



UNIVERSITAS INDONESIA

***FADING PENGHALUS BUTIR Al-5Ti-1B DENGAN
KANDUNGAN 0.081 DAN 0.115 wt. % Ti PADA PADUAN
ALUMINIUM AC4B HASIL *LOW PRESSURE DIE CASTING****

SKRIPSI

**LULUS BASUKI
040504043Y**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
DESEMBER 2008**



UNIVERSITAS INDONESIA

***FADING* PENGHALUS BUTIR Al-5Ti-1B DENGAN
KANDUNGAN 0.081 DAN 0.115 wt. % Ti PADA PADUAN
ALUMINIUM AC4B HASIL *LOW PRESSURE DIE CASTING***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**LULUS BASUKI
040504043Y**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI METALURGI DAN MATERIAL
KEKHUSUSAN LOGAM
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Lulus Basuki
NPM : 040504043Y
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul Skripsi : *Fading* Penghalus Butir Al-5Ti-1B dengan
Kandungan 0.081 dan 0.115 wt. % Ti pada Paduan Aluminium AC4B Hasil *Low Pressure Die Casting*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Bondan Tiara Sofyan, M.Si (.....)
Penguji 1 : Dr. Ir. Sri Harjanto (.....)
Penguji 2 : Andika Pria Utama, ST (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 24 Desember 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Ir. Bondan Tiara Sofyan, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) pihak PT. AHM yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data-data yang saya perlukan;
- (3) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan baik moral maupun material; dan
- (4) sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu metalurgi dan material ke depan.

Depok, 24 Desember 2008

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lulus Basuki
NPM : 040504043Y
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Departemen : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

***Fading Penghalus Butir Al-5Ti-1B dengan Kandungan 0.081 dan 0.115 wt. %
Ti pada Paduan Aluminium AC4B Hasil Low Pressure Die Casting***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di: Depok
Pada tanggal : 24 Desember 2008
Yang menyatakan

(Lulus Basuki)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.3.1 Material	2
1.3.2 Parameter Penelitian	2
1.3.1 Tempat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 PADUAN AC4B.....	4
2.1.1 Aluminium Sebagai Penyusun Paduan AC4B	4
2.1.2 Sifat-Sifat Paduan AC4B	5
2.1.3 Pengaruh Unsur Paduan AC4B	6
2.1.3.1 Silikon (Si).....	6
2.1.3.2 Tembaga (Cu)	6
2.1.3.3 Besi (Fe)	7
2.1.3.4 Magnesium (Mg).....	7
2.1.3.5 Mangan (Mn)	7
2.1.3.6 Nikel (Ni).....	8
2.1.3.7 Seng (Zn)	8
2.1.4 Fasa-Fasa yang Terdapat pada Paduan AC4B	8
2.2 <i>LOW PRESSURE DIE CASTING</i>	10
2.2.1 Prinsip LPDC	10
2.2.2 Dua Parameter Penting pada LPDC	11
2.2.2.1 Kelarutan Hidrogen	11
2.2.2.2 Pembentukan Oksida	13
2.2.2.3 Prinsip Pembekuan Aluminium	14
2.2.4 Cacat-Cacat pada Produk LPDC	16
2.2.4.1 <i>Shrinkage</i>	16
2.2.4.2 Porositas.....	17
2.2.4.3 Retak Panas.....	18
2.2.4.4 <i>Misrun</i>	18
2.3 <i>GRAIN BOUNDARY HARDENING</i>	18
2.4 PENGHALUS BUTIR	19
2.4.1 Prinsip Penghalus Butir.....	19
2.4.2 AlTiB Sebagai Penghalus Butir	21

2.4.3 Pengaruh Penambahan Penghalus Butir pada Paduan AC4B	25
2.4.4 Mekanisme Fading Penghalus Butir	26
3. METODE PENELITIAN	28
3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	28
3.2 BAHAN DAN PERALATAN	29
3.2.1 Bahan	29
3.2.2 Peralatan	29
3.3 PROSES PENGECORAN	30
3.3.1 Perhitungan <i>Material Balance</i>	30
3.3.2 Peleburan	31
3.3.3 LPDC	32
3.4 KARAKTERISASI SAMPEL	33
3.4.1 Pengujian Komposisi Kimia	33
3.4.2 Pengujian Kebocoran	34
3.4.3 Pengujian Tarik	35
3.4.4 Proses Preparasi Sampel Tebal dan Tipis	35
3.4.5 Pengamatan Struktur Mikro dengan Mikroskop Optik	37
3.4.6 Pengujian Kekerasan	38
3.4.7 Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) dan <i>Energy Dispersive X-Ray Analysis</i> (EDAX)	39
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1 ANALISA KOMPOSISI PADUAN ALUMINIUM AC4B <i>AS-CAST</i>	41
4.2 PENGAMATAN SEM DAN EDAX PENGHALUS BUTIR Al-5Ti-1B	42
4.3 PERUBAHAN KARAKTERISTIK PADUAN ALUMINIUM AC4B SELAMA PROSES LPDC PADA PENAMBAHAN 0.081 dan 0.115 wt. % Ti	46
4.3.1 Perubahan Kekerasan Paduan Aluminium AC4B Selama Proses LPDC	46
4.3.2 Perubahan Kekuatan Tarik Paduan Aluminium AC4B Selama Proses LPDC	48
4.3.3 Perubahan Struktur Mikro Paduan Aluminium AC4B Selama Proses LPDC	52
4.4 PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO DENGAN SEM DAN EDAX ..	53
4.4.1 Perubahan Struktur Mikro Paduan Aluminium AC4B Selama Proses LPDC	53
4.4.2 Keberadaan Fasa Pembentuk Inti pada Paduan Aluminium AC4B Hasil Proses LPDC	59
4.4.3 Keberadaan Fasa Pembentuk Inti pada Sampel Uji Tarik Paduan Aluminium AC4B Hasil Proses LPDC	60
4.5 PENGARUH PENAMBAHAN 0.081 DAN 0.115 wt. % Ti TERHADAP KEGAGALAN BOCOR PADUAN ALUMINIUM AC4B	63
5. KESIMPULAN DAN SARAN	66
5.1 KESIMPULAN	66
5.2 SARAN	67
DAFTAR ACUAN	68
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram fasa Al-Si	8
Gambar 2.2	Diagram fasa Al-Cu	9
Gambar 2.3	(a) Mikrostruktur dendritik pada Al-9Si-4Cu <i>as cast</i> , (b) Fasa-fasa penting pada Al-7Si-2Cu <i>as-cast</i> Diagram fasa Al-Cu	9
Gambar 2.4	Prinsip kerja mesin <i>low pressure die casting</i>	10
Gambar 2.5	Peningkatan kelarutan hidrogen pada aluminium pada tekanan parsial $H_2=1\text{ atm}$	11
Gambar 2.6	Diagram fasa Al-Si dan struktur mikro yang terbentuk berbeda pada komposisi silikon yang berbeda	14
Gambar 2.7	Pembekuan aluminium - silikon <i>hypoeutectic</i>	15
Gambar 2.8	Struktur dendrit yang sedang tumbuh	15
Gambar 2.9	Dua jenis shrinkage	17
Gambar 2.10	Porositas pada aluminium	17
Gambar 2.11	Pergerakan dislokasi yang terhambat batas butir	19
Gambar 2.12	Perbandingan grafik pembekuan paduan aluminium dengan dan tanpa penghalus butir	20
Gambar 2.13	Daerah antarmuka molten, substrat dan padatan	20
Gambar 2.14	Mikrostruktur Al-5Ti-1B yang menunjukkan (a) fasa $TiAl_3$, (b) fasa TiB_2	22
Gambar 2.15	Zona <i>undercooled</i> mendasar di depan daerah antarmuka pertumbuhan dendrit	24
Gambar 2.16	Perbedaan ukuran dendrit yang mempengaruhi nilai fraksi padatan	25
Gambar 2.17	<i>Fading</i> penghalus butir AlTiB pada paduan aluminium	26
Gambar 3.1	Dapur peleburan FCECO	31
Gambar 3.2	Mesin LPDC	32
Gambar 3.3	(a) Mesin uji spektrometri, (b) Sampel uji spektrometri	33
Gambar 3.4	Mesin uji bocor	34

Gambar 3.5	Bentuk dan ukuran sampel uji tarik yang disesuaikan dengan standar ASTM E8	35
Gambar 3.6	Daerah pemotongan sampel pada <i>cylinder head</i>	36
Gambar 3.7	(a) Mesin amplas tangan, (b) mesin poles.....	36
Gambar 3.8	Mikroskop optik	37
Gambar 3.9	Pengukuran <i>secondary dendrite arm spacing</i> (SDAS).....	38
Gambar 3.10	(a) Alat uji kekerasan (b) Mikroskop pengukur jejak.....	38
Gambar 3.11	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	39
Gambar 4.1	Struktur mikro penghalus butir Al-5Ti-1B hasil pengamatan SEM	42
Gambar 4.2	Diagram fasa Ti-B	43
Gambar 4.3	Diagram fasa Al-B.....	44
Gambar 4.4	Diagram fasa Al-Ti.....	44
Gambar 4.5	Fasa $TiAl_3$ yang terdapat pada penghalus butir Al-5Ti-1B hasil pengamatan SEM.....	45
Gambar 4.6	Pengaruh penambahan penghalus butir Al-5Ti-1B dan posisi sampel terhadap fenomena <i>fading</i> dan kekerasan paduan aluminium AC4B hasil LPDC	46
Gambar 4.7	Porositas pada paduan aluminium AC4B hasil LPDC dengan (a) 0.081 wt. % Ti jam ke 1 pada bagian tebal dan (b) 0.115 wt. % Ti jam ke 1 pada bagian tebal.....	47
Gambar 4.8	Perubahan kekutan tarik paduan AC4B hasil LPDC setelah 0 dan 4 jam. Paduan AC4B tersebut ditambahkan penghalus butir Al-5Ti-1B dengan rasio 0,081 wt. % Ti dan 0.115 wt. % Ti.....	48
Gambar 4.9	Perubahan keuletan paduan AC4B hasil LPDC setelah 0 dan 4 jam. Paduan AC4B tersebut ditambahkan penghalus butir Al-5Ti-1B dengan rasio 0.081 dan 0.115 wt. % Ti.....	49
Gambar 4.10	Perubahan struktur mikro paduan aluminium AC4B hasil LPDC dengan komposisi 0.081 wt. % Ti dengan waktu tahan (a-b) 0 jam; (c-d) 1 jam; (e-f) 2 jam; (g-h) 3 jam dan (i-j) 4 jam, masing-masing pada posisi sampel tebal dan tipis	50

Gambar 4.11 Perubahan struktur mikro paduan aluminium AC4B hasil LPDC dengan komposisi 0.115 wt. % Ti dengan waktu tahan (a-b) 0 jam; (c-d) 1 jam; (e-f) 2 jam; (g-h) 3 jam dan (i-j) 4 jam, masing-masing pada posisi sampel tebal dan tipis	51
Gambar 4.12 Pengaruh penambahan Ti dan posisi sampel terhadap fenomena <i>fading</i> dan ukuran SDAS paduan aluminium AC4B hasil LPDC	52
Gambar 4.13 Perubahan struktur mikro (SEM) paduan aluminium AC4B hasil LPDC dengan komposisi 0.081 wt. % Ti dengan waktu tahan (a-b) 0 jam; (c-d) 1 jam; (e-f) 2 jam; (g-h) 3 jam dan (i-j) 4 jam, masing-masing pada posisi sampel tebal dan tipis. Hasil analisa mikro pada setiap titiknya ditabulasi pada Tabel 4.3	55
Gambar 4.14 Perubahan struktur mikro (SEM) paduan aluminium AC4B hasil LPDC dengan komposisi 0.115 wt. % Ti dengan waktu tahan (a-b) 0 jam; (c-d) 1 jam; (e-f) 2 jam; (g-h) 3 jam dan (i-j) 4 jam, masing-masing pada posisi sampel tebal dan tipis. Hasil analisa mikro pada setiap titiknya ditabulasi pada Tabel 4.4	57
Gambar 4.15 Struktur mikro (SEM) sampel uji tarik paduan aluminium AC4B hasil LPDC dengan komposisi 0.081 wt. % Ti dengan waktu tahan (a) 0 jam dan (b) 4 jam; dan komposisi 0.115 wt. % Ti dengan waktu tahan (c) 0 jam dan (d) 4 jam. Hasil analisa mikro pada setiap titiknya ditabulasi pada Tabel 4.5.....	62
Gambar 4.16 Persentase kebocoran paduan aluminium AC4B dengan 0,081 dan 0,115 wt. % Ti hasil proses LPDC	64
Gambar 4.17 Persentase kebocoran dan waktu tahan paduan aluminium AC4B dengan 0,081 dan 0,115 wt. % Ti hasil proses LPDC.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan unsur paduan pada paduan AC4B dan 333.0	5
Tabel 2.2 Karakteristik yang dimiliki paduan AC4B	6
Tabel 2.3 Jenis-jenis penghalus butir pada aluminium	21
Tabel 2.4 Kemampuan segregasi unsur-unsur terlarut pada aluminium	23
Tabel 4.1 Komposisi aktual paduan AC4B pada <i>holding furnace</i> sebelum proses LPDC untuk mendapatkan paduan AC4B dengan komposisi 0,08 wt. % Ti dan 0,1 wt. % Ti	41
Tabel 4.2 Kandungan unsur titik-titik pada penghalus butir Al-5Ti-1B hasil pengujian EDAX	43
Tabel 4.3 Hasil analisa mikro paduan aluminium AC4B dengan 0.081 wt. % Ti pada titik-titik pengamatan sesuai Gambar 4.13	56
Tabel 4.4 Hasil analisa mikro paduan aluminium AC4B dengan 0.115 wt. % Ti pada titik-titik pengamatan sesuai Gambar 4.14	58
Tabel 4.5 Hasil analisa mikro sampel uji tarik paduan aluminium AC4B dengan 0.081 dan 0.115 wt. % Ti pada titik-titik pengamatan sesuai Gambar 4.15	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>CHECK SHEET</i> LPDC	71
Lampiran 2	PENGUKURAN KEKERASAN	76
Lampiran 3	PENGUKURAN LEBAR SDAS	80
Lampiran 4	PENGHITUNGAN KEKUATAN TARIK DAN KEULETAN	82
Lampiran 5	KOMPOSISI PENGHALUS BUTIR HOESCH Al-5Ti-1B	86
Lampiran 6	KOMPOSISI KIMIA PADUAN AC4B	88
Lampiran 7	PENGAMATAN SEM DAN EDAX	91

