

**ANALISIS PENGARUH PERSEN BERAT PENGUAT
DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP
PENYEBARAN PARTIKEL PENGUAT DAN
NILAI KEKERASAN PADA KOMPOSIT
Al-Al₂O₃ DENGAN METODE *STIR
CASTING***

SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari
Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Oleh :

**Muhammad Ero Cahyonugroho
3334110159**

**JURUSAN TEKNIK METALURGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON - BANTEN**

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PERSEN BERAT PENGUAT
DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP
PENYEBARAN PARTIKEL PENGUAT DAN
NILAI KEKERASAN PADA KOMPOSIT
Al-Al₂O₃ DENGAN METODE *STIR
CASTING***

SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari
Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disetujui untuk Jurusan Teknik Metalurgi oleh :

Pembimbing I



Yeni Muriani, ST., MT
NIP. 197401032005012001

Pembimbing II



Tiara Triana, ST., MT

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH PERSEN BERAT PENGUAT
DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP
PENYEBARAN PARTIKEL PENGUAT DAN
NILAI KEKERASAN PADA KOMPOSIT
Al-Al₂O₃ DENGAN METODE *STIR
CASTING***

Disusun dan diajukan oleh :

Muhammad Ero Cahyonugroho

3334110159

Telah disidangkan di depan dewan penguji pada tanggal 26 juni 2018

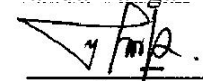
Pukul 09.00-12.00 WIB

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

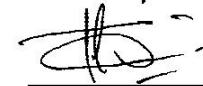
Penguji I

: Yeni Muriani Zulaida, ST., MT



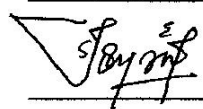
Penguji II

: Tiara Triana, ST., MT



Penguji III

: Suryana, ST., M.Si



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik
Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Metalurgi



Adhitya Trenggono, ST., M.Sc

NIP. 197804102003121001



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Analisis Pengaruh Porsen Berat dan Kecepatan Putar Pengadukan Terhadap Penyebaran Partikel Penguat dan Nilai Kekerasan Pada Komposit Al-Al₂O₃ dengan Metode *Stir Casting*

Nama Mahasiswa : Muhammad Ero Cahyonugroho

NIM : 3334110159

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 18 April 2018



MUHAMMAD ERO CAHYONUGROHO

NIM. 3334110159

ABSTRAK

Komposit bermatrik aluminium memiliki sifat mekanik dan ketahanan korosi yang baik dibandingkan dengan paduan aluminium tanpa penguat. Salah satu metode untuk membuat komposit adalah dengan metode *stir casting*. Komposit bermatrik aluminium diperkuat dengan partikel Al_2O_3 ukuran mikro dan nano digunakan pada aplikasi dengan performa tinggi, misalnya pada piringan rem (*disc brakes*) dan batang penghubung (*connecting rods*) padaomotif.

Dalam penelitian ini, dalam rangka meningkatkan nilai kekerasan dan distribusi partikel penguat dalam komposit dengan metode *stir casting*, penggunaan persen berat Al_2O_3 dan kecepatan putar pengadukan divariasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai yang ingin dicari. Uji kekerasan *brinell* dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada komposit yang telah divariasikan persen berat Al_2O_3 dan kecepatan putar pengadukannya. Pengujian metalografi menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk mendapatkan detail gambar struktur mikro komposit, hasil gambar struktur mikro lalu diolah menggunakan *software "ImageJ"* untuk mengetahui distribusi partikel. Distribusi partikel dikaitkan dengan nilai persentase area terhitung partikel penguat dan jumlah partikel terhadap ukuran partikel yang ada pada masing-masing komposit. Pengujian analisis kimia dilakukan dengan menggunakan *x-ray diffraction* (XRD) dan *energy dispersive spectroscopy* (EDS). Penggunaan XRD dilakukan untuk mengetahui keberadaan unsur Al karena sebagai material matrik, dan Al_2O_3 karena sebagai material penguat. Sedangkan penggunaan EDS dilakukan untuk mengetahui unsur-unsur yang terdapat pada komposit.

Hasil yang diharapkan dengan adanya penelitian adalah untuk menjawab apakah pengaruh penambahan persen berat Al_2O_3 dan kecepatan putar pengadukan terhadap nilai kekerasan dan distribusi partikel penguat dalam komposit dengan metode *stir casting*.

Kata Kunci: Komposit, *stir casting*, persen berat Al_2O_3 , kecepatan putar

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul : “Analisis Pengaruh Persen Berat dan Kecepatan Putar Pengadukan Terhadap Penyebaran Partikel Penguat dan Nilai Kekerasan Pada Komposit Al-Al₂O₃ dengan Metode *Stir Casting*”.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian Sarjana. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang penulis miliki.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun kearah perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Cukup banyak kesulitan yang penulis temui dalam penulisan skripsi ini, tetapi Alhamdulillah dapat penulis atasi dan selesaikan dengan baik.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan dari Allah SWT.

Cilegon, April 2018

Penulis,

Muhammad Ero Cahyonugroho

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBARAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBARAN PERNYATAAN	iii
LEMBARAN PERSETUJUAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
KATA TABEL.....	x
KATA GAMBAR.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Aluminium	6
2.1.1 Sifat-sifat Aluminium	7
2.2 Alumina.....	8
2.3 Komposit	9

2.4	<i>Aluminium-Metal Matrix Composite</i>	11
2.4.1	Penerapan <i>Aluminium Matrix Composite</i>	15
2.5	Fabrikasi Komposit Al/Al ₂ O ₃	17
2.5.1	<i>Solid State Processing</i> / Metalurgi Serbuk.....	17
2.5.2	<i>Liquid State Processing</i>	17
2.5.2.1	Proses Solidifikasi Pada Pengecoran.....	25
2.6	Mekanisme Penguatan Logam	26
2.7	Pengujian <i>Brinell</i>	28
2.8	Pengujian Metalografi <i>Scanning Electron Microscope</i>	30
2.9	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i>	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian	35
3.2	Alat dan Bahan.....	36
3.2.1	Alat yang Digunakan	36
3.2.2	Bahan yang Digunakan.....	38
3.3	Prosedur Penelitian.....	39
3.3.1	<i>Stir Casting</i>	39
3.3.2	Pengujian dan Pengamatan	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Kekerasan.....	47
4.2	Analisis Metalografi.....	52
4.2.1	Analisis Metalografi Berdasarkan Persen Berat	52
4.2.2	Analisis Metalografi Berdasarkan Kecepatan Putar	60

4.3 Analisis Komposisi Material.....	67
4.3.1 Analisis Komposisi Material dengan <i>X-Ray Diffraction</i> .	67
4.3.2 Analisis Komposisi Material dengan <i>Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>	70

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisik Aluminium	7
Tabel 2.2 Sifat-Sifat Mekanik Aluminium	8
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan <i>Aluminium Matrix Composites</i>	11
Tabel 2.4 Daftar Penguat untuk Material <i>Aluminium Matrix Composite</i>	12
Tabel 2.5 Hasil Uji Kekerasan, Impak, dan Tarik	22
Tabel 3.1 Data Distribusi Aluminium dan Al_2O_3	40
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Metode Brinell	47
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan Pada Matrik Aluminium	48
Tabel 4.3 Data Persentase Kenaikan Komposit Berbanding Matrik	48
Tabel 4.4 Analisa Area Gambar 4.4	53
Tabel 4.5 Analisa Area Gambar 4.5	54
Tabel 4.6 Analisa Area Gambar 4.6	55
Tabel 4.7 Data Hubungan antara Persen Berat Al_2O_3 pada Ukuran Partikel Terhadap Jumlah Partikel	58
Tabel 4.8 Analisa Area Gambar 4.11	60
Tabel 4.9 Analisa Area Gambar 4.12	61
Tabel 4.10 Analisa Area Gambar 4.13	62
Tabel 4.11 Data Hubungan antara Kecepatan Putar dan Jumlah Partikel Terhadap Ukuran Partikel	64
Tabel 4.12 Data EDS Padatan 4 Titik 1	71
Tabel 4.13 Data EDS Padatan 4 Titik 2	71

Tabel 4.14 Data EDS Padatan 4 Titik 3	72
Tabel 4.15 Data EDS Padatan 4 Titik 4	72
Tabel 4.16 Data EDS Padatan 4 Titik 5	72
Tabel 4.17 Data EDS Padatan 5 Titik 1	73
Tabel 4.18 Data EDS Padatan 5 Titik 2	73
Tabel 4.19 Data EDS Padatan 5 Titik 3	74
Tabel 4.20 Data EDS Padatan 5 Titik 4	74
Tabel 4.21 Data EDS Padatan 5 Titik 5	74
Tabel 4.22 Data EDS Padatan 6 Titik 1	75
Tabel 4.23 Data EDS Padatan 6 Titik 2	76
Tabel 4.24 Data EDS Padatan 6 Titik 3	76
Tabel 4.25 Data EDS Padatan 6 Titik 4	76
Tabel 4.26 Data EDS Padatan 6 Titik 4	76
Tabel A.1 Data Persentase Kenaikan Komposit Berbanding Matrik	84
Tabel A.2 Analisa Area Gambar A.1	85
Tabel A.3 Data EDS Padatan 4 Titik 1.....	86
Tabel C.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Metode <i>Brinell</i>	93
Tabel C.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan Pada Matrik Aluminium	93

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Berbagai Jenis Komposit Berdasarkan Penguat	13
Gambar 2.2 Aplikasi Piringan Cakram pada Kendaraan (mobil, motor, sepeda, kereta).....	17
Gambar 2.3 Skema <i>Stir Casting</i>	18
Gambar 2.4 Skema Struktur Butir Hasil Pengecoran	25
Gambar 2.5 Letak Zona Pada Cetakan Pengecoran.	26
Gambar 2.6 Grafik Hubungan Antara Kekuatan Material dengan Ukuran Butir	27
Gambar 2.7 Pengaruh Ukuran Atom <i>Impurity</i> Terhadap Pergerakan Dislokasi	28
Gambar 2.8 Skema Pembebanan Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	29
Gambar 2.9 Skema Kerja <i>Scanning Electron Microscope</i>	30
Gambar 2.10 Tabung Sinar-X.	31
Gambar 2.11 Difraksi Radiasi Sinar-X dalam Struktur Kristal.....	33
Gambar 2.12 Deteksi dan Interpretasi Difraksi Sinar-X.	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 3.2 Krusibel dan Cetakan Ingot	37
Gambar 3.3 Skema Proses <i>Stir Casting</i>	40
Gambar 3.4 Skema Proses pada Krusibel.....	41
Gambar 3.5 Letak Bagian Pengujian Kekerasan dan Mikroskopis	42

Gambar 3.6 Skema Letak Titik Pembebanan	42
Gambar 3.7 Skema Pembebanan Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	43
Gambar 3.8 Dimensi sampel SEM-EDS	44
Gambar 3.9 Pembingkaiian Sampel	44
Gambar 3.10 Tampak Atas Sampel.....	45
Gambar 3.11 Tampak Depan Sampel.....	45
Gambar 4.1 Tampak Atas Sampel.....	46
Gambar 4.2 Tampak Depan Sampel.....	47
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Variasi Persen Berat Alumina dan Kecepatan Putar Terhadap Nilai Kekerasan.....	49
Gambar 4.4 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan Kecepatan Putar 800 RPM dan 5% Al ₂ O ₃	53
Gambar 4.5 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan Kecepatan Putar 800 RPM dan 10% Al ₂ O ₃	54
Gambar 4.6 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan Kecepatan Putar 800 RPM dan 15% Al ₂ O ₃	55
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Persen Berat Al ₂ O ₃ dan Nilai Kekerasan Terhadap Ukuran Partikel	56
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Variasi Persen Berat Al ₂ O ₃ terhadap Total Area Terhitung(μm ²).....	57
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Persen Berat Al ₂ O ₃ Pada Ukuran Partikel Terhadap Jumlah Partikel.....	58

Gambar 4.10 Grafik Hubungan antara Persen Berat Al ₂ O ₃ dan Jumlah Partikel Terhadap Ukuran Partikel dengan Grafik Nilai Kekerasan Variasi 5, 10,15% Persen Berat Al ₂ O ₃ 800 rpm	59
Gambar 4.11 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan 10% Al ₂ O ₃ dan Kecepatan Putar 600 RPM.....	61
Gambar 4.12 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan 10% Al ₂ O ₃ dan Kecepatan Putar 800 RPM.....	62
Gambar 4.13 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan 10% Al ₂ O ₃ dan Kecepatan Putar 1000 RPM.....	63
Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Kecepatan Putar terhadap Total Area Terhitung (µm ²)	64
Gambar 4.15 Grafik Hubungan antara Kecepatan Putar Pada Ukuran Partikel Terhadap Jumlah Partikel.....	65
Gambar 4.16 Grafik Hubungan antara Kecepatan Putar Pada Ukuran Partikel Terhadap Jumlah Partikel Dengan Grafik Nilai Kekerasan Variasi 600, 800, 1000 rpm 10% Persen Berat Al ₂ O ₃	66
Gambar 4.17 Grafik XRD Padatan 4 dengan 800 RPM 5% Al ₂ O ₃	68
Gambar 4.18 Grafik XRD Padatan 5 dengan 800 RPM 10% Al ₂ O ₃	68
Gambar 4.19 Grafik XRD Padatan 6 dengan 800 RPM 15% Al ₂ O ₃	69
Gambar 4.20 Titik Indentifikasi Unsur Padatan 4.....	70
Gambar 4.21 Titik Indentifikasi Unsur Padatan 5	73
Gambar 4.22 Titik Indentifikasi Unsur Padatan 6.....	75

Gambar 4.23 Grafik Hubungan antara Benda Uji XRD dengan Kuantitas Al ₂ O ₃	77
Gambar A.1 Hasil Proses <i>Imaje</i> Perbesaran 250x dengan Kecepatan Putar 800 RPM dan 5% Al ₂ O ₃	85
Gambar A.2 Titik ke-1 Indentifikasi Unsur Padatan 4.....	86
Gambar B.1 Tampilan Program ImageJ.....	89
Gambar B.2 Tampilan Program MATCH!.....	90
Gambar B.3 Tampilan Program Mendeley Desktop	91
Gambar C.1 Analisa Metalografi Berdasarkan Persen Berat Al ₂ O ₃ (a)5%, (b)10% dan (c)15% dengan Kecepatan Putar 800 rpm.....	94
Gambar C.2 Analisa Metalografi Berdasarkan Kecepatan Putar (a)600 rpm, (b)800 rpm dan (c)1000 rpm dengan Persen Berat Al ₂ O ₃ 10%.....	95