

**PENGARUH PEMANASAN AWAL PARTIKEL PENGUAT (Al_2O_3)
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA
ALUMINIUM METAL Matrik KOMPOSIT DENGAN PROSES *STIR*
*CASTING***

TESIS

**Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Mesin**



Oleh :

IRAWAN SETIA

S951608004

**PASCASARJANA
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2021

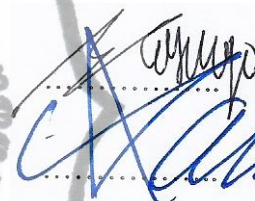
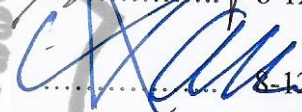
commit to user

**PENGARUH PEMANASAN AWAL PARTIKEL PENGUAT (Al_2O_3)
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA
ALUMINIUM METAL MATRIK KOMPOSIT DENGAN PROSES *STIR*
*CASTING***

Oleh

IRAWAN SETIA

NIM : S951608004

Pembimbing	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Pembimbing I	Dr. Eko Surojo S.T.,M.T. NIP. 196904112000031006		8-12-2020
Pembimbing II	Prof. Dody Ariawan S.T.,M.T.,Ph.D NIP. 197308041999031003		8-12-2020

**Telah dinyatakan memenuhi syarat
Pada tanggal 8 Desember 2020**

Kepala Program Studi Magister Teknik Mesin

Universitas Sebelas Maret



Dr. Zainal Arifin S.T., M.T.
NIP 197303082000031001

**PENGARUH PEMANASAN AWAL PARTIKEL PENGUAT (Al_2O_3)
TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA
ALUMINIUM METAL MATRIK KOMPOSIT DENGAN PROSES *STIR*
*CASTING***

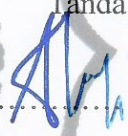

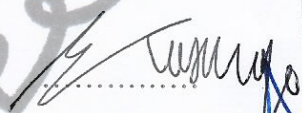
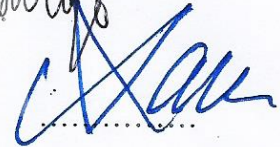
TESIS

Oleh

IRAWAN SETIA

NIM : S951608004




Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Zainal Arifin S.T., M.T. NIP. 197303082000031001	
Sekretaris	Dr. Wahyu Purwo Raharjo, S.T., M.T. NIP. 197202292000121001	
Anggota Penguji	Dr. Eko Surojo S.T., M.T. NIP. 196904112000031006	
	Prof. Dody Ariawan, S.T., M.T., Ph.D NIP. 197308041999031003	

Telah dinyatakan memenuhi syarat

Pada tanggal 8 Desember 2020

Mengetahui,

 Dekan Fakultas Teknik UNS  Dr. Ir. Sholeh As'ad, M.T. NIP. 196710011997021001	Kepala Program Studi Magister Teknik Mesin  Dr. Zainal Arifin S.T., M.T. NIP. 197303082000031001
---	---

commit to user

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSYARATAN PUBLIKASI

Saya menyatakan dengan benar bahwa:

1. Tesis yang berjudul: **“PENGARUH PEMANASAN AWAL PARTIKEL PENGUAT (Al_2O_3) TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA ALUMINIUM METAL MATRIK KOMPOSIT DENGAN PROSES *STIR CASTING*”** ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik. Serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No. 17, tahun 2010).
2. Publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seijin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya satu semester (enam bulan sejak pengesahan tesis) saya tidak melakukan publikasi sebagian atau keseluruhan isi tesis ini, maka Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Program Studi Magister Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Apabila saya melakukan pelanggaran dari ketentuan publikasi ini, maka saya bersedia mendapatkan sanksi akademik yang berlaku.

Surakarta, 8 Desember 2020

Mahasiswa,



Irawan Setia
NIM. S951608004

Irawan Setia
NIM. S951608004

Irawan Setia. 2020. **Pengaruh Pemanasan Awal Partikel Penguat (Al_2O_3) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Aluminium Metal Matrik Komposit Dengan Proses *Stir Casting***. TESIS. Pembimbing 1: Dr. Eko Surojo S.T., M.T. Pembimbing 2: Prof. Dody Ariawan S.T., M.T., Ph.D. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

ABSTRAK

Komposit matriks logam adalah logam matriks yang diperkuat dengan logam, keramik, atau senyawa organik. Penguatan dimaksudkan untuk meningkatkan sifat mekanik, termal, atau tribologis dari matriks. Stir casting adalah proses yang ekonomis untuk membuat komposit matriks logam. Stir casting dilakukan dengan mengaduk partikel penguat secara mekanis ke dalam cairan logam matriks. Komposit matriks logam yang dihasilkan dari stir casting dipengaruhi oleh distribusi partikel penguat yang seragam. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemanasan awal partikel penguat Al_2O_3 terhadap kekerasan dan struktur mikro komposit matriks logam aluminium. Penelitian ini menggunakan aluminium seri 6061 sebagai matriks dan Al_2O_3 sebagai partikel penguat. Suhu pemanasan partikel penguat bervariasi pada 200 °C, 300 °C, 400 °C, dan 500 °C. Parameter suhu pengadukan 700 °C, suhu leleh 750 °C, suhu tuang 750 °C, waktu pengadukan 5 menit, dan kecepatan pengadukan 550 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanasan awal partikel penguat Al_2O_3 dapat mengurangi rongga-rongga pada komposit. Dengan meningkatnya suhu pemanasan awal, rongga-rongga logam menurun, menghasilkan peningkatan keterbasahan penguat Al_2O_3 dalam aluminium.

Kata kunci: Aluminium, Komposit Matriks Logam, Pemanasan Awal, Stir Casting.

Irawan Setia. 2020. *Effect of Reinforcement (Al_2O_3) Preheating on Hardness and Microstructure of Aluminum Matrix Composite With the Stir Casting Process*.

THESIS. 1st Promotor: Dr. Eko Surojo S.T., M.T. 2nd Promotor: Prof. Dody Ariawan S.T., M.T., Ph.D. Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

ABSTRACT

Metal matrix composite is a metal matrix reinforced with metal, ceramic, or organic compound. The reinforcement is intended to improve mechanical, thermal, or tribological properties of the matrix. Stir casting is an economical process to fabricate the metal matrix composites. Stir casting is conducted by mechanical stirring of the reinforcement particulate into metal liquid. The metal matrix composites resulted from the stir casting is affected by a homogeneous distribution of the reinforcement. The objective of this research is to investigate the effect of reinforcement (Al_2O_3) preheating on hardness and micro structure of aluminum metal matrix composite. This study used aluminum series 6061 as a matrix and Al_2O_3 as reinforcement. The temperatures of reinforcement preheating were varied at 200 °C, 300 °C, 400 °C, and 500 °C. Stirring temperature parameters of 700 °C, melting temperature of 750 °C, pouring temperature of 750 °C, stirring times of five minutes, and stirring speed of 550 rpm. The results of the research showed that the preheating Al_2O_3 reinforcement can reduce metal segregation. As the preheating temperature increases, metal segregation decreases, resulting in an increase in the wettability of Al_2O_3 reinforcement in aluminum.

Keywords: Aluminum, Metal Matrix Composite, Preheating, Stir Casting.

KATA PENGANTAR

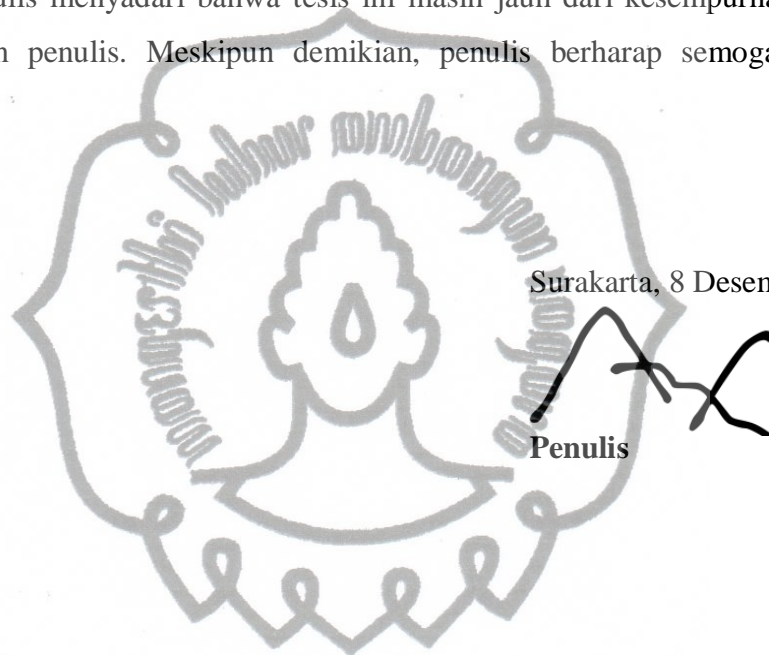
Segala puji bagi Allah yang Maha pengasih dan penyayang, yang memberi ilmu, inspirasi, dan kemuliaan. Atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Pengaruh Pemanasan Awal Partikel Penguat (Al_2O_3) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Aluminium Metal Matrik Komposit Dengan Proses *Stir Casting*”**.

Tesis ini disusun untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Magister pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya yang selalu mendoakan dan selalu memberi dukungan.
2. Dr. Zainal Arifin S.T., M.T., Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin FT UNS.
3. Dr. Eko Surojo.,ST.MT., selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan penuh semangat memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan proposal tesis ini.
4. Prof. Dody Ariawan S.T.,M.T.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan penuh semangat memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan proposal tesis ini.
5. Hammar Ilham, yang telah banyak membantu dalam penelitian dan penyusunan proposal tesis ini.
6. Beni Wijaya, yang telah membantu dalam proses pembuatan spesimen.
7. Luckman Hakim, yang telah menemani dalam proses pengujian.

8. Tri Nur Cahyono, yang telah membantu dalam pengolahan data.
9. Adik Joko Monyeng dan Yunanto, yang telah membantu pembuatan gambar desain.
10. Anang Susanto, Herman Safii, Devon Anggoro, Gemilang, Sulis, Ilyas yang memberi motivasi dan semangat.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan penulis. Meskipun demikian, penulis berharap semoga tesis ini bermanfaat.



Surakarta, 8 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN BIODATA	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Kebaruan Penelitian	2
C. Perumusan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	2
E. Manfaat Penelitian	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori.....	4
1. Metal matrik komposit.....	4
2. <i>Stir Casting</i>	6
3. Densitas dan Porositas.....	9

	10
4. Uji Kekerasan Brinell.....	10
5. Struktur Mikro.....	11
B. Kerangka Berpikir	15
C. Hipotesis	15
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Metode Penelitian Laboratorium.....	16
1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
2. Bahan dan Alat yang digunakan.....	16
3. Tata Laksana Penelitian.....	22
B. Metode Penelitian Lapangan	23
C. Metode Penelitian Literatur	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	27
B. Pembahasan	33
C. Nilai-nilai Kebaruan.....	36
D. Keterbatasan Penelitian	37
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	38
B. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Beberapa bahan penguat dan matriks yang digunakan untuk pengembangan <i>metal matrix composite</i>	5
2.2. <i>Stir casting furnace</i>	6
2.3. Skema Metode <i>Stir Casting</i>	7
2.4. <i>Stir casting</i> komposit aluminium diperkuat MgO	8
2.5. Parameter proses yang disarankan untuk proses <i>Stir casting</i>	9
2.6. Alat Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	11
2.7. <i>Metallurgical Microscop</i> (Euronex Holland)	15
2.8. Hubungan antar variabel penelitian	27
3.1. Aluminium Seri 6061	17
3.2. Dapur Peleburan	19
3.3. Bagan <i>Stir Casting</i>	19
3.4. Desain <i>Stirrer/Impeller</i>	20
3.5. <i>Universal Hardness Tester</i>	21
3.6. <i>Metallurgical Microscop</i> (Euronex Holland)	21
3.7. Diagram Alir Penelitian	22
4.1. Diagram Densitas Spesimen	27
4.2. Diagram Porositas Spesimen	28
4.3. Hasil Pengujian Struktur Mikro	29

	12
4.4. Hasil Foto Makro	31
4.5. Diagram Hasil Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Komposisi kimia aluminium seri 6061	18
3.2. Sifat mekanik aluminium seri 6061	18
3.3. Spesifikasi Serbuk Al_2O_3 (alumina)	18
3.4. Pengujian yang dilakukan	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Naskah Artikel Publikasi	41
2. Naskah Artikel <i>Review</i>	48
3. Sertifikat Presenter <i>Conference ICESEAM</i> Tahun 2019	63
4. Perhitungan	64