

**STUDI PENGARUH *FADING* PENAMBAHAN
GRAIN REFINER 0.019 wt.% Ti TERHADAP KARAKTERISTIK
PADUAN AC4B HASIL *LOW PRESSURE DIE CASTING***

SKRIPSI

Oleh

BUDI LESMANA

04 04 04 7016



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

GENAP 2007/2008

**STUDI PENGARUH *FADING* PENAMBAHAN
GRAIN REFINER 0.019 wt.% Ti TERHADAP KARAKTERISTIK
PADUAN AC4B HASIL *LOW PRESSURE DIE CASTING***

SKRIPSI

Oleh

BUDI LESMANA

04 04 04 7016



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

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

GENAP 2007/2008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**STUDI PENGARUH *FADING* PENAMBAHAN *GRAIN REFINER*
0.019 wt.% Ti TERHADAP KARAKTERISTIK PADUAN AC4B HASIL
*LOW PRESSURE DIE CASTING***

Yang diajukan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik 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 gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Juni 2008

Budi Lesmana
NPM. 0404047016

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**STUDI PENGARUH *FADING* PENAMBAHAN *GRAIN REFINER*
0.019 wt.% Ti TERHADAP KARAKTERISTIK PADUAN AC4B HASIL
*LOW PRESSURE DIE CASTING***

Disusun untuk melengkapi sebagian persyaratan kurikulum Program Sarjana Reguler Universitas Indonesia guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, Juni 2008

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Bondan Tiara Sofyan, MSi

NIP. 131 992 220

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir. Bondan Tiara Sofyan, MSi

Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran, bimbingan, pengarahan, dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Dan kepada kedua orangtua, kakak, keponakan dan seluruh keluarga tercinta atas segala dukungan dan doa yang telah diberikan.

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II. STUDI LITERATUR	4
2.1 Paduan Aluminium Tuang	4
2.2 Sistem Penamaan Paduan Aluminium Tuang	5
2.3 Paduan Aluminium Silikon	6
2.4 Paduan Aluminium Tuang AC4B	8
2.5 Pengaruh Unsur dalam Paduan Aluminium Tuang	10
2.6 Pengaruh Struktur Mikro terhadap Sifat Mekanis Paduan Aluminium Tuang	13
2.6.1. Fasa Intermetalik	13
2.6.2. <i>Dendrite arm spacing</i> (DAS)	15
2.6.3. Ukuran dan Bentuk Butir	16
2.6.4. Modifikasi Kristal Silikon	16

2.7. Pembekuan Logam	17
2.7.1. Pembekuan Logam Secara Umum	17
2.7.2. Proses Pembentukan Inti (Nukleus)	18
2.7.3. Proses Pembentukan Kristal	20
2.7.3.1 Struktur Kristal <i>Columnar</i>	20
2.7.3.2 Struktur Kristal <i>Equiaxed</i>	21
2.8. <i>Grain Refining</i>	22
2.8.1. Pengaruh <i>Grain Refining</i> pada Paduan Aluminium Tuang	23
2.8.2. Mekanisme <i>Grain Refining</i> dengan Penambahan TiB	24
2.8.3. Efek <i>Fading</i>	28
2.9. <i>Low Pressure Die Casting</i> (LPDC)	30
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Diagram Alir Penelitian	32
3.2 Peralatan dan Bahan	33
3.2.1 Peralatan	33
3.2.2 Bahan	34
3.3 Proses Pembuatan Sampel	34
3.3.1 Penghitungan <i>Material Balance</i>	34
3.3.2 Proses Pengecoran	35
3.3.3 Proses Preparasi Sampel	37
3.4. Tahap Pengujian	39
3.4.1. Pengujian Komposisi Kimia	39
3.4.2. Pengamatan Struktur Mikro	40
3.4.3. Pengujian Kekerasan	40
3.4.4. Pengujian Kekuatan Tarik	41
3.4.5. Pengujian Kebocoran	43
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Analisa Komposisi Kimia Paduan Aluminium AC4B dengan Penambahan 0.019 <i>wt. %</i> Ti	44

4.2 Pengaruh Waktu <i>Fading</i> Penambahan 0.019 wt.% Ti terhadap Sifat Mekanis Paduan Aluminium AC4B	48
4.2.1 Pengaruh Waktu <i>Fading</i> Penambahan 0.019 wt.% Ti terhadap Kekuatan Tarik Paduan Aluminium AC4B	48
4.2.2 Pengaruh Waktu <i>Fading</i> Penambahan 0.019 wt.% Ti terhadap Kekerasan Paduan Aluminium AC4B	50
4.3 Pengaruh Waktu <i>Fading</i> Penambahan 0.019 wt.% Ti terhadap Struktur Mikro Paduan Aluminium AC4B	54
4.3.1 Pengamatan Mikroskop Optik	54
4.3.2 Pengamatan SEM dan EDAX	60
4.4 Analisa Tingkat Kegagalan pada Komponen <i>Cylinder Head</i> Penambahan Grain Refiner 0.019 wt.% Ti pada Proses <i>Low Pressure Die Casting</i>	63
BAB V. KESIMPULAN	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ringkasan aluminium paduan yang digunakan	5
Gambar 2.2 Diagram fasa paduan aluminium silikon (Al-Si)	7
Gambar 2.3 (a) Mikrostruktur komposisi hipoeutektik, 150 x; (b) Mikrostruktur komposisi eutektik, 400x ; dan (c) Mikrostruktur komposisi hipereutektik, 150x	7
Gambar 2.4 Fasa intermetalik pada paduan aluminium	14
Gambar 2.5 Sketsa geometris sel dendrit	15
Gambar 2.6 Grafik pengaruh <i>Dendrite Arm Spacing</i> terhadap kekuatan	16
Gambar 2.7 Radius Kritis	18
Gambar 2.8 Kurva pembekuan pada logam murni	19
Gambar 2.9 Ilustrasi pembentukan butir pada bagian dekat dinding cetakan	21
Gambar 2.10 Struktur hasil tuangan logam cair	21
Gambar 2.11 Struktur butir hasil <i>casting</i> aluminium	22
Gambar 2.12 Perbandingan makrostruktur (a) tanpa <i>grain refiner</i> , nominal ukuran butir 4500 μ ; (b) dengan <i>grain refiner</i> AlTi-5%B-1%, nominal ukuran butir 120 μ	23
Gambar 2.13 Perbandingan <i>hot tensile strength</i> sampel <i>grain refined</i> dan <i>non- grain refined</i> pada paduan Al-0.5%Mg-0.4%Si	23
Gambar 2.14 Pengaruh nilai DAS terhadap sifat mekanis pada paduan aluminium tuang	24
Gambar 2.15 Kurva pembekuan dan profil temperatur Al dengan inti yang ditambahkan	25
Gambar 2.16 Diagram Fasa Al-Ti	26
Gambar 2.17 Skematik nukleasi dan penghalusan butir dari Al dengan peritektik TiAl ₃	27

Gambar 2.18 (a) Struktur mikro <i>master alloy</i> Al-10Ti dengan menggunakan SEM (b) Struktur mikro <i>master alloy</i> Al-5Ti-1B dengan menggunakan SEM	28
Gambar 2.19 Pengaruh waktu tahan setelah ditambah <i>grain refiner</i> tipe <i>master alloy</i>	29
Gambar 2.20 Hasil pengukuran DAS paduan Al-7Si dengan penambahan berbagai <i>grain refiner</i> terhadap selang waktu <i>holding</i>	30
Gambar 2.21 Proses <i>Low Pressure Die Casting</i>	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 3.2 a) GBF(<i>Gas Bubbling Floatation</i>); b) Mesin LPDC (<i>Low Pressure Die Casting</i>) dan <i>Holding Furnace</i>	37
Gambar 3.3 Penempatan pengambilan sampel dari <i>cylinder head</i> (a) sampel tipis; (b) sampel tebal	38
Gambar 3.4 (a) Alat <i>Compression Mounting</i> , (b) Alat amplas dan poles	38
Gambar 3.5 (a) Penuangan aluminium pada cetakan uji komposisi; (b) Sampel uji komposisi kimia	39
Gambar 3.6 (a) Mikroskop Optik Olympus, (b) Mesin Uji SEM / EDS	40
Gambar 3.7 Alat pengujian kekerasan: (a) mesin uji kekerasan metode Brinell Hoytom; (b) <i>measuring microscope</i>	41
Gambar 3.8 (a) Standar sampel uji tarik ASTM E – 8 ; (b) Mesin uji tarik Shimadzu ; (c) sampel uji tarik	42
Gambar 3.9 Alat uji bocor	43
Gambar 4.1 Mikrostruktur dari <i>grain refiner</i> dengan perbesaran 800x	46
Gambar 4.2 Perbandingan UTS sebelum dan sesudah penambahan 0.019 wt.% Ti, serta pengaruh waktu <i>fading</i> terhadap nilai UTS	48
Gambar 4.3 Perbandingan elongasi sebelum dan sesudah penambahan 0.019 wt.% Ti, serta pengaruh waktu <i>fading</i> terhadap nilai elongasi	48

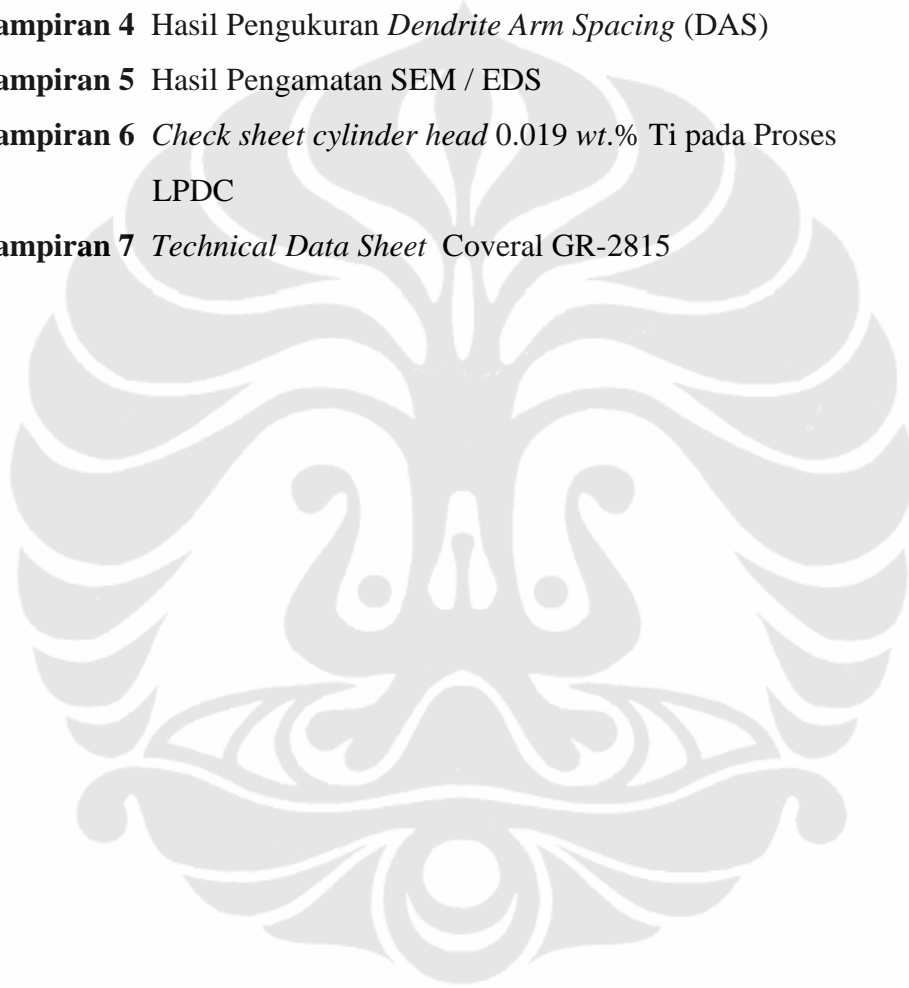
Gambar 4.4 Perbandingan nilai kekerasan sebelum dan sesudah penambahan 0.019 wt.% Ti pada bagian yang tipis (a) dan bagian yang tebal (b) dari <i>cylinder head</i>	51
Gambar 4.5 Perbandingan pengaruh waktu <i>fading</i> terhadap kekerasan <i>cylinderhead</i> pada bagian yang tipis dan tebal setelah penambahan 0.019 wt.% Ti	52
Gambar 4.6 Pengaruh <i>grain refiner</i> terhadap selang waktu dalam 99.7% Al pada penambahan (a) 0.01 % Ti (5.35 % Ti master alloy) (b) 0.01 % Ti (5.4% Ti-0.034 % B master alloy) (c) 0.01 % Ti (5.0 % Ti-0.2 % B master alloy)	52
Gambar 4.7 Perbandingan foto struktur mikro paduan AC4B bagian yang tipis (A) dan tebal (B) dari <i>cylinderhead</i> sebelum dan sesudah penambahan 0.019 wt.% Ti. Perbesaran 200 X, dengan etsa Tucker	55
Gambar 4.8 Perbandingan nilai DAS bagian yang tipis (a) dan tebal (b) dari <i>cylinderhead</i> sebelum dan sesudah penambahan 0.019 wt.% Ti	55
Gambar 4.9 Perbandingan pengaruh waktu <i>fading</i> terhadap kekerasan <i>cylinderhead</i> pada bagian yang tipis dan tebal setelah penambahan 0.019 wt% Ti	56
Gambar 4.10 Perbandingan foto struktur mikro paduan AC4B bagian yang tipis (A) dan tebal (B) dari <i>cylinderhead</i> dengan penambahan 0.019 wt.% Ti pada masing-masing variabel waktu <i>fading</i> . Perbesaran 200x, dengan etsa Tucker	57
Gambar 4.11 Hasil pengukuran DAS paduan Al-7Si dengan penambahan berbagai <i>grain refiner</i> terhadap selang waktu <i>holding</i>	58
Gambar 4.12 Hasil pengamatan SEM <i>as-cast</i> aluminium AC4B dengan penambahan 0.019 wt.% Ti , perbesaran 1000x dengan etsa HF 0.5 %	61
Gambar 4.13. Cacat <i>shrinkage</i> pada <i>cylinder head</i>	64

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi aluminium paduan sesuai standar AA	6
Tabel 2.2 Standar komposisi paduan aluminium tuang AC4B sesuai standar JIS H5202	9
Tabel 2.3 Standar komposisi paduan aluminium tuang 333.0 sesuai standar AA	9
Tabel 2.4 Sifat mekanis dari aluminium paduan AC4B	9
Tabel 2.5 Pengaruh laju pembekuan terhadap <i>Dendrite Arm Spacing</i>	15
Tabel 4.1 Hasil pengujian komposisi paduan aluminium AC4B sebelum dan sesudah penambahan 0.019 wt. % Ti dibandingkan dengan standar JIS H 5202 dan standar AC4B di PT.X, dalam wt. %	44
Tabel 4.2 Komposisi kimia <i>grain refiner</i> berdasarkan analisa SEM <i>X – Ray mapping</i>	46
Tabel 4.3 Perbandingan komposisi paduan aluminium AC4B saat awal penambahan 0.019 wt.% Ti (mulai pengamatan proses <i>fading</i>) dan akhir dari pengamatan proses <i>fading</i> (menit ke-120)	47
Tabel 4.4 Komposisi mikro hasil analisa SEM / EDAX pada paduan AC4B dengan penambahan 0.019 wt. % Ti	61
Tabel 4.5 Hasil <i>check sheet</i> dari <i>cylinder head</i> hasil proses LPDC setelah penambahan 0.019 wt.% Ti pada masing-masing variabel waktu <i>fading</i>	63

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia	70
Lampiran 2 Hasil Pengujian Tarik	72
Lampiran 3 Hasil Pengujian Kekerasan	79
Lampiran 4 Hasil Pengukuran <i>Dendrite Arm Spacing</i> (DAS)	85
Lampiran 5 Hasil Pengamatan SEM / EDS	89
Lampiran 6 <i>Check sheet cylinder head</i> 0.019 wt.% Ti pada Proses LPDC	95
Lampiran 7 <i>Technical Data Sheet</i> Coveral GR-2815	98



DAFTAR SINGKATAN

AA	Aluminum Association
ANSI	American National Standard Institute
ASTM	American Standard for Testing and Material
BHN	Brinell Hardness Number
DAS	Dendrite arm spacing
EDAX	Energy Dispersed X-Ray Analysis
GBF	Gas Bubbling Floation
JIS	Japan Industrial Standard
LPDC	Low Pressure Die Casting
SEM	Scanning Electron Microscope
UTS	Ultimate Tensile Strength

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
Wt. %	Prosentase berat elemen	
d	Diameter	cm/mm
G	Energi Bebas	J
T	Temperatur	°C atau K
P	Beban	N/m ²

