

# **SKRIPSI**

## **ANALISA SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT 86Al 1020 - 12Fly Ash - 2Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)**

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



**AHMAD SUMADI**

**03051281621052**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

# **SKRIPSI**

## **ANALISA SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)**

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



**OLEH :**

**AHMAD SUMADI**

**03051281621052**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

# HALAMAN PENGESAHAN

## ANALISA SIFAT MEKANIK PADA KOMPOSIT 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)

### SKRIPSI

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

Oleh:

**AHMAD SUMADI**  
**03051281621052**



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

Indralaya, Februari 2021  
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 : AHMAD SUMADI**

**NIM : 03051281621052**

**JURUSAN : TEKNIK MESIN**

**JUDUL : ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT 86 AL 1020 -  
12 FLY ASH - 2 Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES  
*DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)***

**DIBERIKAN : 17 FEBRUARI 2020**

**SELESAI : 16 FEBRUARI 2021**

Indralaya, Maret 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Irsyadi Yan S.T, M.Eng, Ph.D**

**NIP. 197112251997021001**

Diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Skripsi

**Qomarul Hadi, S.T, M.T**

**NIP.196902131995031001**

# HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisa Sifat Mekanik Komposit 86 AL 1020 – 12 Fly Ash – 2 Mg Yang Dibuat Dengan Proses Direct Melt Oxidation (DIMOX) : Sifat Mekanis dan Kinerja Pengolahan Komposit” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada 16 Februari 2021.

Indralaya, Februari 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi,

Ketua :

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

Anggota :

2. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T  
NIP. 196307191990032001
3. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 198106302006041001

*Agung Mataram* 17/2/21  
(.....)  
*Diah Kusuma Pratiwi*  
(.....)  
*Barlin*  
(.....)



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

Indralaya, Februari 2021

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi

*Qomarul Hadi*

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

# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Sumadi

NIM : 03051281621052

Judul : Analisa Sifat Mekanik Komposit 86 AL 1020 – 12 Fly Ash – 2  
Mg Yang Dibuat Dengan Proses Direct Melt Oxidation (DIMOX)

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya 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 aturan yang berlaku.

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



Indralaya, Maret 2021



Ahmad Sumadi

NIM. 03051281621052

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Sumadi  
NIM : 03051281621052  
Judul : Analisa Sifat Mekanik Komposit 86 AL 1020 – 12 Fly Ash – 2  
Mg Yang Dibuat Dengan Proses Direct Melt Oxidation (DIMOX)

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.

Indralaya, Maret 2021

A handwritten signature in black ink, consisting of a large capital 'A' followed by 'hmad' and a long horizontal stroke extending to the right.

Ahmad Sumadi

NIM. 03051281621052

# KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh*

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES *DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)*”.

Pada kesempatan kali ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas semua bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan Tugas Akhir ini kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Karya Ilmiah berupa Proposal Penelitian;
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;
3. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan juga selaku Dosen pembimbing akademik selama masa kuliah di Jurusan Teknik dan seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin yang sudah memberikan ilmu yang bermanfaat dan pengarahan perihal jalannya masa perkuliahan;
4. Bapak Qomarul Hadi, S.T, M.T. selaku Dosen pembimbing penulis yang sudah memberikan ilmu yang bermanfaat, arahan dan motivasi yang baik kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini;
5. Kedua Orang Tua penulis yaitu Bapak Gatot Subroto dan Ibu Nurhidayah, dan kedua saudara kandung penulis yaitu Hoirul Anwar dan Mifta Huljannah, yang senantiasa mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis dari awal perkuliahan hingga dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini;
6. Karyawan dan staff jurusan Teknik Mesin yaitu Bapak Sapril, Bapak Yanuar, Bapak Iwan, Bapak Suyatno selaku koordinator Laboratorium Metallurgi

Teknik Mesin dan seluruh koordinator Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya;

Penulis menyadari bahwa Proposal Penelitian yang dilakukan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar Proposal Penelitian ini menjadi lebih baik dikemudian hari. Akhir kata penulis berharap agar Karya Ilmiah berupa Proposal Penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

*Wassalammualaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.*

Indralaya, Maret 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ahmad', enclosed within a circular scribble.

Ahmad Sumadi

NIM. 03051281621052

# RINGKASAN

ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES *DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)*. Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Februari 2021

Ahmad Sumadi ; Dibimbing oleh Qomarul Hadi, S.T., M.T.

MECHANICAL PROPERTIES ANALYSIS OF COMPOSITE 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg MADE USING DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX) PROCESS.

XXVII + 64 halaman, 8 tabel, 29 gambar,

## RINGKASAN

Pada perkembangan ilmu pengetahuan yang telah di dapat, maka mengembangkan suatu teknologi yang baru itu sangat penting yaitu dengan membuat sebuah komposit. Karena pada dasarnya komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa yang bersifat gabungan yaitu gabungan antara bahan matriks atau biasa dikenal sebagai pengikat seperti yang sering di gunakan yaitu aluminium dengan penguat serbuk ataupun serat, kemudian keduanya digabungkan dan dari penggabungan tersebut akan menghasilkan sebuah material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya, sehingga dapat direncanakan suatu material komposit yang diinginkan. Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait dengan pembuatan komposit yang bermatrik Aluminium 1020 dengan serbuk Fly ash dan Magnesium dengan menggunakan proses *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*, tujuannya untuk menganalisis sifat mekanik dari komposit tersebut kemudian menganalisis perubahan bentuk struktur mikro dan menganalisis pengaruh perubahan waktu pada pembuatan komposit. Metodologi penelitian ini dimulai dengan mencari, mempelajari sekaligus memahami studi literatur yang berupa jurnal-jurnal, buku-buku dan bahkan karya tulis ilmiah yang berhubungan dengan komposit tujuannya agar mendapatkan suatu pembelajaran yang baru dari penelitian sebelumnya. Untuk mengetahui sifat

mekanik dari komposit tersebut maka pada setiap spesimen dilakukan pengujian terhadap kekerasan *Brinell* dengan menggunakan alat uji kekerasan *Brinell Hardness Tester* dan menggunakan standar JIS Z 2202, dan dilakukan pengamatan struktur mikro komposit dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Komposit disiapkan dalam 3 bentuk *holding time* perbandingan dengan komposisi (%berat) campuran material komposit berbeda-beda yakni Aluminium 1020 86%, Fly Ash 12%, dan Magnesium 2%. Kemudian proses peleburan Aluminium dan pencampuran Fly Ash dengan Magnesium menggunakan alat *Furnace* dengan metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*, kemudian dilakukan penyaluran oksigen kedalam *Furnace* agar terdapat tekanan didalamnya dan aluminium juga akan teroksidasi, kemudian dilakukan pencapaian suhu didalam *Furnace* hingga 900°C. Setelah itu diberikan waktu tahan dengan 3 variasi yakni 4 jam, 5 jam dan 6 jam. Selanjutnya komposit yang sudah mencapai suhu dan waktu tahan yang telah ditentukan, maka dilakukan pendinginan secara *normalizing*, setelah itu dilakukan pembuatan spesimen dengan standar masing-masing pengujian. Setelah spesimen komposit telah disiapkan maka dilanjutkan dengan pengujian kekerasan Brinell juga Scanning Electron Microscope dan diambil data serta hasil dari penelitian ini. Dari hasil pengujian kekerasan *Brinell* pada komposit 4 jam menunjukkan nilai BHN rata-rata 49,00816 kgf/mm, kemudian komposit 5 jam menunjukkan nilai BHN rata-rata 51,80066 kgf/mm, dan pada komposit 6 jam menunjukkan nilai BHN rata-rata 56,64983 kgf/mm. Untuk pengamatan struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscopy* dengan pembesaran 200x, 2000x dan 5000x, dari pengamatan yang telah dilakukan, bahwa struktur mikro dari komposit yang telah diuji bahwa semakin lama *holding time* yang digunakan pada saat peleburan logam tersebut, maka akan terlihat semakin kecil poros dan pori-porinya. Jadi, spesimen komposit yang memiliki pori yang paling rapat yaitu pada spesimen komposit dengan *holding time* 6 jam.

Kata Kunci :DIMOX, Kekerasan Brinell, SEM, Holding Time, Fraksi Volume.

Kepustakaan : 16 ( 1975 -2018 )

# SUMMARY

MECHANICAL PROPERTIES ANALYSIS OF COMPOSITE 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg MADE USING DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX) PROCESS.

Scientific Writing in the Form of a Thesis, February 2021

Ahmad Sumadi; Supervised by Qomarul Hadi, S.T., M.T.

ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT 86 AL 1020 - 12 FLY ASH - 2 Mg YANG DIBUAT DENGAN PROSES *DIRECT MELT OXIDATION (DIMOX)*.

XXVII + 64 pages, 8 table, 29 images,

## SUMMARY

In the development of science that has been obtained, developing a new technology is very important, namely by making a composite. Because composites are a number of multi-phase systems that are combined, namely a combination of matrix or known by the call binder materials as is often used, namely aluminum with powder reinforcement or fiber, and then both combined from the combination will produce a composite material that has different mechanical properties and characteristics from the forming material, so that a desired composite material can be planned. Based on the background previously described, the authors are interested in conducting research related to the manufacture of composites with aluminum 1020 as a matrix with Fly ash and Magnesium powder using the Direct Melt Oxidation (DIMOX) process, the purpose is to analyze the mechanical properties of the composite then analyze the change in shape. microstructure and analyze the effect of changing time on composite manufacturing. This research methodology begins by looking for, studying and understanding literature studies in the form of journals, books and even scientific papers related to the composite goals in order to get a new lesson from previous research. To understand mechanical properties from the composite each specimen was tested for the composite Brinell hardness using the Brinell Hardness Tester and using the JIS Z 2202 standard, and the composite

microstructure was observed using the Scanning Electron Microscopy (SEM) tool. Composites were prepared in 3 forms of holding time ratio with different compositions (wt%) of composite material mixtures, namely aluminum 1020 86%, Fly Ash 12%, and Magnesium 2%. The process of smelting Aluminum and mixing Fly Ash with Magnesium using a Furnace with the Direct Melt Oxidation (DIMOX) method, then channeling oxygen into the furnace so that there is a pressure in it and then the aluminum got oxidations too, then igniting the temperature in the furnace to 900°C. After that it is given holding time with 3 variations, 4 hours , 5 hours and 6 hours. Furthermore, the composite that has reached the specified temperature and holding time is then cooled by normalizing, after which the specimen is made with the standards of each test. After the composite specimen had been prepared, it was continued with testing the data and results of this study were taken by using Brinell Hardness Tester and Scanning Electron Microscope. From the results of the Brinell hardness test on 4 hours composite , it shows the average BHN value of 49.00816 kgf/mm, then 5 hours composite shows the average BHN value of 51.80066 kgf/mm, and on 6 hours composite shows the average BHN value of 56.64983 kgf/mm. For microstructure observations using Scanning Electron Microscopy with zooming of 200x, 2000x, and 5000x, from the observed we did that micro structure from the composite were done testing, depends on used holding time from the casting process from the steel, it looks like the pores and porous looking tight. So, the composite specimen from the 6 hours holding time is the tightest.

Key Word : DIMOX, Brinell Hardness, Scanning Electron Microscope, Holding Time, Volume Fraction.

Literature : 16 ( 1975 -2018 )

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xxv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xxvii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Hipotesis .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Komposit .....	7
2.1.1 Matriks .....	8
2.1.2 Reinforcement / Filler .....	8
2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Matriks .....	9
2.3 Material Komposit.....	10
2.4 <i>Metal Matrix composites</i> .....	10
2.5 Aluminium .....	11
2.5.1 Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Aluminium .....	13
2.5.2 Klasifikasi dan Penggolongan Aluminium .....	13
2.6 <i>Fly Ash</i> .....	14
2.6.1 Sifat Fisik <i>Fly Ash</i> .....	18
2.7 Magnesium (Mg).....	20
2.8 <i>Direct Melt Oxidation</i> .....	20
2.9 Metode Peleburan Logam .....	23
2.9.1 Metode Peleburan Logam <i>Stir Casting</i> .....	23
2.9.2 Metode Peleburan Logam Dengan Peroses <i>DIMOX</i> .....	25
2.10 Pengujian Sifat Mekanik.....	25

2.10.1	Pengujian Kekerasan .....	26
2.10.1.1	Uji Kekerasan <i>Brinell</i> .....	26
2.10.1.2	Uji Kekerasan <i>Rocwel</i> .....	27
2.10.1.3	Uji Kekersan <i>Vickers</i> .....	28
2.10.2	Pengujian Scanning Electron Microscopy (SEM).....	30
2.11	Sumber Literatur Penunjang Penelitian.....	31
<b>BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>		<b>37</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	37
3.2	Tahapan Persiapan Metode Penelitian .....	38
3.3	Studi Literatur .....	38
3.4	Persiapan Alat .....	38
3.5	Persiapan bahan.....	38
3.6	Proses Sebelum Pencairan Aluminium dan Pencampuran.....	39
3.7	Peroses Pembuatan Material Komposit.....	39
3.8	Pendinginan Logam.....	40
3.9	Pembuatan Spesimen.....	41
3.9.1	Sepesimen Uji Kekerasan.....	41
3.10	Metode Pengujian.....	42
3.10.1	Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i> .....	42
3.10.2	Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	44
3.11	Analisa dan Pengolahan Data.....	45
3.12	Tempat dan Waktu Penelitian .....	45
3.13	Hasil Yang Diharapkan .....	46
<b>BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>47</b>
4.1	Analisa Data Pengujian .....	47
4.2	Hasil Pengolahan Data Uji Kekerasan <i>Brinell</i> .....	48
4.3	Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	53
4.3.1	Pengamatan <i>SEM</i> Pada Spesimen Komposit 4 jam .....	54
4.3.2	Pengamatan <i>SEM</i> Pada Spesimen Komposit 5 jam.....	56
4.3.3	Pengamatan <i>SEM</i> Pada Spesimen Komposit 6 jam.....	58
4.4	Pembahasan .....	60

<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>i</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Crucible Stircasting .....	3
Gambar 2.1	Klasifikasi komposit Berdasarkan bentuk dari matriks-nya.....	9
Gambar 2.2	Aluminium.....	11
Gambar 2.3	Terbentuknya fly ash dan bottom ash.....	15
Gambar 2.4	Diagram Blok terbentuknya fly ash.....	16
Gambar 2.5	Partikel fly ash.....	18
Gambar 2.6	Proses <i>Direct Metal Oxidation (DIMOX)</i> .....	21
Gambar 2.7	Mekanisme proses ( <i>DIMOX</i> ) (Courtesy of Lanxide Corporation)	21
Gambar 2.8	Perinsip Kerja Uji Kekerasan Pada Material Metode Brinell .....	27
Gambar 2.9	Perinsip Kerja Uji Kekerasan Pada Material Metode Vickers .....	39
Gambar 2.10	Mesin <i>Scanning Electron Microscopy</i> Joel Type JSM-6390A .....	31
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian .....	37
Gambar 3.2	Mesin Furnace Yang Digunakan Untuk Peleburan Logam.....	40
Gambar 3.3	Skema Spesimen Uji Kekerasan Standar JIS Z 2202.....	41
Gambar 3.4	Mesin <i>Scanning Electron Microscope</i> .....	45
Gambar 4.1	Sepesimen Hasil Uji Kekerasan .....	49
Gambar 4.2	Gerafik Nilai Kekerasan Rata-Rata Pada Material Komposit Holding Time 4 jam Dengan Beban 500 kgf.....	51
Gambar 4.3	Gerafik Nilai Kekerasan Rata-Rata Pada Material Komposit Holding Time 5 jam Dengan Beban 500 kgf.....	51
Gambar 4.4	Gerafik Nilai Kekerasan Rata-Rata Pada Material Komposit Holding Time 6 jam Dengan Beban 500 kgf.....	52
Gambar 4.5	Grafik Gabungan K4, K5 & K6 nilai kekerasan <i>Brinell</i> rata-rata dengan beban 500 kgf.....	52
Gambar 4.6	Pengamatan SEM pada komposit 4 jam Pembesaran 200x.....	54
Gambar 4.7	Pengamatan SEM pada komposit 4 jam Pembesaran 2000x.....	55

Gambar 4.8	Pengamatan SEM pada komposit 4 jam Pembesaran 5000x.....	55
Gambar 4.9	Pengamatan SEM pada komposit 5 jam Pembesaran 200x.....	56
Gambar 4.10	Pengamatan SEM pada komposit 5 jam Pembesaran 2000x.....	57
Gambar 4.11	Pengamatan SEM pada komposit 5 jam Pembesaran 5000x.....	57
Gambar 4.12	Pengamatan SEM pada komposit 6 jam Pembesaran 200x.....	58
Gambar 4.13	Pengamatan SEM pada komposit 6 jam Pembesaran 2000x.....	59
Gambar 4.14	Pengamatan SEM pada komposit 6 jam Pembesaran 5000x.....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat mekanik aluminium .....	13
Tabel 2.2	Sifat fisik aluminium.....	13
Tabel 2.3	Komposisi kimia pembeda fly ash tipe F & C .....	17
Tabel 2.4	Komposisi kimia fly ash dari beberapa jenis batubara .....	19
Tabel 2.5	MMC Al-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dan Al-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / MnO <sub>2</sub> MMC diproses melalui oksidasi dan aduk langsung casting pada suhu 750° C .....	23
Tabel 2.6	Referensi Penelitian yang telah dilakukan .....	32
Tabel 3.1	Data awal hasil pengujian kekerasan Brinell pada komposit Al+fly ash+Mg .....	43
Tabel 4.1	Data Awal Kekerasan <i>Brinell</i> .....	50

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

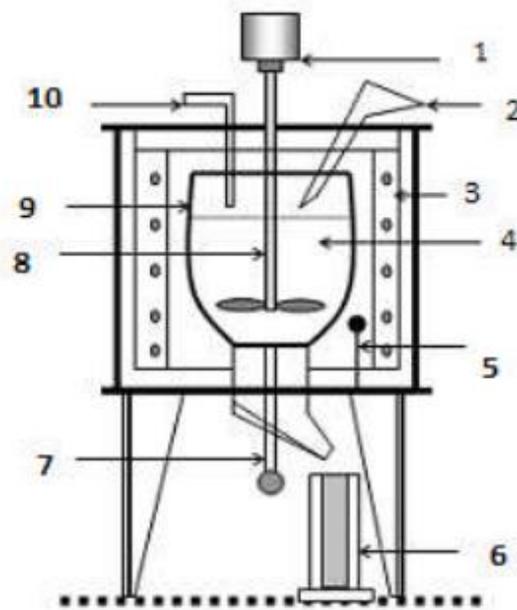
Pada perkembangan ilmu pengetahuan yang telah di capaimaka dapatmengembangkan suatu teknologi yang baru yaitu dengan membuat sebuah komposit, karena komposit merupakan salah satu solusinya(Sahari, 2013). Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa yang bersifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat seperti yang sering di gunakan yaitu aluminium dengan penguat serbuk ataupun serat, kemudian digabungkan dan dari penggabungan tersebut akan menghasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya, sehingga dapat direncanakan suatu material komposit yang diinginkan (Muhajir et al., 2016).

Salah satu material yang di gunakan untuk pengembangan komposit yaitu *Fly Ash* atau abu terbang yang di hasilkan dari sisa hasil bakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), hasil dari memanfaatkan abu terbang ini merupakan salah satu cara mengurangi limbah-limbah yang dapat mengganggu masyarakat, oleh karna itu abu terbang ini di gunakan untuk penelitian di bidang komposit yang berperan sebagai penguat dari matrik aluminium yang biasa di sebut *Aluminium Matrix Composite (AMC)*, jika dilihat dari sudut pandang lingkungan pemanfaatan ini sangat menguntungkan, karena ada banyak abu terbang yang di hasilkan dari reaksi pembakaran batubara dan dapat mengakibatkan polusi udara pada lingkungan. Dengan adanya pemanfaatan *fly ash* ini yang di gunakan sebagai penguat material komposit dapat meningkatkan sifat mekanik dari komposit tersebut, seperti bertambahnya atau meningkatnya kekerasan serta kekuatan dan juga dapat mengurangi berat aluminium itu sendiri dalam proses atau metode apapun itu, kemudian seperti proses-proses yang pernah di lakukan diantaranya adalah pembuatan komposit dengan pabrikasi *Metal Matrix Composite (MMC)* dengan metode infiltrasi, pabrikasi *Metal Matrix*

*Composite (MMC)* dengan metode *squeeze casting*, pabrikan *Metal Matrix Composite (MMC)* menggunakan metode infiltrasi dan dengan tekanan, pabrikan *Metal Matrix Composite (MMC)* dengan metode dispersi, dan pabrikan *Metal Matrix Composite (MMC)* dengan metode *stirrcasting* (Zamheri, 2011).

Secara umum komposit merupakan sebuah kombinasi material dari dua ataupun juga lebih material yang di gabungkan dengan campuran yang heterogen, sifat mekanik tiap bahan penyusunnya tidak sama (Maryanti, 2011). Pada penelitian ini penulis akan menciptakan suatu komposit yaitu *Metal Matrix Compositi (MMC)* dan metode yang di gunakan adalah metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)* yang artinya proses pembuatan atau di produksi melalui oksidasi langsung dari lelehan logam. Kemudian matrik yang di gunakan untuk pengujian ini yaitu material aluminium dan penguatnya adalah serbuk *fly ash* serta serbuk *magnesium (Mg)* sebagai pembasah (QomarulHadi, 2018).

Sebelum memasuki rumusan masalah berikut ini adalah ringkasan dari penelitian yang pernah di lakukan oleh Zamheri ahmad pada tahun 2011 yaitu pengaruh waktu pencampuran, fraksi volume partikel SiC dan ukuran butir pada sistem pengecoran pencampuran terhadap kekerasan MMC Al 6061-SiC. Didalam proses *stirring casting* yaitu proses dalam membuat material komposit dengan menuangkan logam yang awalnya sudah terjadi proses pengadukan pada situasi suhu tetanya lebih tinggi dari suhu liquid. Proses ini didasari pada gabungan bahan yang juga masuk ke dalam logam cair dalam bentuk partikel penguat. Setelah dispersi ditambahkan, lelehan diaduk sebentar untuk mendapatkan bubuk yang seragam, kemudian dituang ke dasar krus dan ditempatkan dalam cetakan. Hal yang menguntungkan dari metode ini ialah bisa diterapkan pada jenis partikel penguat yang tidak dapat dibasahi oleh logam liquid. Material yang tidak dapat dibasahi akan terdispersi dengan gaya pengadukan mekanis, yang akan membuat partikel padat tersimpan didalam logam liquid (QomarulHadi, 2018).



**Gambar 1.1** Crucible Stircasting(QomarulHadi, 2018).

Berikut keterangan dari gambar di atas.

1. Motor listrik
2. Lubang muatan
3. Elemen pemanas
4. Logam cair
5. Krusibe
6. Cetakan logam
7. Batang penyumbat
8. Batang pengaduk
9. Krusibe
10. Lubang saluran gas

Kesulitan dalam menggunakan metode stir casting untuk pembuatan material komposit terletak pada infiltrasi fasa logam cair, yang terkait dengan peningkatan keterbasahan partikel. Secara umum, partikel penguat senyawa keramik seperti SiC, B<sub>4</sub>C serta karbida mempunyai keterbasahan buruk pada logam cair. Hal ini dikarenakan partikel penguat relatif rendah pada energi permukaan dan oleh karena itu tidak dapat memberikan pembasahan lengkap pada logam cair. Oleh karena itu, biasanya diperlukan penggunaan logam magnesium

untuk mengubah energi permukaan menjadi energi yang lebih tinggi. Penambahan logam magnesium menyebabkan peningkatan suhu cairan logam dan penurunan tegangan permukaan logam cair, mengakibatkan basah pada aktivasi permukaan partikel [5], dan sudut kontak yang cukup kecil akan menjadi terbentuk, dan menunjukkan peningkatan sudut kontak. Semakin basah partikelnya, semakin mudah untuk mengendap

## 1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini dapat di rumuskan masalah pada proses yang mempengaruhi pembuatan *Metal Matrix Composite (MMC)* yang bermaterial Al + *fly ash* dan Mg agar dapat menganalisis sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanik dari komposit dan dengan menggunakan metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*.

## 1.3 Batasan Masalah

Banyak permasalahan-permasalahan yang mempengaruhi dalam pembuatan komposit tersebut, adapun cara untuk mengetahui sifat mekanik komposit proses pembuatannya harus di batasi masalah yaitu:

1. *Fly Ash* yang di gunakan adalah yang tipe C.
2. Matriks yang di gunakan adalah Aluminium 1020.
3. Fraksi volume *fly ash* 12 wt%, magnesium 2wt%, dan sisnya Al 1020 86 wt%.
4. Temperatur yang di gunakan pada proses pembuatan komposit dengan metode *Direct Metal Oxidation (DIMOX)* adalah 900 °C (konstan).
5. Waktu yang di gunakan untuk pemanasan atau waktu tahan pada saat pencairan logam bervariasi yaitu 4 jam, 5 jam dan 6 jam.
6. Sifat mekanik yang ada yaitu uji kekerasan *vickers* dan uji *Scanning Electron Microscopi (SEM)* dengan metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis sifat mekanik dari matrik Al yang di kombinasikan *fly ash* dan Mg dengan proses *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*.
2. Untuk menganalisis perubahan bentuk struktur mikro material komposit dengan proses *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*.
3. Untuk menganalisis pengaruh perubahan waktu pada pembuatan komposit pada proses *Direct Melt Oxidation (DIMOX)* terhadap waktu uji.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Berikut ini berbagi manfaat yang ada dalam penelitian ini yaitu:

1. Dapat memperbanyak proses metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)* dalam pembuatan komposit Al + *fly ash* + Mg.
2. Dapat memperkaya kajian mengenai pengaruh penguatan material komposit aluminium serta *fly ash* dan magnesium terhadap sifat mekanik dan mempelajari struktur mikronya.
3. Memperoleh perbandingan hasil sifat mekanik material komposit Al+ *fly ash* + Mg.
4. Dapat dipakai sebagai referensi untuk penelitian yang akan datang terkhusus pada pencampuran Al + *fly ash* + Mg menggunakan metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)*.

#### 1.6 Hipotesis

Pada pengembangan suatu komposit yang bermatrik aluminium dengan penguat *fly ash* dan di tambah magnesium dengan metode *Direct Melt Oxidation (DIMOX)* adalah suatu cara untuk meningkatkan ketangguhan dari komposit yang diawali dengan aluminium, kemudian di lakukan penambahan material lain yang memiliki kekuatan lebih yaitu *fly ash* dan juga di tambahkan magnesium, adapun kesulitan yang mungkin akan terjadi pada pembuatan *Metal Matrix Composite*

(MMC) adalah menggabungkan material penyusunnya ( Al + *fly ash* + Mg) karena sudut kontak aluminium di tambahkan *fly ash* ini cukup besar sehingga diperlukan penambahan agen pembasah yaitu magnesium (Mg) yang di campur didalam matrik, gunanya demi meminimalisir sudut kontak antara Al + *fly ash* itu sendiri dan juga tujuannya untuk mengurangi energy permukaan, sehingga dapat membantu terjadinya reaksi antarmuka yang akan menghasilkan suatu *Metal Matrix Composite (MMC)* yang lebih sempurna dari material sebelumnya, dengan bertambahnya persentase Mg dan juga suhu, proses ini diharapkan kekerasan serta ketangguhan yang di miliki *Metal Matrix Composite (MMC)* tersebut meningkat (Sahari, 2013).

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka hipotesis dalam penelitian ini disusun sebagai berikut. Tahapan pertama yaitu penyiapan bahan material yang akan di gunakan yaitu aluminium, *fly ash*, dan magnesium (Mg), selain material yang harus di siapkan ada beberapa alat-alat yang di gunakan seperti tungku induksi, cetakan, jar test, dan alat bantu lainnya. Tahapan kedua pemotongan aluminium yang di butuhkan dan pencampuran *fly ash* 12% dan Mg 2% dengan menggunakan jar test agar tercampur rata dengan kecepatan 50 rpm. Tahapan ketiga yaitu pencampuran 86% Al 1020 + 12%*fly ash*+ 2%Mg dan langsung di masukan ke dalam tungku induksi. Tahapan ke empat yaitu pencairan 86% Al 1020 + 12%*fly ash*+ 2% dengan menggunakan temperatur 900°C (konstan) dan holding time yang di gunakan ini bervariasi 4 jam, 5 jam dan 6 jam. Mengapa penulis menggunakan temperatur dan holding time seperti ini karena pada pencairan aluminium titik leburnya adalah 660°C akan tetapi ini di kobinasikan dengan bahan material lain maka suhu tersebut mungkin saja sudah mencairkan aluminium akan tetapi agar pencampurannya lebih merata maka penulis menggunakan temperatur 900°C, dan menggunakan waktu tahan yang bervariasi 4 jam hingga 6 jam agar pencairan dan pencampuran ini lebih merata, dan dengan menggunakan waktu tahan yang bervariasi kita dapat menganalisis yang mana komposit yang lebih baik dan sempurna nantinya. Kemudian agar kita dapat mengetahui sifat-sifat mekaniknya penulis akan melakukan beberapa pengujian yaitu pengujiankekerasan *Brinell* dan pengujian *Scanning Electron Microscopi (SEM)*.

## DAFTAR RUJUKAN

- Agus Suprihanto, B.S., 2006a. Pengujian Mekanik Dan Fisik Pada Metal Matrix Composite (Mmc) Aluminium Fly Ash. *Rotasi (Semarang)* 8, 50–57.  
<https://doi.org/10.14710/rotasi.8.4.50-57>
- Agus Suprihanto, B.S., 2006b. Pengujian Mekanik Dan Fisik Pada Metal Matrix Composite (MMC) 8, 50–57.
- Alderson, J. Charles & Wall, D., 1992. aluminium. *Japanese Soc. Biofeedback Res.* 19, 709–715. [https://doi.org/10.20595/jjbf.19.0\\_3](https://doi.org/10.20595/jjbf.19.0_3)
- Calliester, 2007, 2007. landasan teori uji impact 10–50.
- Francisco, A.R.L., 2013. pengujian impact. *J. Chem. Inf. Model.* 53, 1689–1699.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Kaushik, T., Singh, S., Singh, V., Verma, V., Tirth, V., 2012. A Novel Technique to Develop Al-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MMCs by Direct Oxidation of Al Melt and Characterization of Developed Composites. *Int. J.* 2, 13–21.
- M Adriansyah, 2015. Penguatan material komposit bermatrix Al, dengan penguat FLY ASH, dengan metode Solution Treatment. Penguatan Mater. komposit bermatrix Al, dengan penguat FLY ASH, dengan Metod. Solut. Treat. 17–18.
- Maryanti, 2011. Pengertian Komposit Secara Umum 1–38.
- Muhajir, M., Mizar, M.A., Sudjimat, D.A., 2016. Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak. *J. Tek. Mesin* 24, 1–8.
- Nurun Nayiroh, 1385. Teknologi Material Komposit.
- QomarulHadi, 2018. Pengaruh Pengadukan Dengan Variasi *Simple Padlle Blade* Terhadap Kehomogenan Dan Sifat Mekanik Komposit Al - Fly Ash Dengan Metode Stir Casting Tanpa Pembasahan.

Sahari, G. n. A., 2013. Komposit matrik keramik AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al hasil proses DIMOX. 59, 145–150. <https://doi.org/10.7868/s0023476113060106>

Sastriawan, F., n.d. penguatan komposit fly ash dengan penghalusan butir menggunakan tempa.pdf.

Tata Surdia & Shinroku Saito, 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Pengetah. bahan Tek.

Young, D.A., 1975. "Phase Diagram Of The Elements.pdf." Virginia: Lawrence Livermore Laboratory.

Zamheri, A., 2011. Pengaruh Waktu Stirring, Fraksi Volume dan Ukuran Besar Butir Partikel SiC Terhadap Kekerasan MMC Al 6061 – SiC Dengan Sistem Stirrcasting 3.