

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“PENGARUH WAKTU PELEBURAN TERHADAP KEKERASAN PADUAN AI - Mg PADA PROSES PENGECORAN AUTOMATIC POURING SYSTEM”**, yang diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini Penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST., M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak Purnami, ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
3. Ibu Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST., MT., selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
4. Bapak Dr. Ir. Wahyono Suprapto, MT.Met. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Teknik Material Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya dan Dosen Pembimbing I yang sudah banyak membantu membimbing dalam penyusunan skripsi dan selama penelitian.
5. Bapak Khairul Anam ST., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran yang sangat membantu dalam penulisan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Hastono Wijaya, MT. selaku dosen pembimbing akademis saya yang tidak pernah lelah memberikan bimbingan, nasehat dan motivasinya selama saya menuntut ilmu di Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.
7. Kedua orang tua tercinta Bapak Sutaji dan Ibu Puji Astutik yang tidak ada hentinya memberikan yang terbaik untuk saya baik segi materi maupun semangat dan do'a yang selalu mendampingi saya dari awal hingga terselesaiannya penyusunan skripsi ini.
8. Ibu Putu Hadi Setyorini, ST., MT dan Ibu Femiana Gapsari M. F. ST., MT. selaku dosen Mesin Universitas Brawijaya yang memberikan banyak bantuan dan dukungan kepada penulis.
9. Seluruh staff pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Mesin

10. Keluarga Besar Laboratorium Pengujian Bahan, Bapak Ir. Erwin Sulistyo, MT., Bapak Suhastomo, serta rekan-rekan asisten mas Adhyatma, mas Reza, mas Zanuarsah, mmas Jhenta, mas Ivan, mas Fransisca, mas Oye, mas Sony, mas Rivky, Yogi, Satriyo, Radissa, Andi, Shandika, Febriko, dan Safira atas segala bantuan, dukungan dan semangat yang diberikan.
11. Seluruh Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Universitas Brawijaya khususnya KAM11KAZE (angkatan 2011) yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu karena telah secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Seluruh Keluarga Besar Divisi Aerokreasi Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang sudah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
13. Seluruh Keluarga Besar Alm. Bapak Moedjo dan Ibu Sukiyem yang juga telah memberikan arahan dan semangat kepada saya, terutama adik Fernanda Riza Asta Oktavian yang telah hadir untuk menghibur saya.
14. Ibunda Mimin Sutrismi, SH. yang tidak ada henti-hentinya memberikan semangat dan senantiasa mengingatkan kepada saya untuk segera menyelesaikan penulisan skripsi.
15. Seseorang yang spesial, Maghfira Zakinah yang tak pernah berhenti memberikan semangat, motivasi, do'a dan sabar serta selalu meluangkan waktunya untuk menemaninya dalam menyelesaikan penulisan skripsi saya
16. Laboratorium $\alpha \beta \gamma$ yang telah berkontribusi selama proses penelitian.
17. Semua pihak yang telah membantu terselesaiannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan manfaat yang positif pada pembaca semoga memunculkan ide-ide baru, saran dan kritik yang membangun untuk kedepannya.

Malang, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
RINGKASAN	ix

I. PENDAHULUAN

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

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Aluminium	5
2.3 Magnesium	9
2.4 Paduan Aluminium Magnesium (Al-Mg)	11
2.5 Kelarutan Gas pada Cairan Aluminium dan Paduan	14
2.6 Pengecoran Logam	15
2.7 <i>Automatic Pouring System (APS)</i>	18
2.8 Struktur Mikro	21
2.9 Kekerasan dan Pengujian Kekerasan Rockwell	22
2.10 Hipotesa	24

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Variabel Penelitian	25
3.2.1 Variabel Bebas.....	25
3.2.2 Variabel Terikat.....	25
3.2.3 Variabel Terkontrol	25



3.3 Alat dan Bahan	26
3.3.1 Alat	26
3.3.2 Bahan	34
3.4 Skema Penelitian	36
3.5 Prosedur Penelitian	36
3.5.1 Pembuatan Spesimen.....	37
3.5.2 Pengujian Mikrostruktur.....	37
3.5.3 Pengujian Kekerasan.....	38
3.6 Rancangan Hasil Percobaan	38
3.6.1 Rancangan Tabel Hasil Penelitian	39
3.6.2 Rancangan Grafik Hasil Penelitian	39
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	40

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Kekerasan	41
4.2 Hasil Foto Mikrostruktur.....	45

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

NO	JUDUL	HALAMAN
Tabel 2.1	Sistem Penamaan Paduan Aluminium Tuang.....	7
Tabel 2.2	Titik Cair dan Temperatur dari Paduan Aluminium.....	13
Tabel 2.3	Skala <i>Rockwell Hardness Tester</i>	24
Tabel 3.1	Rancangan tabel Hasil Pengujian Kekerasan.....	39
Tabel 4.1	Data Hasil Uji Kekerasan	41
Tabel 4.2	Data Hasil Uji Komposisi	43



DAFTAR GAMBAR

NO	JUDUL	HALAMAN
Gambar 2.1	Diagram Fasa Paduan Al-Mg	12
Gambar 2.2	Potongan Diagram Fasa Al-Mg.....	13
Gambar 2.3	Pengaruh Temperatur terhadap Kelarutan Hidrogen dalam Aluminium	14
Gambar 2.4	Dua Macam Bentuk Cetakan yaitu (a) Cetakan Terbuka, (b) Cetakan Tertutup.....	17
Gambar 2.5	Jenis Sumbat Dari Peralatan Penuangan Otomatis Dengan Pemanasan Induksi.....	18
Gambar 2.6	Peralatan Penuangan Otomatis Jenis Ladel Yang Dapat Dimiringkan...	19
Gambar 2.7	Peralatan Penuangan Otomatis Jenis Tekanan.....	20
Gambar 2.8	Alat Penuang Jenis Pompa Elektrik.....	20
Gambar 2.9	Aliran Dari Cairan Logam Pada Alat Penuangan Jenis Pompa Elektromagnet	21
Gambar 2.10	Strukturmikro hasil coran paduan Al-Mg (100x)	22
Gambar 2.11	Metode Pengujian Rockwell	23
Gambar 3.1	Timbangan Elektrik	26
Gambar 3.2	Tungku Peleburan	27
Gambar 3.3	Cetakan Permanen	28
Gambar 3.4	<i>Thermogun</i>	29
Gambar 3.5	<i>Stopwatch</i>	29
Gambar 3.6	Pengaduk Baja	30
Gambar 3.7	Penjepit Baja	30
Gambar 3.8	Sarung Tangan	31
Gambar 3.9	Spectrolab	31
Gambar 3.10	Mikroskop Logam.....	32
Gambar 3.11	<i>Rockwell Hardness Tester</i>	33
Gambar 3.12	Dimensi Ingot Aluminium	34
Gambar 3.13	Ingot Aluminium.....	35
Gambar 3.14	Dimensi Ingot Magnesium Murni	35
Gambar 3.15	Ingot Magnesium Murni	35
Gambar 3.16	Skema Penelitian.....	36
Gambar 3.17	Skema Titik Pengujian Kekerasan	38

Gambar 3.18	Hubungan antara Waktu Peleburan terhadap nilai Kekerasan pada Paduan Al-Mg	39
Gambar 3.19	Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1	Hubungan Waktu Peleburan terhadap Kekerasan.....	42
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Foto Mikrostruktur Pembesaran 400x	45
Gambar 4.3	Hasil Oksidasi Magnesium Ketika Peleburan.....	46



DAFTAR LAMPIRAN

NO	JUDUL
----	-------

Lampiran 1	Sertifikat Ingot Magnesium
------------	----------------------------

Lampiran 2	Data Hasil Uji Komposisi Ingot Aluminium
------------	--

Lampiran 3	Data Hasil Uji Komposisi Al-Mg dengan Waktu Peleburan 5 Menit
------------	---

Lampiran 4	Data Hasil Uji Komposisi Al-Mg dengan Waktu Peleburan 25 Menit
------------	--

Lampiran 5	Data Hasil Pengujian Kekerasan
------------	--------------------------------



RINGKASAN

Kharisma Eka Destanto, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2015, *Pengaruh Waktu Peleburan Terhadap Kekerasan Paduan Al-Mg Pada Proses Pengecoran AUTOMATIC POURING SYSTEM*, Dosen Pembimbing: Wahyono Suprapto dan Khairul Anam

Paduan Al-Mg saat ini sering digunakan dalam bidang industri manufaktur karena dengan penambahan magnesium pada Aluminium paduan memiliki beberapa kelebihan antara lain, kekuatan dan ketangguhan yang tinggi, tahan terhadap korosi, mampu las dan mampu mesin yang baik, mampu alir yang baik. Pada proses pengecoran logam, salah satu faktor yang sangat mempengaruhi adalah waktu peleburan. Waktu peleburan berarti proses penahanan ketika logam dalam keadaan cair. Proses peleburan tersebut mempengaruhi hasil coran dan komposisi dari paduan Al – Mg serta akan berdampak pada kekerasan hasil coran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu peleburan terhadap kekerasan paduan Al – Mg dan pada penelitian ini dilakukan pengecoran Al dan Mg dengan memvariasikan waktu peleburan yakni 5, 10, 15, 20, dan 25 menit dengan suhu 700°C. Kemudian hasil pengecoran yang berupa ingot Al-Mg dilakukan pengujian kekerasan dengan metode Rockwell, pengujian fotomikrostruktur serta pengujian komposisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu peleburan, maka semakin menurunkan tingkat kekerasannya. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu peleburan, struktur mikro yang dihasilkan semakin tidak merata dan komposisi magnesium pada paduan tersebut semakin hilang karena teroksidasi. Nilai kekerasan terendah yaitu sebesar 85,9 HRB dengan waktu peleburan 25 menit dan tertinggi sebesar 93,7 HRB dengan lama waktu peleburan 5 menit.

Kata Kunci : Pengecoran, Kekerasan, Struktur Mikro, Komposisi, Waktu Peleburan , Alumnum Paduan (Al-Mg)



DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook, vol. 02, In *Properties and Selection: Nonferrous alloys and special purpose materials*. ASM, 2004
- ASM Handbook, vol. 03, *Alloy Phase Diagrams*, ASM, 2004
- ASM Handbook, vol. 04, *Heat Treating*, ASM, 2004
- ASM Handbook, vol 08, *Mechanical Testing and Evaluation*, ASM, 2004
- Parapanjape, S, dkk. 2010. *Automatic Pouring Systems Boosts Output at Mahindra Hinoday Ind.* New Delhi : Mahindra Industries and Inductotherm India Pvt.Ltd
- Terashima, K. dan Keni'ichi Yano. 2009. *Supervisory Control of Automatic Pouring Machine*. Jurnal : Control Engineering Practice 18 (2010) 230–241
- Siswanto, R. 2014. Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan Terhadap Komposisi Al dan Mg Menggunakan Metode Pengecoran Tuang. Jurnal.
- Siswanto, R. 2011. Pengaruh Temperatur dan Waktu Peleburan Pengecoran Tuang Terhadap Struktur Mikro paduan Al – 21% Mg.
- Surdia, T. dan Saito, S. 1995. Pengetahuan Bahan dan Teknik. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Surdia, T. dan Saito, S. 1996. Teknik Pengecoran Logam. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Suprapto, W. 2011. Porositas Gas Pada Material Duralumin Dalam Pengecoran Sistem Vakum. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Riyanto, E. 2010. Mikrostruktur Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Lapisan Cr₃C₂-NiAl-Al₂O₃ Hasil Deposisi Dengan Menggunakan *High Velocityoxygen Fuel Thermal Spraycoating*. Bandung : LIPI
- Chen, T. 2014. *Microstructure Evolution And Tensile Mechanical Properties Of Thixoformed AZ61 Magnesium Alloy Prepared By Squeeze Casting*. China : Chongqing Institute of Green and Intelligent Technology.
- <http://www.azom.com/equipment-details.aspx?EquipID=1329> diakses tanggal 5 Juli 2015 pada pukul 14.00 WIB



LAMPIRAN 1 SERTIFIKAT INGOT MAGNESIUM

GUANGZHOU JIN YUAN YE XING TRADING CO.,LTD
ROOM 921,BAIHUI BUILDING, 193 ZHONGSHAN FIVE ROAD, YUEXIU
DISTRICT, GUANGZHOU, CHINA

质量证明

CERTIFICATE OF ANALYSIS

Manufacturer: GUANGZHOU JIN YUAN YE XING TRADING CO.,LTD

日期: 2014 年 5 月 20 日

Date: May.20.2014

We hereby certify that we analyzed the 3 MTS MAGNESIUM INGOT and got the following result:

CONTRACT NO.: LY13-8805

INVOICE NO.: LY13-8805

LOT NO.: JX-MD-05-09-004

Weight: 3 MTS

Quality: MG:99.9%

SI:0.015%

AL:0.026%

FE:0.0027%

CU:0.002%

MN:0.036%

NI:0.0002%

SIZE:100KG/INGOT



LAMPIRAN 2

DATA HASIL UJI KOMPOSISI INGOT ALUMINIUM

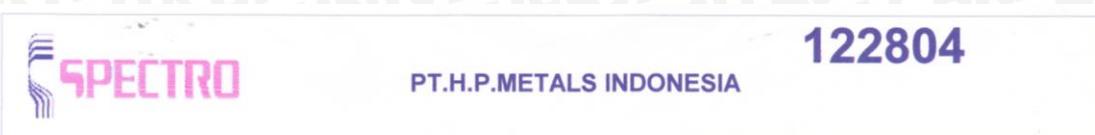
 PT.H.P.METALS INDONESIA										
122804										
Method:	AI-SS-6063						3/20/2015 11:37:03 AM			
Comment:	AI-Base SS-6063						Element Concentration			
Sample No.:	Sample ID:									
A										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti		
	%	%	%	%	%	%	%	%		
1	8.88	0.525	1.25	0.128	0.858	0.0230	0.131	0.0379		
2	9.12	0.500	1.27	0.131	0.849	0.0231	0.131	0.0367		
3	8.85	0.493	1.26	0.128	0.827	0.0226	0.129	0.0382		
	Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr		
	%	%	%	%	%	%	%	%		
1	< 0.00005	0.00024	0.552	0.0111	0.00050	0.0101	0.0013	< 0.00010		
2	< 0.00005	0.00016	0.555	0.0107	0.00050	0.0097	0.0010	< 0.00010		
3	< 0.00005	0.00014	0.550	0.0108	0.00052	0.0099	0.0011	< 0.00010		
	Be	Zr	Bi	Cd	Al					
	%	%	%	%	%					
1	0.00009	0.0017	< 0.00030	0.00069	87.6					
2	0.00010	0.0017	< 0.00030	0.00068	87.4					
3	0.00009	0.0018	< 0.00030	0.00053	87.7					

LABORAT



Jeffrey

(M. Jeffrey :)

LAMPIRAN 3**DATA HASIL UJI KOMPOSISI AL-MG DENGAN
WAKTU PELEBURAN 5 MENIT****122804**

Method: AI-SS-6063

3/20/2015 11:33:54 AM

Comment: AI-Base SS-6063

Element Concentration

Sample No.:

Sample ID:

B

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	9.60	0.455	1.63	0.0949	9.45	0.0538	0.0872	0.0708
2	9.59	0.398	1.58	0.0908	9.77	0.0475	0.0844	0.0724
3	9.36	0.433	1.60	0.0901	9.18	0.0494	0.0794	0.0677

	Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	< 0.00005	0.00028	0.486	0.0094	< 0.00050	0.0139	0.0011	< 0.00010
2	< 0.00005	0.00029	0.441	0.0087	< 0.00050	0.0126	< 0.00040	< 0.00010
3	< 0.00005	0.00023	0.478	0.0076	< 0.00050	0.0114	< 0.00040	< 0.00010

	Be	Zr	Bi	Cd	Al			
	%	%	%	%	%			
1	0.00008	0.0032	< 0.00030	0.00076	78.0			
2	0.00008	0.0031	< 0.00030	0.00076	77.9			
3	0.00008	0.0030	< 0.00030	0.00082	78.6			

LABORAT*Jeffrey*

(M. Jeffrey)



LAMPIRAN 4

DATA HASIL UJI KOMPOSISI AL-MG DENGAN
WAKTU PELEBURAN 25 MENIT

Method: AI-SS-6063 Date: 3/20/2015 11:36:31 AM
 Comment: AI-Base SS-6063

Element Concentration

Sample No.: Sample ID:

C

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	8.93	0.528	1.29	0.105	5.81	0.0621	0.0866	0.0537
2	8.71	0.608	1.27	0.117	5.85	0.0708	0.0862	0.0547
3	8.86	0.502	1.30	0.101	6.03	0.0606	0.0903	0.0567

	Na	Ca	Ni	Pb	P	Sn	Sb	Sr
	%	%	%	%	%	%	%	%
1	< 0.00005	0.00018	0.417	0.0076	< 0.00050	0.0101	< 0.00040	< 0.00010
2	< 0.00005	0.00018	0.401	0.0076	< 0.00050	0.0103	< 0.00040	< 0.00010
3	< 0.00005	0.00022	0.403	0.0086	< 0.00050	0.0119	0.00099	< 0.00010

	Be	Zr	Bi	Cd	Al			
	%	%	%	%	%			
1	0.00007	0.0025	< 0.00030	0.00078	82.7			
2	0.00008	0.0024	< 0.00030	0.00079	82.8			
3	0.00007	0.0025	< 0.00030	0.00079	82.6			

LABORAT



Jeffrey

(M. Jeffrey)



LAMPIRAN 5**DATA HASIL PENGUJIAN KEKERASAN**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN MESIN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

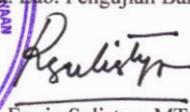
LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN

Jl. Mayjen Haryono 167 Telp. 553286 Pes. 1214 Malang 65145

DATA HASIL PENGUJIAN

Jenis Pengujian : Pengujian Kekerasan Rockwell
Satuan : HRB
Beban : 980 N
Bahan : Logam Paduan Al-Mg
Penguji : Kharisma Eka Destanto
Nim. : 115060200111044
Program Studi : Jurusan Teknik Mesin
Instansi : Universitas Brawijaya Malang
Tanggal Pengujian : 09 Februari 2015

Waktu Peleburan (Menit)	Kekerasan (HRB)										
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Titik 6	Titik 7	Titik 8	Titik 9	Titik 10	Rata-Rata
5	92	95	94	93	92	95	96	95	93	92	93,7
10	90	92	94	88	89	90	88	88	90	89	89,8
15	90	91	88	86	89	86	87	88	90	87	88,2
20	87	88	90	87	87	89	88	89	87	87	87,9
25	85	87	83	87	88	87	85	86	85	86	85,9

Malang, 26 Mei 2015
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA, Lab. Pengujian Bahan
LAB BENGUJIAN BAHAN
FAKULTAS TEKNIK

Dr. Erwin Sulistyo, MT.
NIP. 19661213 199802 1 001