

**FABRIKASI DAN KARAKTERISASI BUSA  
ALUMINIUM HASIL INJEKSI GAS**

**TESIS**

Oleh

**EDY YULIANTO**

**0606003770**



T  
24114

**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
POGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK  
UNIVERSITAS INDONESIA  
SEMESTER GENAP  
2007/2008**

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

### FABRIKASI DAN KARAKTERISASI BUSA ALUMINIUM HASIL INJEKSI GAS

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Design Manufaktur Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 17 Juli 2008



Edy Yulianto  
NPM. 0606003770

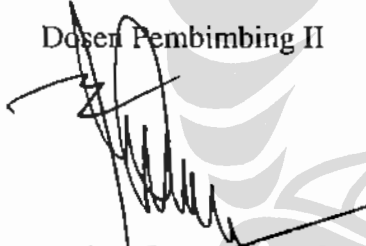
## PENGESAHAN

Tesis dengan judul :

### FABRIKASI DAN KARAKTERISASI BUSA ALUMINIUM HASIL INJEKSI GAS

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Design Manufaktur Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Program Pascasarjana Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 15 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Dosen Pembimbing II



Dr.-Ing. Ir. Bambang Suharno  
NIP. 131 845 374

Depok, 17 Juli 2008

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Sri Harjanto  
NIP.132 089 974

## UCAPAN TERIMA KASIH

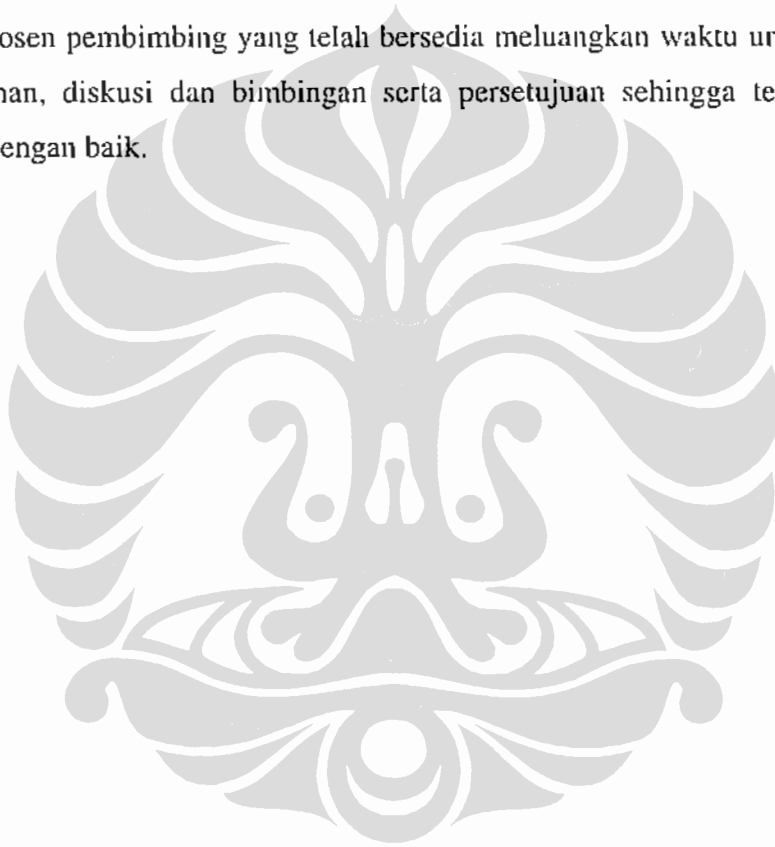
Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Dr. Ir. Sri Harjanto**

dan

**Dr-Ing. Ir. Bambang Suharno**

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



## DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH/ SIMBOL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN PENELITIAN	3
1.4 BATASAN MASALAH	4
1.4.1 Bahan	4
1.4.2 Parameter Proses	4
1.4.3 Karakterisasi	4
1.5 MANFAAT PENELITIAN	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 BUSA ALUMINIUM	5
2.2 PROSES PEMBUATAN BUSA ALUMINIUM	6
2.2.1 Metoda Peniupan Gas	7
2.2.2 Metoda <i>Blowing Agents</i>	8
2.2.3 Metoda Serbuk	9
2.2.4 <i>Investment Casting</i>	11
2.2.5 Metoda <i>Vapor/Electrodeposition</i>	12

2.3	FAKTOR-FAKTOR YANG PERLU DIPERHATIKAN DALAM PEMBUATAN ALUMINIUM FOAM	17
2.3.1	Faktor Pembasahan Serbuk Keramik oleh Cairan Aluminium	17
2.3.2	Fraksi dan Ukuran Serbuk Keramik	19
2.3.3	Ketinggian Cairan Aluminium	21
2.3.4	Temperatur Cairan Aluminium	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	LANGKAH PENELITIAN	24
3.2	PROSEDUR PENELITIAN	25
3.4.1	Tahap Persiapan	25
3.4.2	Tahap Pengujian	28
3.4.3	Karakterisasi Hasil Pengujian	29
3.4.3.1	<i>Sifat Fisik</i>	29
3.4.3.2	<i>Pengujian Mekanik</i>	30
3.4.3.3	<i>Pengujian Struktur Mikro</i>	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1.	KARAKTERISASI SERBUK ALUMINA	32
4.2	PENGUJIAN PENGARUH SERBUK ALUMINA TERHADAP STABILITAS GELEMBUNG	33
4.3	KARAKTERISASI BUSA ALUMINIUM	34
4.3.1	Sifat Fisika	34
4.3.1.1	<i>Berat Jenis</i>	34
4.3.1.2	<i>Struktur Makro</i>	35
4.3.2	Pengujian Tekan	42
4.3.3	Struktur Mikro	46
4.3.3.1	<i>Pengujian SEM dan EDS</i>	46
4.3.3.2	<i>Pengujian XRD</i>	50
DAFTAR ACUAN		53
LAMPIRAN		54

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1</b> Komponen-Komponen yang Terbuat dari Busa Aluminium	2
<b>Gambar 2.1</b> Keunggulan Material Busa Aluminium	5
<b>Gambar 2.2</b> Penggunaan Busa Aluminium Sesuai dengan Tipe Porinya	6
<b>Gambar 2.3</b> Beberapa Proses Pembuatan Aluminium Foam	6
<b>Gambar 2.4.</b> Proses Pembuatan Busa Aluminium dengan Metoda Penuapan Gas	7
<b>Gambar 2.5.</b> Hasil Busa Aluminium dengan Proses Peniupan Gas	8
<b>Gambar 2.6.</b> Proses Pembuatan Busa Aluminium dengan Metoda <i>Blowing Agents</i>	9
<b>Gambar 2.7.</b> Proses Pembuatan Busa Aluminium dengan Metoda Serbuk	10
<b>Gambar 2.8.</b> Contoh Komponen Busa Aluminium Hasil Metoda Serbuk	10
<b>Gambar 2.9.</b> Proses Pembuatan Busa Aluminium Dengan Metoda <i>Investmen Casting</i>	11
<b>Gambar 2.10.</b> Contoh Komponen Busa Aluminium Hasil <i>Investmen Casting</i>	12
<b>Gambar 2.11.</b> Proses Pembuatan Busa Aluminium Dengan Metoda <i>Elektrodeposisi</i>	12
<b>Gambar 2.12.</b> Busa Aluminium Hasil Metoda Elektrodeposisi	13
<b>Gambar 2.13.</b> Ilustrasi Mekanisme Kemampubasahan ( <i>Wettability</i> )	17
<b>Gambar 2.14.</b> Diagram Fasa Al-Mg [26]	19
<b>Gambar2.15.</b> Pengaruh Ukuran Partikel dan Fraksi Partikel terhadap Stabilitas Gelembung	19
<b>Gambar 2.16.</b> Pengaruh Knsentrasi Serbuk Alumina terhadap Dinding Pori Pada suhu Peniupan 660 °C	20
<b>Gambar 2.17.</b> Gambar Lapisan Tipis Aluminium antara Dua Pori	20
<b>Gambar 2.18.</b> Cairan aluminium tanpa partikel <i>aditif</i> &	21

dengan partikel <i>aditif</i>	
<b>Gambar 2.19.</b> Grafik Hubungan Stabilitas Gelembung	21
dengan Jarak Tempuh	
<b>Gambar 2.20.</b> Grafik Hubungan Konsentrasi Partikel SiC	22
<b>Gambar 2.21.</b> Perubahan Ketebalan Dinding Pori	22
<b>Gambar 2.22.</b> Grafik Pengaruh Konsentrasi Partikel Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22
<b>Gambar 2.23.</b> Gambar Sudut Pembasahan Partikel	23
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram Alir Penelitian	25
<b>Gambar 3.2</b> <i>Planetary Ball Mill</i>	26
<b>Gambar 3.3</b> Peralatan Pembuatan Busa Aluminium	28
<b>Gambar 3.4</b> Ilustrasi Pengujian Tekan	30
<b>Gambar 4.1.</b> Distribusi Ukuran Serbuk Alumina	32
<b>Gambar 4.2.</b> Hasil Pengujian Tanpa Partikel Tambahan	33
<b>Gambar 4.3.</b> Hasil Pengujian dengan Partikel Tambahan Serbuk Alumina	33
<b>Gambar 4.4.</b> Grafik Pengaruh Ukuran dan Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Berat Jenis	34
<b>Gambar 4.5.</b> Hasil Pembuatan Busa Aluminium Tanpa Serbuk Alumina	35
<b>Gambar 4.6.</b> Hasil Pembuatan Busa Aluminium dengan Serbuk Alumina 5,77 µm dengan Fraksi Berat (a) 5% (b) 10% (c) 15% (d) 20%	37
<b>Gambar 4.7.</b> Hasil Pembuatan Busa Aluminium dengan Serbuk Alumina 23,35 µm dengan Fraksi Berat (a) 5% (b) 10% (c) 15% (d) 20%	37
<b>Gambar 4.8.</b> Hasil Pembuatan Busa Aluminium dengan Serbuk Alumina 45 µm dengan Fraksi Berat 5-20%	37
<b>Gambar 4.9.</b> Pengaruh Fraksi Berat Alumina terhadap Ukuran Pori	38
<b>Gambar 4.10.</b> Grafik Pengaruh Ukuran dan Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Ketinggian Daerah Penyebaran Pori	40
<b>Gambar 4.11.</b> Pengaruh Ukuran dan Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Luasan Pori per Satuan Luas	42
<b>Gambar 4.12.</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Fraksi Berat Serbuk	43



Alumina	
<b>Gambar 4.13.</b> Hubungan Berat Jenis dan Kuat Tekan pada Sampel dengan Penambahan Serbuk Alumina	43
<b>Gambar 4.14</b> Ilustrasi Arah Pembebanan pada Bentuk Pori (a) A1-5 (b)A1-10	44
<b>Gambar 4.15.</b> Grafik Pengaruh Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Kuat Tekan Relatif Busa Aluminium Sampel A1-5 sampai A1-20 (untuk plat)	44
<b>Gambar 4.16.</b> Pengaruh Fraksi Berat Serbuk Alumina terhadap Kuat Tekan Relatif untuk Aplikasi Beam	45
<b>Gambar 4.17</b> Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel dengan Serbuk Alumina 5,77 mikron dengan Fraksi Berat 5%	46
<b>Gambar 4.18</b> Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel dengan Serbuk Alumina 5,77 mikron dengan Fraksi Berat 10%	46
<b>Gambar 4.19</b> Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel dengan Serbuk Alumina 5,77 mikron dengan Fraksi Berat 15%	47
<b>Gambar 4.20</b> Hasil Pengujian SEM dan EDS Sampel dengan Serbuk Alumina 5,77 mikron dengan Fraksi Berat 20%	47
<b>Gambar 4.21.</b> Grafik Kandungan Unsur O dalam Bentuk Senyawa pada Berbagai Fraksi Berat Serbuk Alumina	48
<b>Gambar 4.22.</b> Hubungan Kandungan Oksida terhadap Ukuran Pori	49
<b>Gambar 4.23.</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Kandungan Oksida	50
<b>Gambar 4.24.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel A1-5	50
<b>Gambar 4.24.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel A1-10	51
<b>Gambar 4.24.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel A1-15	52
<b>Gambar 4.24.</b> Hasil Pengujian XRD Sampel A1-20	52

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Properties Busa Aluminium Dari Berbagai Proses Produksi	14
Tabel 2.2. Ringkasan Kelebihan dan Kekurangan Proses Pembuatan Busa Aluminium	15
Tabel 2. 3. Beberapa Material Dasar Untuk Pembuatan <i>Aluminium Foam</i>	18
Tabel 3.1. Penandaan Sampel Percobaan	26
Tabel 3.2. Berat Al-12Mg dan Berat Serbuk Alumina untuk Pengujian	27
Tabel 4.1. Struktur Makro Busa Aluminium	37



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. HASIL UJI KOMPOSISI KIMIA MATERIAL AL-Mg

LAMPIRAN 2. HASIL PENGUKURAN DISTRIBUSI UKURAN SERBUK  
ALUMINA

LAMPIRAN 3. FOTO KEGIATAN DAN PERALATAN PEMBUATAN BUSA  
ALUMINIUM DENGAN INJEKSI GAS

LAMPIRAN 4. HASIL PERHITUNGAN BERAT JENIS BUSA ALUMINIUM

LAMPIRAN 5. HASIL UJI TEKAN BUSA ALUMINIUM

LAMPIRAN 6. HASIL PENGUJIAN SEM DAN EDS

LAMPIRAN 7. HASIL PENGUJIAN XRD



## DAFTAR SINGKATAN

Al	Aluminium
EDS	Energy Dispersive Spectrometer
Mg	Magnesium
MMC	Metal Matrix Composites
SEM	Scanning Electron Microscopy
XRD	X-Ray Diffraction



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
$D_b$	Bulk Density	$\text{gr/cm}^3$
$F$	Gaya	newton
$\mu$	Mikron	$10^{-6}$ meter
$\rho$	Berat Jenis	$\text{gr/cm}^3$
$\sigma_c$	Kuat Tekan	Pascal
$V$	Volume	$\text{cm}^3$
$W_a$	Berat Basah dalam Air	gram
$W_b$	Berat Basah di Udara	gram
$W_c$	Berat Kering	gram
$W_d$	Berat Jenis	$\text{gr/cm}^3$