



**PENGARUH MAGNESIUM TERHADAP KOMPOSIT
ALUMINIUM 6061/nano-Al₂O₃ DENGAN
METODE *STIR CASTING***

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan program studi teknik mesin (S1)
dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh

Rochmad Eko P.U
NIM 101910101035

**PROGRAM STUDI STRATA 1 (S-1)
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2014**

PERSEMBAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh Magnesium terhadap Komposit Aluminium 6061 / nano - Al₂O₃ dengan Metode *Stir Casting***” saya persembahkan untuk :

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta.
2. Adik – adik dan seluruh keluarga besar.
3. Dosen – dosen pengajar di Teknik Mesin Universitas Jember
4. Teman – teman Teknik Mesin 2010.

MOTTO

**“ Dari ibu, kita belajar mengasihi
Dari ayah kita belajar tanggungjawab
Dari teman kita belajar memahami
Dari Allah kita belajar cinta kasih yang tulus”
(Anonim)**

**“Always looking forward and never looking backward”
(Anonim)**

**"Ketika satu pintu tertutup, pintu lain terbuka, namun terkadang kita melihat
dan menyesali pintu tertutup tersebut terlalu lama hingga kita tidak melihat
pintu lain yang telah terbuka"
(Anonim)**

**“Bekerjalah bagaikan tak butuh uang. Mencintailah bagaikan tak pernah
disakiti. Menarilah bagaikan tak seorang pun sedang menonton”
(Anonim)**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rochmad Eko Prasetyaning Utomo

NIM : 101910101035

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “PENGARUH MAGNESIUM TERHADAP KOMPOSIT Al 6061 / nano - Al_2O_3 DENGAN METODE STIR CASTING” adalah benar - benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 12 Juni 2014

Yang menyatakan,

Rochmad Eko P U
NIM 101910101035

SKRIPSI

**PENGARUH MAGNESIUM TERHADAP KOMPOSIT
ALUMINIUM 6061 / nano-Al₂O₃ DENGAN
METODE *STIR CASTING***

Oleh

**Rochmad Eko P U
NIM 101910101035**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Ir. FX Kristianta, M.eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Sumarji, S.T., M.T..

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Magnesium Terhadap Komposit Al 6061/nano-Al₂O₃ Dengan Metode *Stir Casting*” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Kamis, 12 Juni 2014

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ir. FX. Kristianta, M.Eng
NIP.19650120 200112 1 001

Sumarji, S.T., M.T
NIP. 19680202 199702 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Santoso Mulyadi, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199702 1 001

Dedi Dwi Laksana, S.T., M.T.
NIP. 19691201 199602 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Magnesium terhadap Komposit Aluminium 6061 / nano Al_2O_3 dengan Metode *Stir Casting*; Rochmad Eko P.U., 101910101035; 2014: 75 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Rasa Ingin tahu yang dimiliki manusia selalu mendorong manusia untuk membuat sesuatu yang baru. Seiring dengan berkembangnya zaman, teknologi yang digunakan oleh manusia pun mengalami perkembangan. Dengan demikian material yang dibutuhkan pun akan selalu mengalami perkembangan sesuai kebutuhan manusia. Dalam perkembangannya material yang dibutuhkan oleh manusia semakin mengarah pada material dengan sifat mekanis yang baik dan ringan.

Komposit merupakan salah satu material yang dapat digunakan, karena komposit merupakan material rekayasa yang terdiri dari matrik dan penguat. Komposit yang terbentuk merupakan material yang memiliki sifat keunggulan yang merupakan gabungan dari material – material penyusunnya. Salah satunya adalah komposit matrik logam yang memiliki kelebihan dalam hal berat yang lebih ringan dari logam tetapi memiliki sifat mekanik yang tidak kalah dengan logam dan mulai banyak digunakan dalam industri kendaraan dan alat transportasi udara. Penambahan penguat berupa Alumina (Al_2O_3) dapat meningkatkan sifat mekanis komposit. Alumina (Al_2O_3) merupakan salah satu jenis ceramic yang sangat keras dan sering digunakan sebagai penguat dalam pembuatan komposit aluminium.

Proses *stir casting* merupakan proses pembuatan komposit dengan cara penuangan logam yang sebelumnya telah mengalami proses pengadukan pada kondisi temperatur konstan di atas temperatur cairnya. Setelah penambahan dispersoid, leburan ini diaduk untuk beberapa saat yang bertujuan untuk memperoleh suatu campuran yang seragam, kemudian dituang kedalam cetakan. Keuntungan dari proses ini adalah dapat diaplikasikan untuk jenis partikel penguat yang bersifat tidak mampu dibasahi oleh logam cair. Bahan yang tidak dapat dibasahi tersebut akan dapat terdispersi oleh adanya gaya pengadukan secara mekanik yang menyebabkan partikel padatan terperangkap dalam logam cair .

Pada penelitian ini dilakukan fabrikasi komposit Al 6061/nano-Al₂O₃ dengan menggunakan metode stircasting. Hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai kekerasan komposit tertinggi didapatkan pada komposit dengan penambahan magnesium sebanyak 5% dan penguat nano alumina sebanyak 3% yakni 44 HRB. Seiring dengan meningkatnya kekerasan komposit, ketahanan aus komposit juga meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan laju aus komposit yang semakin rendah, dengan laju aus terendah dari komposit adalah 2.86×10^{-3} dengan penambahan magnesium sebanyak 5% dan penguat nano alumina sebanyak 3%. Berdasarkan hasil pengujian densitas dan porositas ditemukan bahwa penambahan prosentase magnesium memberikan efek berupa meningkatnya porositas komposit. Dimana pada paduan aluminium 6061 porositas komposit sebesar 0.25 % dan porositas tertinggi yakni 6.2 % terjadi pada komposit dengan penambahan magnesium sebanyak 5% dan penambahan penguat nano alumina sebanyak 3%. Peningkatan prosentase porositas ini diikuti dengan menurunnya densitas komposit. Paduan aluminium memiliki densitas 2.68 gr/cm^3 dan densitas komposit terendah yakni 2.35 gr/cm^3 ditemukan pada komposit dengan penambahan magnesium sebanyak 5% dan penambahan penguat nano alumina sebanyak 3%. Penampakan partikel penguat dan porositas pada komposit dapat diamati melalui foto mikro. Berdasarkan foto mikro yang diamati, terdapat beberapa perbedaan antara komposit dengan kandungan penguat nano alumina sebanyak 1% dan 3%. Terlihat porositas pada komposit dengan kandungan penguat nano alumina sebanyak 1% lebih kecil dibandingkan komposit dengan kandungan alumina sebanyak 3%.

Peningkatan sifat mekanik yang terjadi pada komposit Al 6061/nano-Al₂O₃ merupakan efek dari penambahan alumina sebagai penguat pada komposit dan juga magnesium sebagai *wetting agent*. Dengan adanya alumina sifat mekanik komposit menjadi semakin meningkat, terutama kekerasannya. Hal ini dapat terjadi karena pada dasarnya alumina memiliki sifat yang keras. Sedangkan penambahan magnesium sebagai *wetting agent* juga memberikan efek peningkatan sifat mekanik komposit. Hal ini menandakan magnesium mampu meningkatkan kemampuan basahan antara aluminium cair dan partikel alumina.

SUMMARY

Effect of Magnesium on Aluminum 6061 / nano Al₂O₃ Composite by Stir Casting

Method; Rochmad Eko P.U., 101910101035; 2014: 75 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Human always have want to know encourage people to create something new. Along with the development of the times, the technology used by humans also experienced growth. Thus the required material will always have the appropriate development of human needs. In the development of materials needed by people increasingly lead to materials with good mechanical properties and light weight.

Composite material is one that can be used, because it is a composite material consisting of engineering matrix and reinforcement. Formed a composite material that has properties that excellence is a combination of material - material constituent. One is a metal matrix composites which has advantages in terms of lighter weight than metal but has mechanical properties that are not inferior to the metal and started being used in the vehicle industry and air transportation. The addition of reinforcement in the form of alumina (Al₂O₃) can improve the mechanical properties of the composite. Alumina (Al₂O₃) is one type of ceramic is very hard and is often used as reinforcement in composite manufacturing aliminium.

Stir casting process is a composite manufacturing process by means of a metal casting process that previously has undergone constant stirring at temperature conditions above the melting temperature. After the addition of dispersoid, this fused stirred for some time is to obtain a uniform mixture, then poured into the mold. The advantage of this process is applicable to the type of reinforcement particles that are not capable of wetted by liquid metals. Materials that can not be dampened will be dispersed by the force of mechanical agitation which causes the solid particles trapped in the molten metal.

In this research, composite fabrication using Al 6061/nano-Al₂O₃ *stircasting*. Results of hardness testing showed the highest composite hardness values obtained in

composites with the addition of magnesium and 5% alumina nano reinforcement as much as 3% ie 44 HRB. Along with the increase in the composite hardness, wear resistance of composites also increased. This is indicated by the wear rate of the composite lower, with the lowest wear rate of the composite is 2.86×10^{-3} with the addition of as much as 5% magnesium and alumina nano reinforcement 3%. Based on the results of testing the density and porosity percentage was found that the addition of magnesium to give effect by increasing the porosity of the composite. Where the 6061 aluminum alloy composite porosity of 0.25% and 6.2% which is the highest porosity occurs in composites with magnesium penambahan by 5% and the addition of nano-alumina reinforcement as much as 3%. Percentage increase followed by a decrease in the porosity of the composite density. Aluminum alloy has a density of 2.68 g / cm^3 and the lowest density of the composites was found at $2:35 \text{ gr/cm}^3$ magnesium composites with the addition of as much as 5% and the addition of nano-alumina reinforcement as much as 3%. Sightings particles and porosity in the composite reinforcement can be observed through the micro picture. Based on the observed micro picture, there are some differences between composites with nano-alumina content of the reinforcement as much as 1% and 3%. Visible porosity in the composites containing nano-alumina reinforcement as much as 1% smaller than alumina composites containing as much as 3%.

Improved mechanical properties occur in composite Al 6061/nano- Al_2O_3 is the effect of the addition of alumina as reinforcement in composites and magnesium as well as a wetting agent. With the mechanical properties of alumina composite are becoming increasingly rising, particularly violent. This can happen because basically alumina has properties that hard. While the addition of magnesium as a wetting agent also gives the effect of an increase in the mechanical properties of the composite. This indicates magnesium can improve the ability basahan between liquid aluminum and alumina particles.

PRAKATA

Pertama – tama penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Pengaruh Magnesium terhadap Komposit Al 6061 / nano - Al₂O₃ dengan Metode *Stir Casting*”. Penulisan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Tidak mudah untuk menyelesaikan skripsi ini tanpa bantuan dari orang lain. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang telah memeberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
2. Ir. FX Kristianta, M.Eng. selaku pembimbing utama dan Sumarji, S.T., M.T. selaku pembimbing anggota.
3. Wahadi, Gofur, dan Yuda selaku rekan satu tim dalam pelaksanaan penelitian.
4. Teman – teman kontrakan yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam penyusunan sripsi ini.
5. Teman – teman Teknik Mesin 2010.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima saran dan kritik yang membengaun dari semua pihak guna kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2014

Penulis

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan	4
1.4.2 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi MMC (Metal Matrix Composite).....	5
2.2 Bahan Komposit Al6061/ Al ₂ O ₃	7
2.2.1 Aluminium 6061	7
2.2.2 Alumina (Al ₂ O ₃)	9
2.2.3 Magnesium.....	11
2.3 Ikatan Matriks-Penguat	13
2.4 Porositas	14
2.5 Metode Stir Casting	16
2.6 Partikel Nano.....	20
2.7 Nanokomposit	21
2.8 Karakterisasi Komposit Al6061/nano- Al ₂ O ₃	21
2.8.1 Pengujian Kekerasan.....	21
2.8.2 Pengujian Keausan	22
2.8.3 Pengujian Densitas dan Porositas.....	24
2.8.4 Pengujian Struktur Mikro dan Mikroskop Optik	25
2.9 Hipotesis.....	26

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan	27
3.3.1 Alat	27
3.3.2 Bahan	28
3.5 Proses Pembuatan Komposit Al6061/nano-Al ₂ O ₃	28
3.6 Rancangan Pengujian	30

Bab 4 HASIL dan PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kekerasan	33
4.2 Pengujian Laju Aus	35
4.3 Pengujian Densitas dan Porositas	37
4.4 Pengujian Struktur Mikro	40

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Daftar Tabel

Tabel 2.1 komposisi kimia Al 6061 dalam persen berat	7
Tabel 2.2 Sifat Fisik Aluminium berdasarkan tingkat kemurnian	8
Table 2.3 Klasifikasi Paduan Aluminium	9
Tabel 2.4 Sifat dari jenis penguat discontinue	10
Tabel 2.5 Komposisi Kimia Partikel Al_2O_3	10
Tabel 3.1 Pengujian kekerasan Rockwell B	30
Tabel 3.2 Pengujian Keausan Metode Ogoshi	31
Tabel 3.3 Pengujian Densitas dan Porositas.....	32

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Morfologi SEM.....	11
Gambar 2.2 Infiltrasi aluminium dengan penambahan Mg.....	12
Gambar 2.3 Sudut Kontak Pembasahan	13
Gambar 2.4 Particle Pull Out.....	14
Gambar 2.5 Penyusutan.....	15
Gambar 2.6 Skema <i>Stir Casting</i>	17
Gambar 2.7 Mikro optik bahan cor	18
Gambar 2.8 Struktur mikro Aluminium dengan penambahan Al_2O_3	19
Gambar 2.9 alat uji kekerasan Rockwell B	22
Gambar 2.13 Alat Uji Aus Metode Ogoshi	22
Gambar 2.14 Skema Percobaan Uji Aus	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.3 grafik pengujian kekerasan	33
Gambar 4.6 Grafik pengujian laju aus	35
Gambar 4.1 Grafik densitas komposit Al.6061/ Al_2O_3	37
Gambar 4.2 Grafik porositas komposit Al 6061/ Al_2O_3	38
Gambar 4.7 Struktur Mikro komposit 1% Al_2O_3 dengan Perbesaran 100x	40
Gambar 4.8 Struktur Mikro komposit 1% Al_2O_3 dengan Perbesaran 100x	41
Gambar 4.9 Struktur Mikro komposit 3% Al_2O_3 dengan Perbesaran 100x	42
Gambar 4.10 struktur mikro 500x komposit Al 6061/nano-	44