dilakukan dengan penambahan penguat seperti periklas dan alumina (Hanafii, 2015). Selain material tersebut, salah satu material yang dapat dijadikan sebagai penguat pada *Metal Matrix Composite* adalah silikon karbida (SiC). Penambahan silikon karbida pada komposit aluminium dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan impak dari komposit (Pawar dan Utpat, 2014; Singla dkk., 2009) sehingga material komposit ini sangat cocok untuk digunakan pada benda yang dikenai beban secara terus menerus. Selain itu, *fly ash* (abu terbang) merupakan salah satu penguat komposit yang dapat ditemui dengan mudah dan tersedia dalam jumlah besar. *Fly ash* (abu terbang) merupakan limbah yang berasal dari hasil pembakaran batubara yang dapat mencemari lingkungan, penggunaan *fly ash* pada komposit menjadi salah satu cara pemanfaatan dari limbah tersebut. Penambahan *fly ash* yang dipadukan dengan penguat lain dapat meningkatkan nilai kekerasan dan sifat mekanik seperti ketahanan aus dari material komposit (Hadi dkk., 2021; Reddy dan Srinivas, 2018).

Secara umum, fabrikasi dari komposit matriks aluminium ini diklasifikasikan secara luas menjadi banyak jenis, diantaranya *solid phase processes* seperti metalurgi serbuk, serta *liquid phase processes* seperti pengecoran dengan pengadukan. Metode pembuatan ini menentukan struktur mikro dan kondisi ikatan antarmuka antara penguat dan matriks (Sijo dan Jayadevan, 2016). Proses metalurgi serbuk merupakan salah satu proses pembuatan komposit dengan mencampurkan serbuk dan dipadatkan dalam suatu cetakan. Proses metalurgi serbuk memiliki keuntungan dimana komposisi bahan yang dapat disesuaikan secara langsung (Rusianto, 2009) dan kuantitas material yang dapat dikontrol. Banyak penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode metalurgi serbuk utamanya penekanan serbuk. Maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit dengan menggunakan metode metalurgi serbuk

dengan variasi pada fraksi volume penguatnya. Dengan membandingkan variasi fraksi dari penguatnya diharapkan dapat ditentukannya karakteristik komposit matriks aluminium murni 99,7% yang diperkuat silikon karbida dan *fly ash* dengan sifat mekanik yang lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Aluminium merupakan salah satu logam *non-ferrous* yang sering digunakan pada teknologi saat ini, dikarenakan keunggulannya seperti tahan terhadap korosi dan memiliki massa yang ringan, namun aluminium memiliki nilai kekerasan yang rendah, oleh karena itu dilakukan pembuatan komposit dengan matriks aluminium yang diperkuat silikon karbida dan *fly ash*. Dengan menambahkan partikel penguat seperti SiC dan *fly ash*, komposit aluminium dapat memiliki nilai kekerasan yang lebih unggul dibandingkan dengan aluminium murni. Selain itu, dengan membuat komposit yang menggabungkan aluminium dengan material penguat yang lebih ringan seperti *fly ash*, dimungkinkan untuk menghasilkan material yang lebih ringan lagi tanpa mengorbankan kekuatan dan kekakuan. Hal ini sangat penting dalam industri transportasi seperti otomotif dan kedirgantaraan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian skripsi ini dengan judul, Pengaruh Fraksi Volume SiC – Fly Ash Pada Komposit Aluminium Terhadap Sifat Kekerasan, Densitas, Porositas Dan Struktur Mikro.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini banyak parameter untuk meningkatkan kualitas daripada material komposit tersebut, oleh sebab itu peneliti membatasi masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Material yang digunakan pada penelitian ini, meliputi:
 - a. Serbuk aluminium murni 99,7% sebagai matriks dari komposit.
 - b. Serbuk silikon karbida yang dibeli dari CV. Pudak Scientific sebagai penguat dari komposit.
 - c. *Fly ash* sebagai penguat dari komposit yang berasal dari limbah pembakaran batubara PT. Pupuk Sriwidjaja.
 - d. *Zinc Stearate* mengurangi gesekan dari *dies* pada proses penekanan.
2. Parameter pembuatan komposit untuk meningkatkan kualitasnya antara lain:
 - a. Fraksi volume yang digunakan: Al: 87,5%, SiC: (2,5%, 5%, 7,5%, 10%) dan *Fly ash*: (10%, 7,5%, 5%, 2,5%).
 - b. Nilai tekanan kompaksi sebesar 70 MPa - 275 MPa ditahan selama 15 menit. (Dilakukan *trial error* pada rentang nilai tekanan kompaksi tersebut untuk mendapatkan nilai tekanan yang terbaik).
 - c. Temperatur sintering sebesar 450 °C selama 60 menit, dengan laju kenaikan temperatur sekitar 14°C/menit.
3. Proses pembuatan material komposit pada penelitian ini menggunakan metode metalurgi serbuk.
4. Pengujian sampel yang dilakukan pada material komposit, diantaranya:
 - a. Pengujian kekerasan menggunakan alat uji kekerasan vickers
 - b. Pengujian densitas dan porositas metode archmimedes
 - c. Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, meliputi:

- a. Mengidentifikasi dampak variasi fraksi volume silikon karbida dan *fly ash* terhadap tingkat kekerasan komposit aluminium.
- b. Menganalisis perubahan densitas komposit aluminium akibat pengaruh variasi fraksi volume silikon karbida dan *fly ash*.

- c. Melakukan kajian banyaknya porositas akibat pengaruh variasi fraksi volume silikon karbida dan *fly ash*.
- d. Menganalisa struktur mikro dari komposit aluminium dengan . pengamatan *Scanning Electron Microscope*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

- a. Memahami cara pembuatan material komposit dengan matriks aluminium yang diperkuat dengan silikon karbida dan *fly ash* menggunakan metode metalurgi serbuk.
- b. Menganalisa pengaruh variasi fraksi volume penguat silikon karbida dan *fly ash* pada pembuatan komposit matriks aluminium terhadap sifat kekerasan, densitas, porositas dan struktur mikro.
- c. Menjadi acuan pada penelitian-penelitian berikutnya, khususnya dalam pembuatan material komposit matriks aluminium menggunakan metode metalurgi serbuk.

DAFTAR RUJUKAN

- Akrom, M., Marwoto, P., Fisika, S.J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., 2010. Pembuatan Mmc Berbasis Teknologi Metalurgi Serbuk Dengan Bahan Baku Aluminium Dari Limbah Kaleng Minuman Dan Aditif Abu Sekam Padi. *J. Pendidik. Fis. Indones.* 6, 14–19.
- Asep, M., Sugiyarto, Somaward, Rusdy, A., Sukanto, 2023. Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi Panas Terhadap Densitas dan Kekerasan AMC Diperkuat SiO₂. *J. Tek. Mesin* 9, 1–7.
- Asiri, M.H., 2014. Karakterisasi Serbuk Hasil Produksi Menggunakan Metode Atomisasi. *J. Energi Dan Manufaktur* 7, 39–44.
- Bienias, J., Walczak, M., Surowska, B., Sobczak, J., 2003. Microstructure and corrosion behaviour of aluminum fly ash composites. *J. Optoelectron. Adv. Mater.* 5, 493–502.
- Callister Jr, W.D., Rethwisch, D.G., 2018. Characteristics, Application, and Processing of Polymers, *Materials Science and Engineering - An Introduction*.
- Chatur Adhi WA, I., Alit Triadi, A.A., Wijana, M., Nuarsa, I.M., Mara, I.M., 2021. Kekerasan Produk Metalurgi Serbuk Berbahan Limbah Aluminium dengan Metode Kompaksi Bertahap. *J. Sains Teknol. Lingkung.* 141–146. <https://doi.org/10.29303/jstl.v0i0.252>
- Dorozhkin, S. V., 2013. Calcium Orthophosphate-Based Bioceramics. *Materials (Basel)*. 6, 3840–3942. <https://doi.org/10.3390/ma6093840>
- Dylan, A.G., Sugiyarto, Wanto, A., Budi, A., Sukanto, 2023. Pembuatan Komposit Matrik Aluminium Diperkuat Silicon Carbida dan Rice Husk Ash Dengan Metode Metalurgi Serbuk. *J. Tek. Mesin Undana* 10.
- Fadel, M., 2015. Analisa Pengaruh Partikel SiC Terhadap Sifat Mekanis Metal Matrix Composite Dibuat Menggunakan Metode Centrifugal Casting. *J. Ilm. "MEKANIK"* 1, 9–15.
- Gibson, R.F., 2016. "Introduction," in *Principles of Composite Material Mechanics, Principles of Composite Material Mechanics, Fourth Edition*.
- Guler, O., Bagci, N., 2020. A short review on mechanical properties of graphene reinforced metal matrix composites. *J. Mater. Res. Technol.* 9, 6808–6833. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.01.077>
- Hadi, Q., Alian, H., Ramadhan, R., Hardiyanto, D., 2021. Pemanfaatan Abu Terbang Pada Pembuatan Kampas Rem Otomotive Terhadap Keasusan Dan Densitas. *Apl. Innov. Eng. Sci. Res.* 27–28.
- Hanafii, 2015. Studi Sifat Mekanik Komposit Alumunium Berpenguat Nano

- Silika(Al/SiO₂). Inst. Teknol. Sepuluh Novemb. Surabaya 1–45.
- Jones, R.M., 1999. *Mechanics of Composite Material* 2nd Edition, CRC Press.
- Karima, H., 2015. Pengaruh Besar Tekanan Compacting Pada Silinder Serbuk Duralumin Powder Metallurgy terhadap Kekerasan dan Porositas.
- Kurniawan, H., Santosa, A.W.B., Budiarto, U., 2020. Pengaruh Media Pendingin Air Tawar, Air Coolant, dan Udara Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Sambungan Las MIG (Metal Inert Gas) dan MAG (Metal Active Gas) Aluminium 6061. *J. Tek. Perkapalan* 8, 579–587.
- Lutfi, S., 2010. Pengaruh Magnesium terhadap Proses Electroless Coating pada Partikel Penguat SiC. *Univ. Indones.* 1–83.
- Mahendra Boopathi, M., Arulshri, K.P., Iyandurai, N., 2013. Evaluation of mechanical properties of Aluminium alloy 2024 reinforced with silicon carbide and fly ash hybrid metal matrix composites. *Am. J. Appl. Sci.* 10, 219–229. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2013.219.229>
- Marthinus, A.P., Sumajouw, M.D.J., Windah, R.S., 2015. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton. *J. Sipil Statik* 3, 729–736.
- Maulana, A.R., Yudistiro, D., Asrofi, M., 2021. Pengaruh Temperatur Holding Time Dan Penambahan Sn Terhadap Cacat Shrinkage Pada Proses Sintering Metal Injection Molding Al-Pp. *Rotor* 14, 25. <https://doi.org/10.19184/rotor.v14i1.19689>
- Pawar, P.B., Utpat, A.A., 2014. Development of Aluminium Based Silicon Carbide Particulate Metal Matrix Composite for Spur Gear. *Procedia Mater. Sci.* 6, 1150–1156. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.187>
- Pratama, M.D.P., 2021. Pengaruh Temperatur Sintering Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik Kalsium Karbonat Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Kekuatan Tekan, Teknik Mesin.
- Rahman, M.H., Al Rashed, H.M.M., 2014. Characterization of silicon carbide reinforced aluminum matrix Composites. *Procedia Eng.* 90, 103–109. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.821>
- Ramadhonal, S., 2010. Pembuatan Komposit Matriks Logam Berpenguat Keramik (Al/SiC) Dicampur Kayu Dengan Metode Metalurgi Serbuk. *Univ. Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta* 1–87.
- Ravesh, S. and Garg, T., 2012. Prepration & Analysis for Some Mechanical Property of Aluminium Based Metal Matrix Composite Reinforced with Sic & Fly ASh. *Int. J. Eng. Res. Appl.* 2, 727-731.
- Reddy, B.R., Srinivas, C., 2018. Fabrication and Characterization of Silicon Carbide and Fly Ash Reinforced Aluminium Metal Matrix Hybrid Composites. *Mater. Today Proc.* 5, 8374–8381. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.531>

- Ridha, M., Darmianto, 2016. Analisis Densitas, Porositas, dan Struktur Mikro Batu Apung Lombok dengan Variasi Lokasi menggunakan Metode Archimedes dan Software Image-J. *J. Fis. dan Apl.* 12, 124–130.
- Rusianto, T., 2009. Hot Pressing Metalurgi Serbuk Aluminium Dengan Variasi Suhu Pemanasan. *J. Teknol.* 2, 89–95.
- Samuel, Y., 2012. Karakteristik Komposit Aluminium AC8H / SiC dengan Proses Stir Casting. *Univ. Indones.* 1, 1–89.
- Setiawati, M., 2018. Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton. *Semin. Nas. Sains dan Teknol.* 17, 1–8.
- Shaikh, M.B.N., Sajjad, A., Siddiqui, M.A., 2018. Fabrication and Characterization of Aluminium Hybrid Composites Reinforced with Fly Ash and Silicon Carbide Through Powder Metallurgy. *Mater. Res. Express* 5.
- Shukla, M., Dhakad, S.K., Agarwal, P., Pradhan, M.K., 2018. Characteristic behaviour of aluminium metal matrix composites: A review. *Mater. Today Proc.* 5, 5830–5836. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.180>
- Sijo, M.T., Jayadevan, K.R., 2016. Analysis of Stir Cast Aluminium Silicon Carbide Metal Matrix Composite: A Comprehensive Review. *Procedia Technol.* 24, 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.052>
- Singla, M., Dwivedi, D.D., Singh, L., Chawla, V., 2009. Development of Aluminium Based Silicon Carbide Particulate Metal Matrix Composite. *J. Miner. Mater. Charact. Eng.* 08, 455–467. <https://doi.org/10.4236/jmmce.2009.86040>
- Sulaeman, A.S., Arjo, S., Maddu, A., 2019. Sintesis dan Karakterisasi Silicon Carbide (SiC) dari Sekam Padi Menggunakan Metode Reduksi Magnesiotermik. *J. Fis. FLUX* 1, 47. <https://doi.org/10.20527/flux.v1i1.6146>
- Sulistyowati, N.A., 2013. Bata Beton Berlubang Dari Abu Batubara (Fly Ash dan Bottom Ash) Yang Ramah Lingkungan. *J. Tek. Sipil Perenc.* 15, 87–96.
- Suryanarayanan, K., Praveen, R., S., R., 2013. Silicon Carbide Reinforced Aluminium Metal Matrix Composites for Aerospace Applications: A Literature Review. *Int. J. Innov. Res. Sci. Eng. Technol.* 2, 6336–6344.
- Suwanda, T., 2006. Dan Waktu Sintering Terhadap Kekerasan Dan Berat Jenis Aluminium Pada Proses Percetakan Dengan Metalurgi Serbuk. *J. Ilm. Semesta Tek.* 9, 187–198.
- Triadi, A.A.A., Yudhyadi, I.G.N.K., Suartika, I.M., Sari, N.H., 2019. Efek suhu sintering terhadap sifat kekerasan bahan campuran Al/Cu/Sic melalui proses metalurgi serbuk. *Din. Tek. Mesin* 9, 80. <https://doi.org/10.29303/dtm.v9i2.277>

