

SKRIPSI

**OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH
ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP
DENSITAS POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN
METODE TAGUCHI**



Oleh:

ARIL KUSTONO TIAR

03051181823109

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH
ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP
DENSITAS POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN
METODE TAGUCHI**

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



OLEH

ARIL KUSTONO TIAR

03051181823109

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH
ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP
DENSITAS POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN
METODE TAGUCHI**

SKRIPSI

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

Oleh:

ARIL KUSTONO TIAR

03051181823109

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Palembang, Mei 2024
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP DENSITAS POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN METODE TAGUCHI" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Mei 2024.

Palembang, Mei 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua Penguji :

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


(.....)

Sekretaris Penguji

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


(.....)

Penguji

3. Dr. Ir. Hendri Chandra, M.T.


(.....)


Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadl Yadi, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM.
NIP. 197112251997021001

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi


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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 129/TM/AE/2024
Diterima Tanggal : 6-12-2024
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : ARIL KUSTONO TIAR
NIM : 03051181823109
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME
FLY ASH ALUMINIUM ZINC STEARATE
TERHADAP DENSITAS POROSITAS DAN
KEKERASAN DENGAN METODE TAGUCHI
DIBUAT TANGGAL : 02 NOVEMBER 2022
SELESAI TANGGAL : 03 MEI 2024

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Palembang, Mei 2024
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 “Optimasi Pengaruh Fraksi Volume *Fly Ash* Alumunium *Zinc Stearate* Terhadap Densitas Porositas dan Kekerasan dengan Metode Taguchi”.

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. Bapak Muhammad Nadi dan Ibu Zumika, kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa dan dukungan.
2. Bapak Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku ketua jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing skripsi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Kaprawi Sahim, DEA selaku pembimbing akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh staff jurusan teknik mesin, yang selalu memberikan bantuan serta dukungan kepada penulis baik itu moral maupun materi serta doa untuk penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
8. Seluruh keluarga dan teman – teman yang telah kebersamai penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam hal pembelajaran khususnya bagi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, Mei 2024



Aril Kustono Tiar
NIM 03051181823109

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aril Kustono Tiar

Nim : 03051181823109

Judul : **OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP DENSITAS, POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN METODE TAGUCHI**

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. Maka dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

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

Palembang, Mei 2024



Aril Kustono tiar

NIM.03051181823109

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aril Kustono Tiar

Nim : 03051181823109

Judul : **OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP DENSITAS, POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN METODE TAGUCHI**

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya 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 dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

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



Palembang, Mei 2024

Aril Kustono tiar

NIM.03051181823109

RINGKASAN

OPTIMASI PENGARUH FRAKSI VOLUME FLY ASH ALUMINIUM ZINC STEARATE TERHADAP DENSITAS POROSITAS DAN KEKERASAN DENGAN METODE TAGUCHI.

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Mei 2024

Aril Kustono Tiar; Dibimbing oleh Qomarul Hadi, S.T., M.T.

Xviii + 126 Halaman, 36 Gambar, 27 Tabel

RINGKASAN

Seiring perkembangan zaman dan teknologi material komposit sangat dibutuhkan terutama pada bidang industri seperti pada pesawat terbang, perkapalan, dunia militer, alat-alat olahraga, otomotif dan kedokteran bahkan kebutuhan alat rumah tangga. Material komposit sangat dipilih pada bidang tersebut dikarenakan memiliki sifat-sifat yang tahan korosi yang sangat baik, karakteristik dari komposit dapat dikontrol serta biaya untuk produksi yang lebih murah dan juga lebih ringan. Pada hal ini komposit yang digunakan seperti *fly ash* sebagai penguat dan aluminium sebagai matriks. Komposit merupakan pembuatan jenis material baru dari hasil pencampuran dua atau lebih bahan penyusun yang berbeda, baik itu dari sifat fisik maupun sifat kimianya. Pada penelitian ini menggunakan komposisi serbuk dengan tiga variabel *Fly ash* (20%), Aluminium (75%), *Zinc Stearate* (5%), *Fly ash* (25%), Aluminium (70%), *Zinc Stearate* (5%) dan *Fly ash* (30%), Aluminium (65%), *Zinc Stearate* (5%). Kemudian bahan tersebut dilakukan dengan proses metalurgi serbuk untuk menjadi komposit. Langkah dalam pembuatan sama seperti metalurgi serbuk pada umumnya, akan tetapi pada penelitian ini digunakan variasi temperatur sintering 250°C, 275°C dan 300°C juga pada waktu tahan sintering 15 menit, 20 menit dan 25 menit. Setelah komposit selesai dibuat dilakukan pengujian densitas, porositas, kekerasan dan *scanning electron microscopy* untuk mengetahui bentuk serbuk, permukaan pada komposit dan terdifusinya partikel-partikel serbuk pada komposit tersebut. Komposisi terbaik pada penelitian ini adalah aluminium (75%), *fly ash*

(20%) dan zinc stearate (5%). Hasil pengujian densitas menunjukkan nilai dari densitas dan kekerasan komposit semakin meningkat pada kenaikan temperatur sintering dan justru menurun ketika waktu sintering dinaikan. Nilai rata-rata densitas yang terbaik pada variabel temperatur 250 °C dengan waktu sintering 25 menit sebesar 88,9379 dan nilai rata-rata densitas yang terendah pada variabel temperatur 275 °C dengan waktu tahan sintering 25 menit sebesar 81,9383. Nilai kekerasan yang terbaik pada variabel temperatur 275 °C dengan waktu sintering 20 menit sebesar 68,6 VHN, dan nilai kekuatan tekan yang terendah pada variabel temperatur 250 °C dengan waktu sintering 25 menit sebesar 34,9 VHN, hal ini membuktikan bahwa variabel terbaik dari pembuatan komposit adalah pada temperatur 250 °C dengan waktu tahan sintering 25 menit. Sedangkan variabel faktor yang paling berpengaruh pada hasil uji densitas, porositas dan kekerasan, yaitu fraksi volume.

Kata Kunci: Komposit, Temperatur, Densitas, Porositas, Kekerasan.

SUMMARY

OPTIMIZATION OF THE INFLUENCE OF FLY ASH ALUMINIUM ZINC STEARATE VOLUME FRACTION ON POROSITY DENSITY AND HARDNESS USING THE TAGUCHI METHOD

Pattern scientific papers in the form of Undergraduate Thesis, Mei 2024

Aril Kustono Tiar, Supervised by Qomarul Hadi, S.T., M.T

Xx + 126 Pages, 36 Pictures, 27 Tables

SUMMARY

As time goes by and technology, composite materials are really needed, especially in industrial fields such as airplanes, shipping, in the military world, sports equipment, automotive and medicine and even household appliances. Composite materials are chosen in this field because they have excellent corrosion resistance properties, the characteristics of the composite can be controlled and the production costs are cheaper and lighter. In this case, the composite used is fly ash as reinforcement and aluminum as matrix. Composites are the creation of a new type of material from the result of mixing two or more constituent materials that are different, both in terms of physical and chemical properties. In this study, a powder composition with three variables was used: Fly ash (20%), Aluminum (75%), Zinc Stearate (5%), Fly ash (25%), Aluminum (70%), Zinc Stearate (5%) and Fly ash (30%), Aluminum (65%), Zinc Stearate (5%). Then the material is subjected to a powder metallurgy process to become a composite. The manufacturing steps are the same as for powder metallurgy in general, however in this research various sintering temperatures of 250°C, 275°C and 300°C were used as well as sintering holding times of 15 minutes, 20 minutes and 25 minutes. After the composite has been made, density, porosity, hardness and scanning electron microscopy are tested to determine the shape of the powder, the surface of the composite and the diffusion of the powder particles in the composite. The best composition in this study was aluminum (75%), fly ash (20%) and zinc stearate (5%). Density test results show that the value of the density and hardness of the composite increases as the sintering temperature increases and actually decreases when the sintering time is increased. The best average density value at a variable

temperature of 250 °C with a sintering time of 25 minutes was 88.9379 and the lowest average density value at a variable temperature of 275 °C with a sintering holding time of 25 minutes was 81.9383. The best hardness value at a variable temperature of 275 °C with a sintering time of 20 minutes is 68.6 VHN, and the lowest compressive strength value at a variable temperature of 250 °C with a sintering time of 25 minutes is 34.9 VHN, this proves that the best variable for manufacturing the composite is at a temperature of 250 °C with a sintering holding time of 25 minutes. Meanwhile, the factor variable that has the most influence on the density, porosity and hardness test results is volume fraction.

Keywords: Composite, Temperature, Density, Porosity, Hardness.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SIMBOL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Material Komposit	7
2.1.1 Komposit berdasarkan Matrik	9
2.1.2 Komposit Berdasarkan Bentuk Penguat	10
2.2 Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	15
2.3 Alumunium	16
2.3.1 Sifat Mekanik dan Fisik Alumunium	17
2.4 Zinc Stearate	18
2.5 Proses Pembentukan Material dengan Metalurgi Serbuk	18
2.5.1 Karakteristik Serbuk Logam	19
2.5.2 <i>Mixing</i> (Pencampuran Serbuk)	21
2.5.3 Pemasatan (<i>Compacting</i>)	22
2.5.4 Pemanasan (<i>Sintering</i>)	24
2.5.5 Faktor yang Berpengaruh pada Temperatur Sinter	26
2.6 Uji Densitas dan Porositas	26
2.7 Uji Kekerasan	27
2.8 Metode Taguchi	28

2.8.1	Ortogonal array (OA)	28
2.8.2	Rasio Signal terhadap <i>Noise</i> (S/N Ratio)	30
2.8.3	Faktor <i>Noise</i> dan Faktor Terkendali	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Diagram Alir Penelitian	35
3.2	Persiapan Alat dan Bahan	36
3.3	Prosedur Penelitian	37
1.	Studi Literatur	38
2.	Persiapan Serbuk	38
3.	Proses Pencampuran Serbuk	38
4.	Proses Kompaksi	39
5.	Proses Sinter	40
3.4	Metode pengujian	40
3.4.1	Pengujian XRD (X-Ray Diffraction)	40
3.4.2	Pengujian Densitas dan Porositas	41
3.4.3	Pengujian Kekerasan	42
3.4.4	Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	42
3.5	Menentukan Matrik Orthogonal Array (OA) Taguchi	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		49
4.1	Karakteristik Bahan	49
4.2	Hasil Pengujian XRD (<i>X-Ray Diffraction</i>)	50
4.3	Hasil Pencampuran Serbuk	54
4.4	Hasil Kompaksi	55
4.5	Hasil Proses Sinter	55
4.6	Hasil Pengujian Densitas dan Porositas	56
4.7	Hasil Pengujian Kekerasan	73
4.8	Pengamatan Struktur Mikro Menggunakan SEM	81
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		85
DAFTAR PUSTAKA		87
LAMPIRAN		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit Serat Berurutan.....	8
Gambar 2. 2 Komposit Serat Hibrida.....	8
Gambar 2. 3 Komposit Serat Terus Menerus.....	9
Gambar 2. 4 Komposit Serat Ikat.....	9
Gambar 2. 5 Komposit Partikel.....	10
Gambar 2. 6 Komposit berdasarkan Srtukturnya	10
Gambar 2. 7 Komposit Berlapis.....	11
Gambar 2. 8 Bentuk Partikel Serbuk.....	19
Gambar 2. 9 (a) Stuktur Ayakan (b) Mesin ayakan	20
Gambar 2. 10 Tabel <i>D.1. Standard U.S. Sieve and Tyer Mesh Sizes</i>	20
Gambar 2. 11 Proses Pencampuran.....	21
Gambar 2. 12 <i>Single Action Pressing</i>	23
Gambar 2. 13 Perbedaan Pori dan Pembulatan ditahap Akhir.....	25
Gambar 2. 14 Partikel Serbuk Belum maupun Setelah Sintering	26
Gambar 2. 15 Pengaruh Suhu ssintering terhadap sifat mekanik.....	26
Gambar 2. 16 <i>Portable Hardness Test</i>	27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3. 2 Bentuk cetakan	39
Gambar 3. 3 Mesin XRD <i>Miniflex 600</i>	41
Gambar 3. 4 Alat Uji <i>Portable Hardness Tester</i>	43
Gambar 3. 5 Alat Uji <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	44
Gambar 4. 1 Alat Uji <i>X-Ray Diffraction</i>	50
Gambar 4. 2 Profil Peak XRD Pada Serbuk <i>Fly Ash</i>	51
Gambar 4. 3 Profil Peak XRD Pada Serbuk Alumunium.....	52
Gambar 4. 4 Pola Spektrum Pada <i>Fly Ash</i>	52
Gambar 4. 5 Pola Spektrum Pada Alumunium.....	53
Gambar 4. 6 Pencampuran Serbuk.....	55
Gambar 4. 7 Sampel Hasil Kompaksi.....	55
Gambar 4. 8 Sampel Hasil Sinter.....	56

Gambar 4. 9 Penimbangan Sampel Pada Pengujian Densitas.....	57
Gambar 4. 10 Standar Deviasi Densitas setiap Faktor dan Level.....	63
Gambar 4. 11 Standar Deviasi Porositas setiap Faktor dan Level.....	70
Gambar 4. 12 <i>Portable Hardness Tester</i>	73
Gambar 4. 13 Standar Deviasi Kekerasan setiap Faktor dan Level.....	78
Gambar 4. 14 Hasil Uji SEM Terhadap Waktu Sintering 15 Menit.....	81
Gambar 4. 15 Hasil Uji SEM Terhadap Waktu Sintering 25 Menit.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Abu terbang tipe F dan C	16
Tabel 2. 2 Tabel Sifat Mekanik Alumunium.....	17
Tabel 2. 3 Tabel Sifat Fisik Alumunium.....	17
Tabel 2. 4 Sampel reka pembentangan untuk L9(3 ⁴).....	29
Tabel 3. 1 Komposisi Campuran Serbuk.....	36
Tabel 3. 2 Variabel dan Variasi Metode Taguchi	45
Tabel 3. 3 Matrik <i>Orthogonal array</i> (OA) dan Distribusi Faktor.....	46
Tabel 4. 1 Kondisi Pengukuran Fly Ash dan Alumunium	51
Tabel 4. 2 Peak List Hasil XRD Pada Serbuk <i>Fly Ash</i>	53
Tabel 4. 3 Peak List Hasil XRD Pada Alumunium.....	53
Tabel 4. 4 Komposisi Serbuk <i>Fly Ash</i>	54
Tabel 4. 5 Komposisi Serbuk Alumunium.....	54
Tabel 4. 6 Data Hasil Perhitungan Uji Densitas Komposit.....	59
Tabel 4. 7 Densitas <i>Average</i>	60
Tabel 4. 8 Densitas <i>Average</i> dan <i>S/N Ratio</i>	61
Tabel 4. 9 Densitas <i>Average</i> Setiap Faktor dan Level	62
Tabel 4. 10 ANOVA rata - rata	65
Tabel 4. 11 Data Hasil Perhitungan Porositas Komposit.....	66
Tabel 4. 12 Porositas <i>Average</i>	67
Tabel 4. 13 Porositas <i>Average</i> dan <i>S/N Ratio</i>	68
Tabel 4. 14 Porositas <i>Average</i> setiap faktor dan level	69
Tabel 4. 15 ANOVA rata - rata	72
Tabel 4. 16 Data Hasil Pengujian Kekerasan Komposit	74
Tabel 4. 17 Kekerasan rata-rata.....	75
Tabel 4. 18 Kekerasan rata – rata dan <i>S/N Ratio</i>	76
Tabel 4. 19 Kekerasan rata-rata Setiap Faktor dan Level	77
Tabel 4. 20 ANOVA rata - rata	80

DAFTAR SIMBOL

ρ apparent	: Densitas aktual (kg/m^3)
ρ fluida	: Densitas fluida (kg/m^3)
ρ teoritis	: Densitas teoritis (kg/m^3)
ρ relatif	: Densitas relative (kg/m^3)
W udara	: Berat spesimen di udara (kg)
W fluida	: Berat spesimen didalam fluida (kg)
Vm	: Berat <i>matriks</i> %(g)
Vf	: Berat <i>reinforced</i> % (g)
ρ_m	: Densitas <i>matriks</i> (g/cm^3)
ρ_f	: Densitas <i>reinforced</i> (g/cm^3)
Φ	: Porositas (%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya kemajuan teknologi komposit dimasa sekarang dan material sangat dibutuhkan dalam bidang industri seperti konstruksi, pemeliharaan, pendidikan, transportasi, manufaktur, bahkan perlengkapan rumah tangga. Material komposit sangat cocok untuk bidang ini karena memiliki karakteristik ketahanan korosi yang sangat baik. Keunggulannya juga bisa dikendalikan serta biaya produksinya lebih rendah.

Pemanfaatan komposit erat kaitannya dengan era sekarang ini, dimana komposit memiliki keunggulan tertentu dibanding material alternatif lainnya, seperti ketahanan yang lebih kuat terhadap korosi, komposit yang lebih murah, dan sebagainya. Kompositnya sendiri tersusun atas elemen matriks yang berperan sebagai pengisi serta penstabil dari kerusakan luar yang berperan sebagai substrat. (Hadisaputra & Qomarul, 2019).

Tujuan pembuatan material komposit alumunium dengan penambahan partikel sebagai penguat adalah untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya; Namun perlakuan panas yang diterapkan pada matriks alumunium sebagai penguat juga bisa meningkatkan sifat mekanik material komposit termasuk partikel alumunium. Dengan menggunakan proses *stir casting*, pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanik komposit Al- *Fly Ash* menunjukkan bahwa semakin lama waktu aging maka semakin tinggi kekerasan material tersebut (Ardiansyah & Qomarul, 2017).

Pendekatan eksperimental yang menggunakan metode *Taguchi* untuk pengolahan data, selanjutnya digunakan untuk melakukan pengolahan data untuk proses optimasi. menggunakan metode *Taguchi* untuk menganalisis hasil uji densitas, porositas dan kekerasan pada beberapa parameter pengujian untuk

mengoptimalkan ketahanan material komposit yang diperkuat dengan *fly ash*. Secara eksperimental, hampir seluruh logam bisa dibuat menjadi serbuk dengan kondisi metalurgi yang tepat. Besi, tembaga, aluminium, timah, nikel, titanium, serta logam yang mudah meleleh termasuk digunakan dalam proses ini. Serbuk logam dibuat dengan berbagai cara. Atomasi digunakan untuk membuat serbuk dari logam dengan temperatur lebur yang rendah seperti seng, aluminium, dan timah. Pertama, cairan dimasukkan ke nozel, kemudian disemprotkan menggunakan udara, uap, atau gas. Selanjutnya, logam dioksidasi dan kemudian direduksi menjadi serbuk.

Fly ash merupakan zat sisa-sisa pembakaran batu bara yang berbentuk partikel kecil berwarna abu-abu kehitaman. Kebutuhan akan batubara semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya negara-negara industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar. Abu terbang yang terbentuk selama penggunaan ini, dan emisi dari pembakaran ini merupakan salah satu hal yang membahayakan lingkungan. Pemanfaatan abu terbang sebagai penguat dalam pembuatan matriks komposit merupakan salah satu cara untuk mengatasi permasalahan lingkungan akibat pembakaran batu bara.

Abu terbang juga dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan bantalan luncur pada industri pesawat terbang agar dapat lebih kuat pada tumpuannya menahan pembebanan terhadap sumbu poros (Rayana Djaka Surya, 2021).

Penelitian oleh Erol et al. (2003) menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) menunjukkan bahwa distribusi ukuran partikel abu batubara dengan ukuran 1-2 μm terdiri dari berbagai mineral seperti kuarsa (SiO_2), mullite ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$), enstatit (Mg , FeSiO_3), dan anorthit (Ca , $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3$). Secara umum, abu terbang terdapat unsur-unsur kimia utama seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), ferrous oxide (Fe_2O_3), dan calcium oxide (CaO). Selain itu, abu terbang juga terdapat unsur tambahan seperti magnesium oxide (MgO), titanium oxide (TiO_2), alkali (Na_2O dan K_2O), sulfur trioxide (SO_3), phosphorus oxide (P_2O_5), dan karbon.

Sifat fisik, kimia, dan teknis dari abu batubara sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis batubara, kemurniannya, tingkat penghancuran,

jenis pemanasan dan operasi yang digunakan, serta teknik penyimpanan dan penimbunan (Gunawan & Qomarul, 2010).

Alumunium adalah logam ringan tahan terhadap korosi dan memiliki konduktivitas listrik yang baik. Alumunium juga dapat dipadukan dengan logam lain seperti tembaga, magnesium, silikon, mangan, seng, dan nikel untuk meningkatkan sifat mekaniknya, ketahanan aus, serta koefisien pemuaian yang rendah. Paduan ini memungkinkan alumunium untuk digunakan dalam berbagai aplikasi yang memerlukan kombinasi kekuatan, ketahanan, dan stabilitas termal yang tinggi.

Saat ini, banyak negara di seluruh dunia menggunakan standar yang berbeda untuk mengklasifikasikan alumunium. Standar Alumunium Association (AA) dari Amerika, berdasarkan pada standar lama dari Alcoa, sangat terkenal dan ideal. Standar AA menggunakan tiga angka untuk menandai paduan coran, sementara satu atau dua angka "S" digunakan untuk menandai komposisi tempaan, dengan empat angka berikutnya menunjukkan sistem paduan dan elemen yang ditambahkan: 1 untuk Al murni, 2 untuk Al-Cu, 3 untuk Al-Mn, 4 untuk Al-Si, 5 untuk Al-Mg, 6 untuk Al-Mg-Si, dan 7 untuk Al-Zn. Komposisi Al-Cu memiliki nomor dua ribu yang dimodifikasi, serta Al murni (Gunawan & Qomarul, 2010).

Zinc Stearate merupakan Serpihan, granul, atau serbuk berwarna putih yang sedikit berbau lemak dengan berat molekul $Zn(C_{18}H_{35}O_2)_2$ adalah 632,33 dan berfungsi sebagai penstabil.

Metalurgi serbuk adalah metode manufaktur yang terus dikembangkan dan digunakan untuk menghasilkan komponen dengan bentuk akhir yang mendekati desain yang diinginkan. Proses ini melibatkan pencampuran serbuk logam yang berbeda, mengompaksinya dalam cetakan untuk membentuk bentuk tertentu, dan kemudian melakukan sintering didalam furnace (tungku pemanas). Sintering adalah suatu proses pemanasan serbuk yang terkondensasi hingga hampir mencapai titik lelehnya, sehingga partikel serbuk saling mengikat dan membentuk material yang padat dan kuat. Metode ini memungkinkan produksi komponen dengan toleransi yang tinggi dan minim

pemborosan material. Proses metalurgi serbuk biasanya menghasilkan porositas yang berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik produk. Proses lain seperti pengecoran juga digunakan untuk membuat paduan, tetapi memiliki kendala dalam menjaga homogenitas, karena partikel penguat sering mengendap atau mengapung, menghasilkan perbedaan berat jenis.

Metode Taguchi adalah teknik eksperimen untuk meningkatkan kualitas produk dan proses secara simultan, yakni meminimalkan penggunaan sumber daya untuk mencapai hasil yang optimal dan efisien. Metode ini menggunakan desain eksperimen yang sistematis dan efisien untuk mengidentifikasi faktor-faktor berpengaruh terhadap variasi dalam proses produksi dan untuk menentukan kombinasi parameter yang menghasilkan kinerja terbaik. Dengan demikian, Metode Taguchi membantu dalam mengurangi biaya produksi, meningkatkan kualitas, dan mengoptimalkan proses manufaktur (Soejanto, 2009).

Optimization pengaruh paduan bahan komposit yang diperkuat abu terbang, aluminium dan *zinc stearate* dengan metode metalurgi serbuk terhadap sifatmekanik dan fisik dengan beberapa parameter pengujian dan dianalisismetode *taguchi*.

Berdasarkan hal tersebut akan dilakukan pembuatan komposit dengan *zinc stearate* sebagai penguat, ditambah serbuk alumunium sebagai matrik dan *zinc stearate* sebagai pengikat. Kemudian dilakukan proses pencampuran *Fly Ash*, Alumunium, dan *Zinc Stearate*, setelah itu dipadatkan atau dikompaksi, terakhir setelah pencampuran dan pemadatan dilakukan proses *sintering* pada serbuk yang telah dipadatkan.

Selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk optimasi pengaruh fraksi volume *fly ash* alumunium *zinc stearate* terhadap densitas, porositas dan kekerasan yang dianalisa dengan metode *Taguchi*.

Metode Taguchi melibatkan pengendalian kualitas luar jaringan (*off-line quality control*), yang berarti pengendalian kualitas yang dilakukan agar mencegah masalah sebelum terjadi, seperti melalui desain produk atau proses

sebelum tahap produksi massal. Pengendalian kualitas luar jaringan ini dilakukan pada awal siklus hidup produk atau pada awal proses produksi untuk memastikan bahwa potensi masalah kualitas dapat diminimalkan dari awal. Metode eksperimen Taguchi bertujuan meningkatkan kualitas produk dengan cara mengidentifikasi dan mengoptimalkan faktor-faktor yang mempengaruhi variasi dan performa produk, sehingga hasil akhir produk memiliki kualitas yang lebih tinggi dan konsisten.. Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian yang berjudul “**Optimasi Pengaruh Fraksi Volume Fly Ash Alumunium Zinc Stearate Terhadap Densitas Porositas dan Kekerasan dengan Metode Taguchi**”.

1.2 Rumusan Masalah

Sesuai latar belakang di atas, subjek penelitian ini adalah pengaruh paduan serbuk dari hasil pembuatan metal matrik komposit *fly ash*, alumunium dan *zinc stearate* sebagai penguat terhadap densitas, porositas dan kekerasan dengan metode *taguchi*. Sehingga didapatkan hasil komposit yang optimal.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Proses pembuatan komposit dengan metode metalurgi serbuk. Untuk mengetahui densitas, porositas, kekerasan dengan fraksi volume yang telah ditentukan dengan eksperimen dan pengujian.
2. Fraksi volume yang ditentukan:
 1. *Fly ash* (20%), Alumunium (75%) dan *Zinc Stearate* (5%)
 2. *Fly ash* (25%), Alumunium (70%) dan *Zinc Stearate* (5%)
 3. *Fly ash* (30%), Alumunium (65%) dan *Zinc Stearate* (5%)
3. Pengujian yang dilakukan:
 1. Pengujian densitas dan porositas.

2. Pengujian kekerasan.

3. Pengujian XRD (*X-ray Diffraction*)

4. Pengujian SEM

4. Penekanan dilakukan dengan *single action punch*

5. Metode *Trial and eror*

6. Untuk analisis fraksi volume dengan metode taguchi.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Optimalisasi pengaruh metal matriks komposit dengan paduan *fly ash*, alumunium, dan *zinc stearate* terhadap densitas, porositas dan kekerasan dengan metode *taguchi*.
2. Untuk mengetahui komposisi yang terbaik dalam paduan *fly ash*, alumunium, dan *zinc stearate* dengan fraksi volume yang telah ditentukan.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk mempelajari proses tentang komposit berbahan *fly ash*, alumunium, dan *zinc stearate*.
2. Penelitian ini memberikan wawasan tentang perubahan sifat mekanik material komposit setelah diuji.
3. Hasil dari penelitian dapat digunakan untuk mengetahui kekuatan dan kekerasan material setelah diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Alim, M. I. dkk. (2017). Densitas dan Porositas Batuan. January, 1–4.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21184.89607>.
- Ariati, A. Z. M. (2006). Pengaruh Suhu Pemanasan dan Waktu Tahan Terhadap Karakterisasi Material Komposit Logam AL / SiC Hasil Infiltrasi Tanpa Tekanan. 10 (january), 18–23.
- Beinas, j. dkk. (2003). *Microstructure And Corrosion Behaviour Of Aluminum Fly Ash Composites. Optoelectronics and Advanced Materials*, June.
- Fathliansyah P, M. (2016). Pengaruh Ukuran Serbuk Abu Terbang Batubara Terhadap Laju Keausan Komposit Abu Terbang Batubara / *Phenolic Digital Repository Unila*, November.
- Gibson, R. F. (2016). *Principles Of Composite Material Mechanics Edition 4TH*.
- Gikunoo, E. (2004). *Effect of Fly Ash Particles on the Mechanical Properties and Microstructure of Aluminium Casting Alloy A535*. November.
- Hadisaputra, Muhammad Ilyastommy and Hadi, Q. (2019). Optimasi Korosi Pada Penguatan Material Komposit Alumunium *fly-ash* Dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Sriwijaya University*, 1(July), 1–2.
- Haumahu, P. W. & W, T. (2011). Optimalisasi Produk dengan Menggunakan Metode Perancangan Toleransi Taguchi. 978–979.
- Ikhsan, F. (2016). Pengaruh Tekanan dan Temperatur Pada Proses *Hot Pressing* Terhadap Kekerasan Komposit AbuTerbang Batubara/*Phenolic*. Universitas Lampung, Oktober.
- Karima, H. (2015). Pengaruh Besar Tekanan *Compacting* Pada Silinder Serbuk Duralumin *Powder Metallurgy* terhadap Kekerasan dan Porositas (pp. 8–11).
- Munir, M. (2008). Pemanfaatan Abu batubara (Fly Ash) Untuk Hollow Block

Yang Bermutu Dan Aman Bagi Lingkungan. Universitas Diponegoro.

- Nugraha, A. C. (2010). Universitas Indonesia Pengaruh Temperatur Sinter Terhadap Karakteristik Komposit Batubara – *Coal Tar Pitch*. Universitas Indonesia.
- Pratama, M. Dandy Putra. (2021). Pengaruh Temperatur Sintering Pada Pembuatan Komposit Matrik Keramik Kalsium Karbonat Berpenguat Fly Ash Terhadap Densitas Dan Kekuatan Tekan. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Ramadhonal, S. (2010). Pembuatan Komposit Matriks Logam Berpenguat Keramik (Al / SiC) Dicampur Kayu Program Studi Fisika.
- Seprianto, D. (2010). Pengaruh Kompaksi dan *Holding Time* Terhadap Densitas Paduan Alumunium/*Fly Ash* Yang Dibuat Dengan Metallurgi serbuk. 2(April), 1–7.
- Subarmono, Jasmari Kusnanto, Wildan M. (2008). Pemanfaatan Limbah Abu Terbang Sebagai Penguat *Alumunium Matrix Composite* . Jurnal Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Vol.10, No.2. Yogyakarta.
- Surya, Rayana Djaka. dkk. (2020). Studi Pemanfaatan Limbah Abu Terbang (*Fly Ash*) Dan Alumunium Daur Ulang Sebagai Pengganti Material Bantalan Luncur. Jurnal Tenik Mesin. Politeknik Sriwijaya. Vol.1, No.1. Palembang.
- Yuono, L. A. (2016). Ketahanan Aus Komposit Abu Terbang (*Fly Ash*) Batubara / *Phenolic* . *Digital Repository Unila, March*.