

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN
TEMPERATUR TUANG PADA ALUMINIUM MATRIX
COMPOSITES DARI REMELTING PISTON DENGAN
METODE *STIR CASTING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

ANDRI ARMANSYAH

I14142007

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS
Program Studi : **S1 Transfer Teknik Mesin**
Nomor : **0818/TA/S1/04/2017**

Nama : **ANDRI ARMANSYAH**
NIM : **I14142007**
Bidang : **Ilmu Bahan**
Pembimbing 1 : **TEGUH TRIYONO, ST MEng/197104301998021001**
Pembimbing 2 : **Dr. EKO SUROJO., ST,MT/196904112000031006**
Penguji : **1. DODY ARIAWAN, ST, MT, PhD/ 197308041999031003**
2. DR. JOKO TRIYONO, ST, MT/ 196906251997021001

Mata Kuliah Pendukung

- 1. TEKNOLOGI PENGECORAN(MS04013-15)**
- 2. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-15)**
- 3. TEKNOLOGI DAN PROSES PERMESINAN(MS73073-15)**

Judul Tugas Akhir

**"ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN
TEMPERATUR TUANG PADA ALUMINIUM MATRIX
COMPOSITES DARI REMELTING PISTON DENGAN
METODE STIR CASTING"**

Surakarta, 2017-04-30 18:56:56
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,


DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika terdapat hal-hal yang tidak sesuai dengan ini, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surakarta, 08 Desember 2017



Andri Armansyah

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN TEMPERATUR
TUANG PADA ALUMINIUM MATRIX COMPOSITES DARI REMELTING
PISTON DENGAN METODE STIR CASTING**

Disusun Oleh

ANDRI ARMANSYAH
NIM : **I14142007**

Dosen Pembimbing 1



TEGUH TRIYONO, ST MEng
NIP. **197104301998021001**

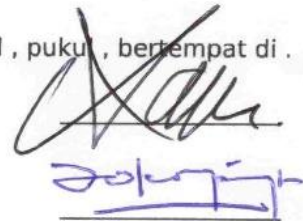
Dosen Pembimbing 2



Dr. EKO SUROJO., ST,MT
NIP. **196904112000031006**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal , pukul , bertempat di .

1. DODY ARIAWAN, ST, MT, PhD
197308041999031003
2. DR. JOKO TRIYONO, ST, MT
196906251997021001
- 3.




Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN
TEMPERATUR TUANG PADA ALUMINIUM MATRIX COMPOSITES
DARI REMELTING PISTON DENGAN METODE STIR CASTING**

Andri Armansyah

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelah Maret
Surakarta

E-mail : andri.armansyah@yahoo.com

Abstrak

Aluminium Matrix Composites (AMC) merupakan jenis material yang dapat dikembangkan untuk menciptakan material baru yang lebih baik dari material sebelumnya. AMC secara luas digunakan untuk aplikasi kinerja tinggi seperti industri otomotif, militer dan kedirgantaraan karena memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih baik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan temperatur tuang pada AMC berpenguat pasir silika dengan bahan tambah magnesium terhadap nilai densitas, kekuatan *bending* dan SEM. Proses fabrikasi komposit menggunakan metode *stir casting* dengan variasi kecepatan pengadukan 300, 400 dan 500 rpm selama 5 menit pada temperatur 650°C dan menggunakan variasi temperatur tuang 700, 725 dan 750°C. Fraksi volume dari pasir silika yang digunakan sebesar 9% dan penambahan magnesium sebesar 2,5%. Dari pengujian densitas, *bending* dan SEM, nilai terbaik didapatkan pada parameter kecepatan pengadukan 400 rpm dengan temperatur tuang 725°C.

Kata kunci : AMC, *Remelting*, Piston, Pasir Silika, *Stir Casting*.

**ANALYSIS THE EFFECT OF STIRRING SPEED AND POURING
TEMPERATURE ON ALUMINIUM MATRIX COMPOSITES FROM
REMELTING PISTON WITH STIR CASTING METHOD**

Andri Armansyah

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelah Maret
Surakarta

E-mail : andri.armansyah@yahoo.com

Abstract

Aluminium Matrix Composites (AMC) is a type of materials that can be developed today to create a better material than the previous one. AMC is widely used for high performance applications such as the automotive, military and aerospace industries because it has better of physical and mechanical properties. The purpose of this study is to determine the effect of stirring speed and pouring temperature of AMC with silica sand as a reinforcement material and the addition of magnesium against the value of density, bending strength and SEM. Composite fabrication process using stir casting method with a stirring speed variations of 300, 400 and 500 rpm in 5 minutes at a temperature of 650°C and using a pouring temperature variations of 700°C, 725°C and 750°C. The volume of fraction of the silica sand that used in this study is 9% and the addition of magnesium is 2,5%. From the results of density, bending and SEM test shows that the best parameter of stirring speed is on 400 rpm and the best pouring temperature is at 725°C with the value of density is 2,642 g/cm³ and bending strength is 252,96 MPa.

Keywords : AMC, Remelting, Piston, Silica Sand, Stir Casting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Tugas akhir ini memaparkan pengaruh kecepatan pengadukan dan temperatur tuang pada *aluminium matrix composites* dari *remelting* piston dengan metode *stir casting*.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, khususnya kepada :

1. Bapak, ibu dan keluarga tercinta atas segala dukungan, doa dan bimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Teguh Triyono, ST., MEng dan Bapak Dr. Eko Surojo, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS.
4. Bapak Dody Ariawan, ST., MT., PhD dan Bapak Dr. Joko Triyono, ST., MT, selaku dosen penguji.
5. Seluruh dosen Teknik Mesin FT UNS yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan mengembangkan pikiran penulis.
6. Teman-teman Teknik Mesin FT UNS yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta do'anya. Terima kasih, semoga Allah SWT membalas budi baik anda semuanya.

Penulis menyadari, bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, akan penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 08 Desember 2017

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, cursive letters that are difficult to decipher but appear to start with 'A' and end with 'F'.

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Surat Tugas	ii
Pernyataan Integritas Penulis	iii
Pengesahan Tugas Akhir	iv
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran	xiii
Daftar Rumus	xiv
Daftar Notasi	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II. DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Piston	6
2.2.2 <i>Remelting</i>	7
2.2.3 <i>Metal Matrix Composites</i> (MMC)	7
2.2.4 <i>Aluminium Matrix Composites</i> (AMC)	9
2.2.5 Bahan Penyusun <i>Aluminium Matrix Composites</i>	9
A. Aluminium (Al)	9
B. Silika (SiO ₂)	12
C. Magnesium (Mg)	13
2.3 Fabrikasi <i>Metal Matrix Composites</i>	13
2.3.1 <i>Solid-State</i>	13
2.3.2 <i>Liquid-State</i>	14
2.4 Pengujian Spesimen	16
2.4.1 Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	16
2.4.2 Pengujian Densitas	17
2.4.3 Pengujian <i>Bending</i>	19
2.5 Proses Pembuatan Komposit	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	22

3.1	Tempat Penelitian	22
3.2	Alat Penelitian	22
3.2.1	Alat Fabrikasi Komposit	22
	A. Ayakan	22
	B. Timbangan Digital	23
	C. Peralatan <i>Stir Casting</i>	23
	D. Cetakan Permanen	24
	E. Jangka Sorong	24
3.2.2	Alat Karakteristik Komposit	24
	A. Alat Uji SEM	25
	B. Alat Uji Densitas	25
	C. Alat Uji <i>Bending</i>	26
3.3	Bahan Penelitian	26
3.3.1	Piston Bekas	26
3.3.2	Pasir Silika	27
3.3.3	Serbuk Magnesium	27
3.4	Proses Fabrikasi Komposit	27
3.5	Karakteristik Komposit	28
3.5.1	Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	28
3.5.2	Pengujian Densitas	28
3.5.3	Perhitungan Porositas	29
3.5.4	Pengujian <i>Bending</i>	29
3.6	Diagram Alir Penelitian	30
BAB IV. HASIL DAN ANALISA		32
4.1	Hasil Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	32
4.2	Hasil Uji Densitas	37
4.3	Hasil Perhitungan Porositas	39
4.4	Hasil Uji <i>Bending</i>	41
BAB V. Penutup		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi kimia <i>remelting</i> piston bekas	27
Tabel 3.2 Variasi kecepatan pengadukan dan temperatur tuang	30
Tabel 4.1 Persentase unsur bahan komposit	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Piston rusak	7
Gambar 2.2 Klasifikasi material komposit dengan logam sebagai matriknya	8
Gambar 2.3 Tiga bentuk dari <i>metal matrix composites</i>	8
Gambar 2.4 Diagram fasa Al-Si	11
Gambar 2.5 Tetahedron silika-oksigen	12
Gambar 2.6 Susunan silikon dan oksigen atom dalam satuan sel kristobalit, polimorf dari	13
Gambar 2.7 Skema alat <i>stir casting</i>	15
Gambar 2.8 Skema proses <i>stir casting</i>	15
Gambar 2.9 Skema pengujian densitas	17
Gambar 2.10 Skema <i>three point bending</i>	19
Gambar 3.1 Mesh 200 dan mesh 270	22
Gambar 3.2 Timbangan digital <i>Electronic Kitchen Scale Model EK3550</i>	23
Gambar 3.3 Peralatan <i>stir casting</i>	23
Gambar 3.4 Cetakan permanen	24
Gambar 3.5 Jangka sorong	24
Gambar 3.6 Alat uji SEM	25
Gambar 3.7 Timbangan digital Vibra tipe AJ-620E	25
Gambar 3.8 <i>Universal Testing Machine</i>	26
Gambar 3.9 Piston bekas	26
Gambar 3.10 Pasir silika	27
Gambar 3.11 Serbuk magnesium	27
Gambar 3.12 Spesimen uji SEM	28
Gambar 3.13 Spesimen uji densitas	28
Gambar 3.14 Spesimen uji <i>bending</i>	29
Gambar 3.15 Diagram alir penelitian	31
Gambar 4.1 Hasil foto SEM parameter kecepatan pengadukan (a) 300 rpm, (b) 400 rpm dan (c) 500 rpm dengan temperatur tuang 725°C ...	32
Gambar 4.2 Perbesaran foto SEM kecepatan pengadukan 300 rpm	33
Gambar 4.3 Perbesaran foto SEM kecepatan pengadukan 400 rpm	34
Gambar 4.4 Perbesaran foto SEM kecepatan pengadukan 500 rpm	35
Gambar 4.5 Kandungan unsur pasir silika	36
Gambar 4.6 Kandungan unsur komposit	36
Gambar 4.7 Nilai densitas terhadap kecepatan pengadukan	37
Gambar 4.8 Nilai densitas terhadap temperatur tuang	38
Gambar 4.9 Nilai porositas terhadap kecepatan pengadukan	39
Gambar 4.10 Nilai porositas terhadap temperatur tuang	40
Gambar 4.11 Nilai kekuatan <i>bending</i> terhadap kecepatan pengadukan	41
Gambar 4.12 Nilai kekuatan <i>bending</i> terhadap kecepatan pengadukan	42

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil uji spektrometri remelting piston bekas
- Lampiran 2. Alat *stir casting*
- Lampiran 3. Inverter untuk mengatur kecepatan pengadukan
- Lampiran 4. *Remelting* piston bekas sebagai matrik
- Lampiran 5. Pasir silika sebagai penguat
- Lampiran 6. Magnesium sebagai *wettability*
- Lampiran 7. Pengujian SEM dan EDX
- Lampiran 8. Pengujian densitas
- Lampiran 9. Pengujian *bending*
- Lampiran 10. Perhitungan berat komposit
- Lampiran 11. Perhitungan densitas teoritis komposit
- Lampiran 12. Tabel hasil pengujian densitas aktual komposit
- Lampiran 13. Perhitungan porositas komposit
- Lampiran 14. Tabel perhitungan porositas Komposit
- Lampiran 15. Tabel hasil pengujian *bending*
- Lampiran 16. Perhitungan pengujian *bending*

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Densitas aktual	18
Persamaan 2.2 Densitas teoritis	18
Persamaan 2.3 Porositas	19
Persamaan 2.4 <i>Three point bending</i>	20
Persamaan 2.5 Volume komposit	20
Persamaan 2.6 Volume aluminium	20
Persamaan 2.7 Volume pasir silika	20
Persamaan 2.8 Volume magnesium	20
Persamaan 2.9 Massa aluminium	20
Persamaan 2.10 Massa pasir silika	20
Persamaan 2.11 Massa magnesium	20

DAFTAR NOTASI

m_s	= massa benda di udara (gram)
m_g	= massa benda yang di gantung di dalam air (gram)
ρ_{H_2O}	= massa jenis air = 1 gram/cm ³
ρ_a	= massa jenis komposit aktual (gram/cm ³)
ρ_c	= massa jenis komposit (gr/cm ³)
ρ_m	= massa jenis matrik (gram/cm ³)
ρ_f	= massa jenis fiber (gram/cm ³)
ρ_p	= massa jenis partikel (gram/cm ³)
V_m	= fraksi volume matrik (%)
V_f	= fraksi volume fiber (%)
V_p	= fraksi volume partikel (%)
P	= Presentase porositas (%)
ρ_s	= Densitas sampel atau Densitas aktual (gr/cm ³).
ρ_{th}	= Densitas teoritis (gr/cm ³)
S	= kekuatan lentur (MPa)
P	= beban lentur maksimal (N)
L	= panjang penumpu (mm)
b	= lebar spesimen (mm)
d	= tebal spesimen (mm)
v_c	= Volume komposit (cm ³)
v_m	= Volume matrik (cm ³)
v_f	= Volume fiber (cm ³)
v_p	= Volume partikel (cm ³)
m_m	= massa matrik (gram)
m_f	= massa fiber (gram)
m_p	= massa partikel (gram)
p	= panjang (cm)
t	= tinggi (cm)
l	= lebar (cm)