

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa melimpahkan berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini merupakan laporan akhir yang harus dipenuhi dalam mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Untuk memenuhi syarat tersebut maka penyusun melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Prosentase Berat Serbuk E-Glass Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas Pada A6061 Hasil Squeeze Casting Dan Aging Treatment”**. Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

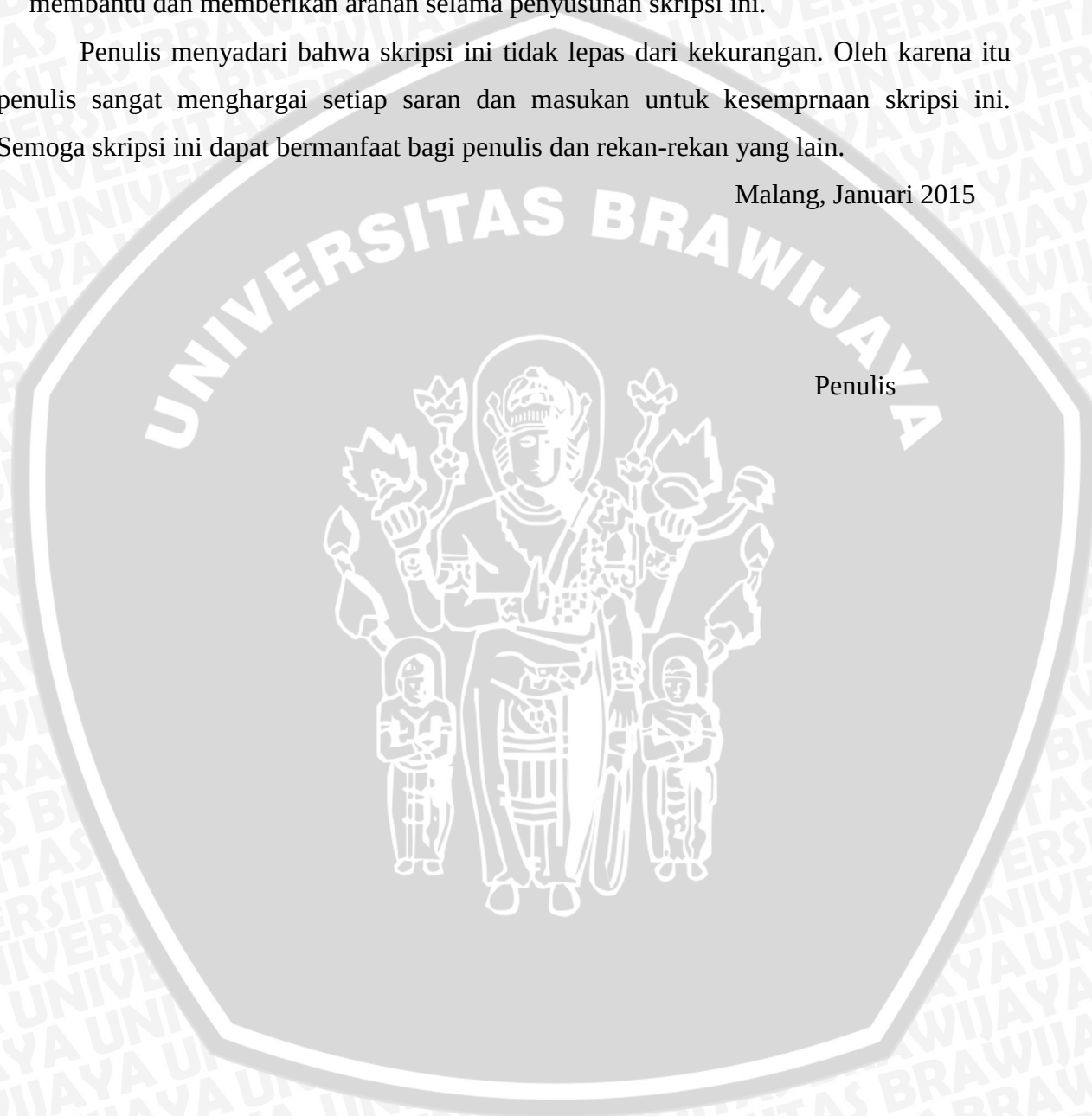
1. Kedua orang tua saya, Bapak (Santoso), Ibu (Dwi Hayati) yang selalu memberikan pemahaman, nasehat dan bimbingan dalam kebebasan untuk berfikir dan bertindak.
2. Bapak Dr.Eng Nurkholis Hamidi, ST, M.Eng., selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Purnami, ST, MT., selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Bapak Dr. Eng. Yudy Surya Irawan, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak memberikan pengarahan dan motivasi selama pelaksanaan skripsi.
5. Bapak Dr. Eng. Anindito Purnowidodo, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan pengarahan dan motivasi selama pelaksanaan skripsi.
6. Bapak Ir. Erwin Sulisty, M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang banyak memberikan masukan dalam perkuliahan.
7. Bapak Gatot Siswanto, selaku Laboran Laboratorium Pengecoran Logam Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
8. Seluruh dosen dan karyawan jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
9. Keluarga Besar Laboratorium Pengecoran Logam Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.(Oddy, Kelik, Rio, Mamad, Djoni, Faisal, Iyan, Afrizal, Harsa, Darmawan, Jefri).
10. Teman seperjuangan dalam penelitian ini Djoni, Emil dan Grahita/Jember serta Ardha, terimakasih untuk kerjasama dan kebersamaanya selama ini.

11. Keluarga Besar IMMORTAL M'10 yang sudah menjadi keluarga dan menjadi penyemangat dalam perjuangan di Teknik Mesin.
12. KBMM (Keluarga Besar Mahasiswa Mesin) yang banyak memberikan pengalaman dalam pembentukan pola pikir dan pola sikap.
13. Dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dan memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat menghargai setiap saran dan masukan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan rekan-rekan yang lain.

Malang, Januari 2015

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
RINGKASAN.....	ix
SUMMARY	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Pengecoran Logam	4
2.2.1 Prinsip Kerja Pengecoran	4
2.2.2 Pengecoran <i>Squeeze (Squeeze Casting)</i>	5
2.2.3 Parameter Proses Pengecoran <i>Squeeze</i>	6
2.2.4 Solidifikasi	8
2.3 Fluiditas	10
2.4 Komposit.....	11
2.4.1 <i>Metal Matrix Composite (MMC)</i>	12
2.4.2 Matriks.....	13
2.4.2.1 Aluminium Sebagai Matriks.....	13
2.4.3 <i>Filler (Reinforcement)</i>	16
2.4.3.1 <i>E-Glass</i> Sebagai <i>Filler</i>	16
2.4.4 Fraksi Berat Komposit	18
2.4.5 <i>Rule Of Mixture</i>	19
2.5 <i>Stir Casting</i>	19
2.6 <i>Aging Treatment</i>	20

2.6.1	<i>Natural Aging</i>	21
2.6.2	<i>Artificial Aging</i>	21
2.7	Pengujian Porositas	23
2.7.1	Porositas Pada Pengecoran Logam	23
2.7.2	Perhitungan Porositas	24
2.7.3	Densitas	24
2.7.3.1	Macam Densitas	24
2.7.4	Pengukuran Densitas Dengan Menggunakan Piknometri	25
2.8	Kekuatan Tarik	26
2.8.1	Definisi Kekuatan Tarik	26
2.8.2	Hubungan Tegangan dan Regangan	26
2.9	Bentuk dan Ukuran Benda Uji	27
2.10	Hipotesa	28

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Tempat Penelitian	29
3.2	Variabel Penelitian	29
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	30
3.3.1	Alat-alat Penelitian	30
3.3.2	Bahan Penelitian	31
3.4	Instalasi Penelitian	31
3.5	Dimensi Cetakan	32
3.6	Prosedur Penelitian	32
3.6.1	Prosedur <i>Squeeze Casting</i>	32
3.6.2	Prosedur <i>Solution treatment</i> dan <i>Precipitation Aging treatment</i>	33
3.6.3	Prosedur Pengujian Porositas Dengan Metode Piknometri	34
3.6.4	Proses Pengujian Kekuatan Tarik	34
3.7	Diagram Alir Penelitian	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengujian Porositas	38
4.1.1	Data Hasil pengujian porositas	38
4.1.2	Pembahasan Hasil Pengujian Porositas	42
4.2	Pengujian Kekuatan Tarik	44

4.2.1	Data Hasil Pengujian Tarik	44
4.2.2	Pembahasan Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	KESIMPULAN	49
5.2	SARAN.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Proses <i>Metal Matrix Composite</i>	13
Tabel 2.2	Sifat-sifat fisik aluminium	14
Tabel 2.3	Sifat Aluminium Paduan Al-Mg-Si.....	15
Tabel 2.4	Sifat Mekanik dari serat <i>E-glass</i>	16
Tabel 2.5	Karakteristik dari partikel penguat	18
Tabel 4.1	Data Perhitungan <i>Apparent Density</i> Spesimen Porositas <i>Metal Matrix Composite</i> (MMC).....	38
Tabel 4.2	Data Perhitungan <i>True Density</i> Spesimen Porositas <i>Metal Matrix Composite</i> (MMC)	39
Tabel 4.3	Data prosentase Porositas <i>Metal Matrix Composite</i> (MMC)	40
Tabel 4.4	Data Beban Tarik Maksimal (N)	45
Tabel 4.5	Data Kekuatan Tarik (MPa).....	45



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Mekanisme <i>Direct Squeeze Casting</i>	6
Gambar 2.2	Mekanisme <i>Indirect Squeeze Casting</i>	6
Gambar 2.3	Ilustrasi skematis dari pembekuan logam	9
Gambar 2.4	Struktur <i>Chill, Columnar, dan Equiaxed Zone</i>	10
Gambar 2.5	Pembagian Komposit berdasarkan jenis penguat.....	12
Gambar 2.6	Diagram fase magnesium-silikon pada aluminium paduan	15
Gambar 2.7	Macam-macam bentuk partikel.....	17
Gambar 2.8	porositas pada <i>Metal matrix Composite</i>	20
Gambar 2.9	Grafik hubungan lama waktu <i>precipitation aging</i> dengan kekuatan tarik pada paduan A6061	22
Gambar 2.10	Grafik hubungan lama waktu <i>artificial aging</i> dengan kekuatan luluh pada paduan A6061	22
Gambar 2.11	Grafik hubungan lama waktu <i>artificial aging</i> dengan perpanjangan pada paduan A6061	23
Gambar 2.12	Skema Piknometri	25
Gambar 2.13	Diagram Tegangan Regangan	27
Gambar 2.14	Bentuk dan Ukuran Standar Spesimen Uji Tarik	28
Gambar 3.1	Instalasi <i>Squeeze Casting</i>	30
Gambar 3.2	Cetakan produk squeeze casting (ukuran dalam mm)	31
Gambar 3.3	Grafik Waktu dan Temperatur dalam Proses <i>Solution Treatment dan precipitation Aging</i>	33
Gambar 3.4	Dimensi Benda Kerja Uji Tarik	34
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian	35
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh penambahan Fraksi Berat serbuk <i>E-Glass</i> Terhadap Porositas Rata-rata pada Silinder A6061 Hasil <i>Squeeze casting</i> dan <i>Aging Treatment</i>	42
Gambar 4.2	Foto belahan penampang hasil Coran	42
Gambar 4.3	Foto <i>SEM</i> rongga pada spesimen (A) perbesaran 500x, (B) perbesaran 250x	43

Gambar 4.4 Grafik Pengaruh penambahan serbuk <i>E-Glass</i> Terhadap kekuatan tarik rata rata pada Silinder A6061 Hasil <i>Squeeze casting</i> dan <i>Aging Treatment</i>	46
Gambar 4.5 Foto Makro penampang patahan spesimen uji tarik a. Fraksi berat <i>E-Glass</i> 0%, b. Fraksi berat <i>E-Glass</i> 5%, c. Fraksi berat <i>E-Glass</i> 7.5%, d. Fraksi berat <i>E-Glass</i> 10%	47
Gambar 4.6 Foto SEM penampang patahan spesimen uji tarik dengan komposisi: (a) <i>E Glass</i> 0% perbesaran 1000x, (b) <i>E-Glass</i> 0% perbesaran 250x, (c) <i>E-Glass</i> 10% perbesaran 1000x, (d) <i>E-Glass</i> 10% perbesaran 1000x pada daerah batas alumunium dan penggumpalan partikel <i>E-Glass</i> , (e) <i>E-Glass</i> 10% perbesaran 1000x pada daerah penggumpalan partikel <i>E-Glass</i>	48



RINGKASAN

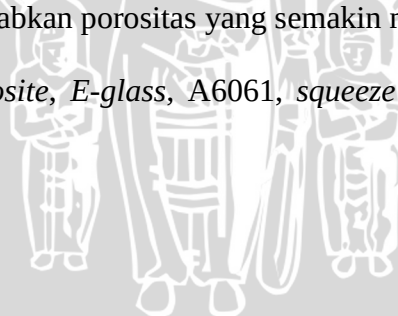
Sandhy Surya Aditama, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2015, *Pengaruh Prosentase Berat Serbuk E-Glass Terhadap Kekuatan Tarik Dan Porositas Pada A6061 Hasil Squeeze Casting Dan Aging Treatment*, Dosen Pembimbing: Yudy Surya Irawan dan Anindito Purnowidodo.

Metal Matrix Composite (MMC) adalah metode pembuatan komposit dengan mengkombinasikan 2 material atau lebih yang berbeda komposisi kimia penyusunnya digunakan untuk memperbaiki sifat mekanik seperti kekuatan, kekakuan dan kekerasan dari material. Pengadukan MMC dapat dilakukan dengan *stir casting*. *Stir casting* adalah metode untuk mencampur *matrix* dan penguat dalam kondisi logam mencair. Pemilihan metode pengecoran *squeeze casting* dan *Aging treatment* dilakukan karena menurut penelitian sebelumnya dapat menurunkan porositas dan meningkatkan kekuatan tarik material. *Squeeze casting* adalah suatu metode yang menggabungkan beberapa keuntungan dari proses *forging* dan *casting*. Sedangkan *Aging treatment* yaitu proses perlakuan panas yang dilakukan pada spesimen hasil cor.

Dalam penelitian ini dibahas tentang pengaruh penambahan serbuk *E-glass* sebesar 0%, 5%, 7.5%, 10% terhadap kekuatan tarik dan porositas pada silinder A6061 hasil *squeeze casting* dan *Aging treatment*. Dengan langkah penelitian adalah melakukan *Stir Casting* untuk mengaduk MMC dilanjutkan dengan proses *Squeeze Casting* lalu tahap berikutnya proses *Aging Treatment*. Setelah itu dilakukan pengujian piknometri untuk mengetahui porositas dan tahap akhir adalah melakukan pengujian tarik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan prosentase fraksi berat serbuk *E-glass* menyebabkan porositas yang terjadi semakin meningkat yaitu 0.88%, 1.55%, 1.72%, 2.27% dan kekuatan tarik semakin turun yaitu 200.44 MPa, 177.55 MPa, 167.39 MPa, 138.98 MPa. Meningkatnya porositas disebabkan oleh penggumpalan partikel *E-glass* dan menurunnya fluiditas logam cair sehingga terjadi solidifikasi dini. Sedangkan menurunnya kekuatan tarik disebabkan porositas yang semakin meningkat.

Kata kunci: *metal matrix composite*, *E-glass*, A6061, *squeeze casting*, *Aging treatment*, kekuatan tarik, porositas.



SUMMARY

Sandhy Surya Aditama, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, January 2015, *The Effect of Weight Percentage of Powder E-Glass To Tensile Strength and Porosity Defects In A6061 of Squeeze Casting And Aging Treatment Result*, Supervisor: Yudy Surya Irawan and Anindito Purnowidodo.

Metal Matrix Composite (MMC) is a method of making composite materials by combining two or more materials which have different chemical composition of the constituent to improve the mechanical characteristic such as strength, rigidity and solidity. MMC stirring can be done with stir casting, a method to mix matrix with intensifier in metal melting conditions. Squeeze casting and aging treatment was chosen because based on the previous studies it can decrease porosity defects and also improve the tensile strength of the material. Squeeze casting is a method that combines some of the advantages of the process of forging and casting while Aging treatment is the process of heat treatment carried out on specimens of cast.

This study discussed the effect of the addition of E-glass powder at 0%, 5%, 7.5%, 10% of the tensile strength and porosity defects in the cylinder A6061 from squeeze casting and Aging treatment. There are several steps in this study, Stir Casting for MMC stirring is done first then followed by Squeeze Casting process and the next stage is Aging Treatment process. And then conducted piknometri test to determine porosity and the final stage is the tensile test.

The results showed that the larger the percentage addition weight fraction E-glass powders cause increased porosity defect by 0.88%, 1.55%, 1.72%, 2.27% and tensile strength getting down by 200.44 MPa, 177.55 MPa, 167.39 MPa, 138.98 MPa. The increasing of porosity defects caused by particle agglomeration E-glass and decreasing fluidity of molten metal, causing premature solidification. While the decrease of tensile strength caused by the increasing porosity defects.

Keywords: metal matrix composite, E-glass, A6061, squeeze casting, aging treatment, tensile strength, porosity.