

SKRIPSI
FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIK
DAN MEKANIK PRODUK STIR CASTING
KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM
DENGAN PENGUAT *FLY ASH* / SiC



Oleh:
FUJA AJI PUTRA
03051381320016

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

SKRIPSI
FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIK
DAN MEKANIK PRODUK *STIR CASTING*
KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM
DENGAN *FLY ASH* / SiC

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



OLEH:
FUJA AJI PUTRA
03051381320016

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

**FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT
FISIK DAN MEKANIK PRODUK *STIR CASTING*
KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM
DENGAN PENGUAT *FLY ASH/SiC***

SKRIPSI

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

Oleh:

**FUJA AJI PUTRA
03051381320016**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


& Irsyadi Yarn, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197412251997021001

Palembang, Oktober 2017
Dosen Pembimbing


Gunawan, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP.197705072001121001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

Nama : FUJA AJI PUTRA
NIM : 03051381320016
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : PRODUKSI
Judul Skripsi : FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK PRODUK *STIR CASTING* KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM DENGAN PENGUAT *FLY ASH* / SiC.
Dibuat Tanggal : MARET 2017
Selesai Tanggal : OKTOBER 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, Oktober 2017
Diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing,



Gunawan, S.T, M.T, Ph.D.
NIP. 197705072001121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “FABRIKASI DAN KARAKTERISASI SIFAT FISIK DAN MEKANIK PRODUK *STIR CASTING* KOMPOSIT DAUR ULANG ALUMINIUM DENGAN PENGUAT *FLY ASH / SiC*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Oktober 2017.

Palembang, Oktober 2017.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

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


(Amir Arifin)
01/11-17

Anggota:


1. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T.
NIP. 196307191990032001
2. Ir. Helmy Alian, M.T.
NIP. 195910151987031006
3. Nurhabibah Paramitha, S.T., M.T.
NIP. 198911172015042003

(Diah Kusuma Pratiwi)
01-11-17
(Helmy Alian)
31/10-17

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yanti, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing,


Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP.19770572001121001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fuja Aji Putra

NIM : 03051381320016

Judul : Fabrikasi Dan Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Produk *Stir Casting* Komposit Daur Ulang Aluminium Dengan Penguat *Fly Ash* / SiC.

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.



Palembang, November 2017



Fuja Aji Putra

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : FUJA AJI PUTRA
NIM : 03051381320016
Judul : Fabrikasi Dan Karakterisasi Sifat Fisik Dan Mekanik Produk
Stir Casting Komposit Daur Ulang Aluminium Dengan Penguat
Fly Ash / SiC.

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.

Palembang, Oktober 2017

Penulis

Fuja Aji Putra

NIM. 03051381320016

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Agenda	v
Halaman Persetujuan	vii
Halaman Pernyataan Integritas.....	ix
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
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.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Aluminium (Al).....	7
2.1.1 Aluminium Paduan	9
2.1.2 Aluminium Kaleng Minuman Ringan.	14
2.2 Manfaat Daur Ulang Aluminium.	15
2.3 Pengecoran (<i>Casting</i>).....	16
2.3.1 Klasifikasi Metode Pengecoran (<i>Casting</i>).	16
2.3.2 Keuntungan dan Kerugian Proses Pengecoran (<i>Casting</i>)..	19
2.4 Metode Pengecoran <i>Stir Casting</i>	20
2.5 Komposit.....	21
2.5.1 Klasifikasi Komposit	22

2.6	Aluminium Matriks Komposit	24
2.7	Material Penguat (<i>Reinforced</i>)	24
2.7.1	<i>Fly Ash</i>	24
2.7.2	Magnesium.....	26
2.7.3	Silikon Karbida (SiC)	28
2.8	Pengujian Sifat Fisik	29
2.8.1	Pengujian Densitas	29
2.8.2	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	30
2.9	Pengujian Komposisi Kimia.....	31
2.10	Pengujian Sifat Mekanik	31
2.10.1	Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>).....	32
2.10.2	Pengujian Impak (<i>Charpy</i>).....	33
2.11	Pengujian Tarik	35
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		39
3.1	Diagram Alir Penelitian	39
3.2	Tahapan Persiapan Penelitian.....	40
3.2.1	Persiapan Alat	40
3.2.2	Persiapan Bahan	41
3.2.3	Persiapan Paduan (<i>Reinforced</i>)	41
3.3	Persiapan Peleburan	42
3.4	Proses <i>Stir Casting</i>	42
3.5	Proses Pencetakan	44
3.6	Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik	44
3.6.1	Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>).....	44
3.6.2	Pengujian Tarik	46
3.6.3	Pengujian Impak (<i>Charpy</i>).....	47
3.6.4	Pengujian Densitas (<i>Density</i>).....	49
3.6.5	Pengujian Komposisi Kimia	49
3.6.6	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	49
3.7	Rancangan Penelitian	50
3.8	Analisa dan Pengolahan Data.....	51
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Pengujian Impak.....	53
4.2	Pengujian Kekerasan.	56

4.3	Pengujian Tarik.	58
4.4	Pengujian Komposisi Kimia.	61
4.5	Pengujian Densitas.	63
4.6	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).	66
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
5.1	Kesimpulan.	69
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		71
LAMPIRAN		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Fasa Al-Cu.....	10
Gambar 2.2 Diagram Fasa Al-Mn.....	11
Gambar 2.3 Diagram Fasa Al- Si	12
Gambar 2.4 Diagram Fasa Al-Mg.....	12
Gambar 2.5 Diagram Fasa Al-Mg-Si	13
Gambar 2.6 Diagram Fasa Al-Zn	14
Gambar 2.7 Skematik <i>Stir Casting</i>	21
Gambar 2.8 Grafik Kekuatan Tarik Komposit Al-SiC.....	29
Gambar 2.9 Diagram Skematik dan Cara Kerja SEM.....	31
Gambar 2.10 Skema Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>).....	33
Gambar 2.11 Skematik Pengujian Impak.....	34
Gambar 2.12 Skematik Pengujian Tarik	36
Gambar 2.13 Grafik Tegangan-Regangan Spesimen Uji Tarik	37
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 3.2 Cetakan yang Digunakan.....	41
Gambar 3.3 Alat <i>Stir Casting</i> yang Digunakan.....	43
Gambar 3.4 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan (<i>Brinell</i>)	45
Gambar 3.5 Alat Uji Kekerasan (<i>Brinell</i>)	46
Gambar 3.6 Dimensi Spesimen Uji Tarik	47
Gambar 3.7 Dimensi Spesimen Uji Impak (<i>Charpy</i>)	48
Gambar 3.8 Alat Uji Impak (<i>Charpy</i>)	48
Gambar 3.9 Alat Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>).....	50
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Nilai E Rata-Rata	55
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Rata-Rata	58
Gambar 4.3 Perbandingan Tegangan <i>Ultimate</i> Aluminium Murni dan Aluminium Dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> dan SiC	60
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai <i>Fracture</i> Aluminium Murni dan Aluminium Dengan Penambahan <i>Fly Ash</i> dan SiC.....	60
Gambar 4.5 Perbandingan Hasil Nilai Densitas Rata-Rata	64

Gambar 4.6 Pembesaran 100x 12% fly ash + 5% SiC	66
Gambar 4.7 Pembesaran 100x 12% fly ash + 15% SiC	68
Gambar 4.8 Pembesaran 500x 12% fly ash + 5% SiC	68
Gambar 4.9 Pembesaran 500x 12% fly ash + 15% SiC	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Aluminium.....	8
Tabel 2.2 Sifat Mekanik Aluminium.....	8
Tabel 2.3 Daftar Seri Aluminium Paduan	9
Tabel 2.4 Komposisi Kimia Paduan Kaleng Minuman Ringan	15
Tabel 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Material Komposit.....	22
Tabel 2.6 Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Jenis Batubara.....	25
Tabel 2.7 Sifat-Sifat Fisik <i>Fly Ash</i>	25
Tabel 2.8 Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Tipe F dan Tipe C	26
Tabel 2.9 Sifat-Sifat Fisik Magnesium.....	27
Tabel 2.10 Sifat-Sifat Mekanik Magnesium.....	27
Tabel 2.11 Toleransi untuk Bola Indentor <i>Brinell</i> Diluar Standar	32
Tabel 3.1 Jumlah Variasi Spesimen yang Akan Didapatkan.....	50
Tabel 4.1 Data Pengujian Impak (<i>Charpy</i>).....	54
Tabel 4.2 Nilai Energi Impak (<i>Charpy</i>) Hasil Pengujian	54
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>)	57
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Aluminium tanpa penguat.....	62
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Aluminium Berpenguat	63
Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Densitas	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Tabel Perhitungan Pengujian Impak (<i>Charpy</i>)	75
Lampiran A.2 Tabel Perhitungan Pengujian Kekerasan (<i>Brinell</i>)	76
Lampiran A.3 Tabel Perhitungan Pengujian Tarik	78
Lampiran A.4 Data Hasil Pengujian Densitas	79
Lampiran B.1 Persiapan Bahan dan Proses <i>Stir Casting</i>	80
Lampiran B.2 Proses Pengujian Impak (<i>Charpy</i>) dan Pengujian Kekerasan....	82
Lampiran B.3 Spesimen Dan Proses Pengujian Tarik	85
Lampiran B.4 Pengujian Densitas dan Pengujian Komposisi Kimia.....	89
Lampiran B.5 Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	90

DAFTAR PUSTAKA

- Alian, H. and Ibrahim (2013) 'Kajian Eksperimental Pengaruh Paduan Timah Aki (10%, 15%, 20%, 25%) pada Coran Tembaga Pipa AC (Air Conditioner) Bekas Terhadap Sifat Mekanik', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(1), pp. 35-53.
- AlSaffar, K. A. and Bdeir, L. M. H. (2008) 'Recycling of Aluminium Beverage Cans', *Journal of Engineering and Development*, 12(3), pp. 157-163.
- Anggraeni, N. D. (2014) 'Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantauan Proses Oksidasi Magnetite Menjadi Hematite', *Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, pp. 50-56.
- ASM (2000) *Mechanical Testing and Evaluation*. Ohio.
- ASM, H. (1990) *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. The Materials Information Company.
- Belinda, H. M. (2006) *Analysis of the Recycling Method for Aluminum Soda Cans*. University of Southern Queensland.
- Boopathi (2013) 'Evaluation of Mechanical Properties of Aluminium Alloy 2024 Reinforced with Silicon Carbide and Fly Ash Hybrid Metal Matrix Composites', *American Journal of Applied Sciences*, 10(3), pp. 219-229.
- Brown, J. (1999) *Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook*. Eleventh Edition edn. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Cahyana, A., Marzuki, A. and Cari (2014) 'Analisa SEM (Scanning Electron Microscope) Pada Kaca TZN yang Dikrsitalkan', *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*.
- Callister, W. D. and Rethwisch, D. G. (2009) *Materials Science and Engineering An Introduction Eighth Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Fuadi, H., Zulfia, A. and Afandi, Y. (2013) 'Fabrikasi Komposit Matriks Logam Al5Cu/SiC(p) Dengan Metode Stir Casting dan Karakteristiknya'.
- Haryadi, G. D. (2006) 'Pengaruh Penambahan Fly Ash Melalui Proses Separasi Iron Oxide', *ROTASI*, Volume 8 Nomor 4.
- K. Kaw, A. (2006) *Mechanics Of Composite Materials Second Edition*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Kulkarni, S. G., Meghnani, J. V. and Lal, A. (2014) 'Effect of Fly Ash Hybrid Reinforcement on Mechanical Property and Density of Aluminium 356 Alloy', *Procedia Materials Science*, 5, pp. 746-754.

- Kumar, D. and Sarangi, S. (2009) *Fabrication and Characterisation of Aluminium-Fly Ash Composite Using Stir Casting Method*. Bachelor of Technology in Metallurgical & Materials Engineering, National Institute of Technology Rourkela, Rourkela.
- Kumar, K. C. H., Chakraborti, N., Lukas, H.-L., Bodak, O. and Rokhlin, L. (2008) 'Aluminium – Magnesium – Silicon', *New Series IV*.
- Leman, A. (2010) 'Perancangan Pengecoran Kontruksi Coran dan Perancangan Pola', *Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Mathur, S. and Barnawal, A. (2013) 'Effect of Process Parameter of Stir Casting on Metal Matrix Composites', *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Volume 2(Issue 12).
- Mokhtar, M., Rahmat, A. R. and Hassan, A. (2007) *Characterization and Treatments of Pineapple Leaf Fibre Thermoplastic Composite for Construction Application*. Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia.
- Mulyanti, J. (2011) 'Pengaruh Temperatur Proses Aging Terhadap Karakteristik Material Komposit Logam Al-Sic Hasil Stircasting', *Jurnal Kompetensi Teknik*, 02.
- Nurzal and Siswanto, O. (2012) 'Pengaruh Proses Wet Pressing dan Suhu Sinter Terhadap Densitas dan Kekerasan Vickers pada Manufactur Keramik Lantai', *Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), pp. 1-5.
- Pai, B. C., Ramani, G., Pillai, R. M. and Satyanarayana, K. G. (1995) 'Role of Magnesium in Cast Aluminium Alloy Matrix Composites', *Journal of Materials Science*, 30, pp. 1903-1911.
- Pech-Canul, M. I., Katz, R. N. and Makhlouf, M. M. (2000) 'Optimum Parameters for Wetting Silicon Carbide by Aluminum Alloys', *Metallurgical and Materials Transactions A*, 31(2), pp. 565-573.
- Pratiwi, D. K. and Paramitha, N. (2013) 'Kajian Eksperimental Pengaruh Variasi Ukuran Cetakan Logam Terhadap Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Produk Cor Aluminium', *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol. 13 No.1.
- Ramme and Tharaniyil (2013) *Coal Combustion Products Utilization Handbook*. Third Edition edn. Manufactured in the United States of America: A We Energies Publication.
- Seo, Y.-H. and Kang, C.-G. (1995) 'The Effect of Applied Pressure on Particle-Dispersion Characteristics and Mechanical Properties in Melt-Stirring Squeeze-Cast SiC/Al Composites', *Journal of Materials Processing Technology*, 55, pp. 370-379.
- Seprianto, D. (2010) 'Pengaruh Kompaksi Dan Holding Time Terhadap Densitas', *Jurnal Austenit Volume 2, NOMOR 1*, pp. 1-7.
- Shirazi, S. M., Akhlaghi, F. and Li, D. Y. (2016) 'Effect of SiC content on dry sliding wear, corrosion and corrosive wear of Al/SiC nanocomposites', *Trans. Nonferrous Met. Soc. China* 26, pp. 1801–1808.

- Suprihanto, A. and Setyana, B. (2006) 'Pengujian Mekanik dan Fisik pada *Metal Matrix Composite (MMC) Aluminium Fly Ash*', *Rotasi*, 8(4), pp. 50-57.
- Surappa, M. K. (2003) 'Aluminium Matrix Composites: Challenges and Opportunities', *Sadhana*, 28(1 & 2), pp. 319-334.
- Surdia, T. and Saito, S. (1999) *Pengetahuan bahan teknik*. Jakarta: PT.Pradnya Paramita.
- Suyanto, Sulardjaka and Nugroho, S. (2014) 'Pengaruh Komposisi Mg dan Sic Terhadap Sifat Kekerasan', *Pros iding SNATIF ISBN: 978-602-1180-04-4*, pp. 165-172.
- Thandalam, S. K., Ramanathan, S. and Sundarrajan, S. (2015) 'Synthesis, Microstructural and Mechanical Properties of Ex Situ Zircon Particles (ZrSiO₄) Reinforced Metal Matrix Composites (MMCs): A Review', *Journal of Materials Research and Technology*, 4(3), pp. 333-347.
- Totten, G. E. and MacKenzie, D. S. (2003) *Handbook of Aluminium vol. 1. Physical Metallurgy and Processes* New York: Marcel Dekker, Inc.
- Triono, A., Triyono, T. and Yaningsih, I. (2015) 'Analisa Pengaruh Penambahan Mg pada Matriks Komposit Aluminium Remelting Piston Berpenguat SiO₂ Terhadap Kekuatan Impak dan Struktur Mikro Menggunakan Metode Stir Casting', *Mekanika*, 14(1), pp. 47-56.
- Umardani, Y. and Sudrajat, E. (2007) 'Analisa Penggunaan Fly Ash Sebagai Material Dasar Pengganti Cetakan Pasir pada Pengecoran Besi Cor Ditinjau dari Komposisi Campuran Cetakan', *Rotasi*, 9(3), pp. 10-14.
- Zhu, Y. h. (2004) 'General Rule of Phase Decomposition in Zn-Al Based Alloys (II) On Effects of External Stresses on Phase Transformation', 45