

**IDENTIFIKASI FASA INTERMETALIK β -AlFeSi
PADA PADUAN Al-7wt%Si DAN Al-11wt%Si YANG
MENGANDUNG BESI**

SKRIPSI

Oleh

MOHAMMAD ZAINAL ABIDIN

04 04 04 049 6



**DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2007/2008**

**IDENTIFIKASI FASA INTERMETALIK β -AlFeSi
PADA PADUAN Al-7wt%Si DAN Al-11wt%Si YANG
MENGANDUNG BESI**

SKRIPSI

Oleh

MOHAMMAD ZAINAL ABIDIN

04 04 04 049 6



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

GENAP 2007/2008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

IDENTIFIKASI FASA INTERMETALIK β -AlFeSi PADA PADUAN Al-7wt%Si DAN Al-11wt%Si YANG MENGANDUNG BESI

Yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 15 Juli 2008

Mohammad Zainal Abidin

NPM 04 04 04 049 6

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**IDENTIFIKASI FASA INTERMETALIK β -AlFeSi PADA PADUAN
Al-7wt%Si DAN Al-11wt%Si YANG MENGANDUNG BESI**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 11 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 15 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Dr.-Ing. Ir. Bambang Suharno

NIP. 131 845 374

UCAPAN TERIMA KASIH

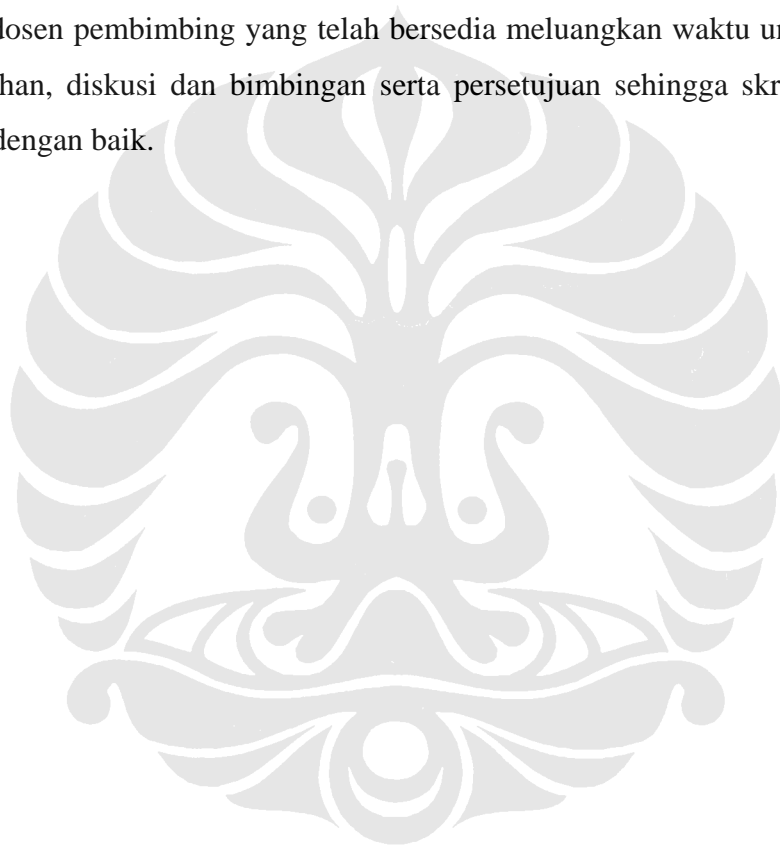
Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Orang Tua, Kakak dan Adik

Atas perhatian, kasih sayang dan bantuannya kepada penulis.

Dr.-Ing. Ir. Bambang Suharno

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.4.1 Material	3
1.4.2 Parameter Penelitian	3
1.5 MANFAAT PENELITIAN	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 PADUAN ALUMINIUM TUANG	4
2.2 SISTEM PENAMAAN PADUAN ALUMINIUM TUANG	6
2.3 PADUAN ALUMUNIUM SILIKON	7
2.3.1 Alumunium Hipoeutektik	8
2.3.2 Aluminium Silikon Eutektik	10
2.3.3 Pengaruh Unsur Paduan Aluminium Tuang	12
2.3.3.1 <i>Silikon (Si)</i>	12
2.3.3.2 <i>Besi (Fe)</i>	13
2.4 FASA INTERMETALIK PADUAN ALUMINIUM SILIKON	13

2.4.1	Diagram Fasa AlFeSi	14
2.4.2	Morfologi dan Struktur Kristal	16
2.4.2.1	<i>Intermetalik α-AlFeSi atau Al₈Fe₂Si</i>	16
2.4.2.2	<i>Intermetalik β-AlFeSi atau Al₅FeSi</i>	17
2.4.3	Pembentukan Fasa Intermetalik Pada Pengecoran	19
2.4.4	Mekanisme Pembentukan Fasa Intermetalik	22
2.4.5	Pertumbuhan Kompetitif/Nukleasi Fasa α dan β	24
2.4.6	Pengaruh Besi dan Silikon pada Fasa Intermetalik	25
2.4.7	Pengaruh Intermetalik Pada Sifat Mekanis Al-Si	26
2.4.8	Pengaruh Intermetalik Terhadap Sifat Mampu Cor	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	32
3.2	PERALATAN DAN BAHAN	34
3.2.1.	Peralatan	34
3.2.2	Bahan	34
3.3	PROSEDUR PENELITIAN	35
3.3.1	Pembuatan Master alloy Al-Si	35
3.3.2	Persiapan Penelitian	36
3.3.2.1	<i>Perhitungan Material Balance</i>	36
3.3.2.2	<i>Persiapan Alat dan Bahan</i>	37
3.3.3	Proses Peleburan	38
3.3.4	Proses Fluxing	38
3.3.5	Penambahan Elemen Besi	39
3.3.6	Proses Degassing	39
3.3.7	Sampel Fluiditas	40
3.3.8	Pengujian Komposisi Kimia dengan Spectrometer	40
3.3.9	Pengamatan Mikrostruktur dengan SEM dan EDS	41
3.3.10	Karakterisasi dengan XRD	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		45
4.1.	ANALISA MASTER ALLOY ALUMINIUM SILIKON	46
4.1.1.	Master Alloy Aluminium	46
4.1.2.	Hasil Setelah Pengecoran	46

4.2. ANALISA FASA INTERMETALIK	46
4.2.1. Analisa EDX dan XRD	46
4.2.2. Analisa Hasil SEM	53
4.2.3. Analisa Fraksi Intermetalik	58
BAB V KESIMPULAN	63
DAFTAR ACUAN	64
LAMPIRAN	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip dasar pemaduan aluminium	6
Gambar 2.2 Diagram fasa Al- Si dan mikrostruktur paduan pada komposisi hipoeutektik, eutektik, dan hipereutektik	8
Gambar 2.3 Mikrostruktur Al-7%Si perbesaran 500x, etsa 0.5% HF 1) silikon eutektik, 2) Al ₁₂ Fe ₃ Si ₂ chinese script, 3) Mg ₂ Si chinese script	9
Gambar 2.4 Mikrostruktur paduan eutektik Al-Si. Etsa 0.5% HF dan Perbesaran 750x	10
Gambar 2.5 skema pembekuan eutektik pada paduan aluminium-silikon	11
Gambar 2.6 Hubungan kadar silikon terhadap fluiditas aluminium	13
Gambar 2.7 Sistem diagram fasa Al-Fe-Si secara umum	15
Gambar 2.8 Struktur Heksagonal pada Fasa α -AlFeSi	16
Gambar 2.9 Partikel α -AlFeSi pada Al, 0,5%Fe dan 0,2%Si	17
Gambar 2.10 Struktur Monoklinik pada fasa β AlFeSi	18
Gambar 2.11 Intermetalik β -AlFeSi pada paduan aluminium 1% Si dan 0,5% Fe (<i>depth etched</i>)	18
Gambar 2.12 Proses pembentukan fasa intermetalik pada kadar Mn 0,4 wt%	20
Gambar 2.13 Hasil SEM dimana α -AlFeSi dalam bentuk script dan β -AlFeSi dalam bentuk pelat	21
Gambar 2.14 (a) Intermetalik β -AlFeSi berupa pelat. (b) Chinese Script α -AlFeMnSi	21
Gambar 2.15 (a) Tampilan tiga-dimensi fasa β -Al ₅ FeSi yang bagian ujungnya berbentuk jarum. (b) Tampilan tiga-dimensi fasa α -Al ₁₅ (Fe,Mn) ₃ Si ₂ yang membentuk fasa chinese script	22
Gambar 2.16 Potongan diagram Al-Fe-Si pada kadar 0,7% Fe	22
Gambar 2.17 Variasi temperatur pertumbuhan eutektik untuk Al/Fe ₄ Al ₁₃ dan Al/FeAl ₆	25
Gambar 2.18 (a) Hubungan kadar Fe terhadap presentase β -AlFeSi. (b) Hubungan antara presentase Si dengan β -AlFeSi	25
Gambar 2.19 Pengaruh besi terhadap morfologi eutektik-silikon pada paduan Al-Si Hipoeutektik	26
Gambar 2.20 Grafik yang menunjukkan keuletan maksimum sebagai fungsi SDAS pada kadar Fe yang bervariasi	27
Gambar 2.21 Grafik yang menunjukkan sifat mekanis paduan Al-Si sebagai fungsi kadar Fe; (a) Kekuatan tarik, dan (b) Kekerasan	28
Gambar 2.22 Mikrostruktur yang menunjukkan terjadinya patah pada A356.2	28
Gambar 2.23 Hubungan antara Kadar Fe dan Fluiditas pada paduan Al-7%Si	29
Gambar 2.24 Porositas pada daerah hot spot pada cylindrical casting dari Al-5Si-1Cu-0.5Mg alloy. Untuk paduan ini kandungan Fe kritisnya 0.4	29
Gambar 2.25 skema aliran logam cair pada chanel fluiditas. Fraksi solid meningkat dengan berjalannya waktu, akumulasi pembekuan dendrit pada ujung aliran logam	30
Gambar 2.26 Pengaruh kebersihan logam cair terhadap fluiditas	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 Skema alat uji fluiditas vakum.	37
Gambar 3.3 Timbangan Digital.	37

Gambar 3.4 Blower	38
Gambar 3.5 Proses peleburan	38
Gambar 3.6 Proses penambahan (Plunger) Fe	39
Gambar 3.7 Hasil pengujian fluiditas.	40
Gambar 3.8 Alat Scanning Electron Microscope (SEM) yang dilengkapi EDX	41
Gambar 3.9 Sampel uji fluiditas setelah dilakukan mounting	42
Gambar 3.10 Mesin Amplas dan mesin Poles	42
Gambar 3.11 Geometri pemantulan X-Ray	44
Gambar 3.12 Contoh hasil XRD	44
Gambar 4.1 (a) Hasil SEM Paduan Al-13,4wt%Si-1,12wt%Fe dengan etsa HF 0,5%. (b) hasil EDX pada Intermetalik. (c) hasil EDX pada matriks alumunium (d) hasil EDX pada eutektik silikon	47
Gambar 4.2 Hasil pengujian XRD sampel Al-13,3wt%Si-0,64wt%Fe	48
Gambar 4.3 Hasil pengujian XRD sampel Al-13,4wt%Si-1,12wt%Fe	48
Gambar 4.4 Penampakan fasa β -Al ₅ FeSi yang berbentuk pelat pada paduan Al-12,34%Si dengan penambahan 1,1% Fe. Perbesaran 1000x, etsa HF 0,5%.	49
Gambar 4.5 (a) Plot komposisi pada diagram terner Al-Fe-Si; (b) Atlas Scheil	50
Gambar 4.6 Proses pembentukan fasa intermetalik pada paduan Al-Si Eutektik dengan penambahan 0,6 wt%; 0,8 wt%; 1 wt%; dan 1,2 wt% besi	50
Gambar 4.7 Diagram pembentukan fasa intermetalik pada Al-Si Hipoeutektik dengan penambahan 1,2wt%; 1,4wt%; 1,6wt% dan 1,8wt% besi	51
Gambar 4.8 Pengukuran panjang intermetalik pada Al-7,9%Si-1,63%Fe. Perbesaran 1000x, etsa HF 0,5%.	53
Gambar 4.9 Hubungan antara persentase kadar Fe dan tebal intermetalik yang terbentuk pada Al-Si Hipoeutektik	53
Gambar 4.10 Hubungan antara persentase kadar Fe dan panjang intermetalik yang terbentuk pada Al-Si Hipoeutektik	54
Gambar 4.11 Diagram terner AlFeSi	54
Gambar 4.12 Pengukuran panjang intermetalik pada Al-13,4%Si-1,12%Fe. Perbesaran 1000x, etsa HF 0,5%.	56
Gambar 4.13 Hubungan antara persentase kadar Fe dan tebal intermetalik yang terbentuk pada AlSi eutektik	56
Gambar 4.14 Hubungan antara persentase kadar Fe dan panjang intermetalik yang terbentuk pada Al-Si Eutektik	56
Gambar 4.15 Hubungan antara nilai fluiditas dengan kadar Fe pada alumunium eutektik	57
Gambar 4.16 Mekanisme berhentinya aliran logam cair akibat solidifikasi pada paduan dengan range pembekuan panjang	58
Gambar 4.17 Hasil perhitungan fasa intermetalik pada foto SEM pada Al-13,4%Si dengan penambahan 1,12% Fe. Perbesaran 1000x, etsa HF 0,5%.	59
Gambar 4.18 Hubungan antara persentase kadar Fe dan persentase luas intermetalik yang terbentuk pada Al-Si Hipoeutektik	59
Gambar 4.19 Hubungan antara persentase kadar Fe dan persentase luas intermetalik yang terbentuk pada Al-Si eutektik	59
Gambar 4.20 Hasil SEM paduan AlSi Hipoeutektik	62
Gambar 4.21 Hasil SEM paduan AlSi Eutektik	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelarutan Padat Beberapa Unsur Dalam Aluminium	5
Tabel 2.2 Designasi Paduan Aluminium Tuang ANSI H35.1-1978	7
Tabel 2.3 Reaksi Invarian pada Sistem Ternari Al-Fe-Si	15
Tabel 2.4 Reaksi Monovarian pada Sistem Al-Fe-Si	15
Tabel 2.5 Batas kelarutan solid Fe dan silikon pada aluminium daerah tiga fasa dari diagram fasa Al-Fe-Si	16
Tabel 3.1 Komposisi Kimia Paduan Al-7%Si	35
Tabel 3.2 Komposisi Master Alloy Al-11%Si	35
Tabel 3.3 Perhitungan Material Ballance untuk Al-7%Si	36
Tabel 3.4 Perhitungan Material Ballance untuk Al-11%Si	36



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Komposisi Master Alloy Alumunium	66
Lampiran 2 Komposisi Hasil Setelah Pengecoran	67
Lampiran 3. Hasil EDX	70
Lampiran 4. Hasil SEM	75
Lampiran 5. Pengukuran Fraksi Intermetalik	79
Lampiran 6. Pengujian Nilai Fluiditas Paduan Eutektik Aluminium Silikon	83

