

**PENGARUH TEMPERATUR SINTER TERHADAP  
KARAKTERISTIK KOMPOSIT ALUMINIUM  
GRAFIT DENGAN *WETTING AGENT* TEMBAGA**

**SKRIPSI**

Oleh

**DHIAN EKAWATI**

**04 04 04 02 08**



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

**PENGARUH TEMPERATUR SINTER TERHADAP  
KARAKTERISTIK KOMPOSIT ALUMINIUM  
GRAFIT DENGAN *WETTING AGENT* TEMBAGA**

**SKRIPSI**

Oleh

**DHIAN EKAWATI**

**04 04 04 02 08**



**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 :

### **PENGARUH TEMPERATUR SINTER TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT ALUMINIUM GRAFIT DENGAN *WETTING AGENT* TEMBAGA**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik 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 yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 22 Mei 2008

Dhian Ekawati

NPM 04 04 04 02 08

# PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

## **PENGARUH TEMPERATUR SINTER TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT ALUMINIUM GRAFIT DENGAN *WETTING AGENT* TEMBAGA**

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 22 Mei 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 22 Mei 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc

NIP 131 644 678

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc**

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
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	3
BAB II DASAR TEORI	5
II.1 KOMPOSIT Matriks Logam Aluminium Grafit	5
II.1.1 <i>Metal Matrix Composite</i>	7
II.2 <i>Interface</i> dan Kemampubasaan ( <i>Wettability</i> )	9
II.3 MATERIAL	11
II.3.1 Aluminium	11
II.3.2 Grafit	13
II.3.3 Tembaga	14
II.4 PROSES METALURGI SERBUK	15
II.4.1 Karakteristik Serbuk	17
II.4.1.1 Ukuran dan Distribusi Partikel Serbuk	17
II.4.1.2 Bentuk Partikel Serbuk	18
II.4.1.3 Berat Jenis Serbuk	20
II.4.1.4 Mampu Alir Serbuk ( <i>Flowability</i> )	21
II.4.1.5 Mampu Tekan ( <i>Compressibility</i> )	21
II.4.1.6 Pencampuran dan Pengadukan Partikel Serbuk	22
II.4.2 Kompaksi	23

II.4.2.1 Perilaku Serbuk saat Kompaksi	25
II.4.3 Proses Sinter	26
II.4.3.1 Tahapan Proses Sinter	28
II.4.3.2 <i>Solid State Sintering</i>	32
II.4.3.3 <i>Liquid Phase Sintering</i>	35
II.4.3.4 Temperatur Sinter	37
II.4.3.5 Atmosfer Sinter	38
II.5 APLIKASI KOMPOSIT MATRIKS LOGAM ALUMINIUM GRAFIT SEBAGAI MATERIAL BEARING	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
III.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN	42
III.2 BAHAN-BAHAN PENELITIAN	43
III.3 ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN	44
III.4 PROSEDUR PENELITIAN	44
III.4.1 Persiapan Serbuk	44
III.4.2 Tahapan Kompaksi	45
III.4.3 Tahapan Proses Sinter	46
III.5 PENGUJIAN	48
III.5.1 Pengujian Kekerasan	48
III.5.2 Pengujian Laju Aus	50
III.5.3 Pengujian Kuat Tekan	52
III.5.4 Pengujian Densitas dan Porositas	54
III.5.5 Pengamatan Struktur Mikro dan Komposisi Komposit	57
BAB IV HASIL PENELITIAN	60
IV.1 PENGUJIAN KEKERASAN	60
IV.2 PENGUJIAN LAJU AUS	62
IV.3 PENGUJIAN KUAT TEKAN	64
IV.4 PENGUJIAN DENSITAS DAN POROSITAS	66
IV.5 PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO DAN KOMPOSISI KOMPOSIT	69
IV.5.1 Hasil Foto Struktur Mikro Menggunakan Mikroskop Optik	69
IV.5.2 Hasil Foto Struktur Mikro Menggunakan SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) pada Sampel Komposit <i>Reinforced Sinter 700°C</i>	75

IV.5.3 Hasil Uji Komposisi Menggunakan EDS ( <i>Energy Disperse Spectroscopy</i> ) pada Sampel Komposit <i>Reinforced Sinter 700°C</i>	77
BAB V PEMBAHASAN	78
V.1 UMUM	78
V.2 PERSIAPAN DAN PENCAMPURAN SERBUK	78
V.3 PROSES KOMPAKSI	79
V.4 PROSES SINTER	81
V.5 PENGUJIAN KEKERASAN	82
V.6 PENGUJIAN LAJU AUS	84
V.7 PENGUJIAN KUAT TEKAN	86
V.8 PENGUJIAN DENSITAS DAN POROSITAS	87
V.9 PENGAMATAN STRUKTUR MIKRO DAN KOMPOSISI	
KOMPOSIT	90
V.9.1 Pengamatan Foto Struktur Mikro Menggunakan Mikroskop Optik	90
V.9.2 Pengamatan Foto Struktur Mikro Menggunakan SEM ( <i>Scanning Electron Microscope</i> ) pada Sampel Komposit <i>Reinforced Sinter 700°C</i>	92
V.9.3 Pengujian Komposisi Menggunakan EDS ( <i>Energy Disperse Spectroscopy</i> ) pada Sampel Komposit <i>Reinforced Sinter 700°C</i>	92
BAB VI KESIMPULAN	95
DAFTAR ACUAN	96
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1.</b> Gaya-gaya yang dihasilkan pada peristiwa pembasahan	10
<b>Gambar 2.2.</b> Perbandingan sifat fisik dari perbedaan sudut kontak	11
<b>Gambar 2.3.</b> Tahapan proses metalurgi serbuk	16
<b>Gambar 2.4.</b> Bentuk partikel serbuk	19
<b>Gambar 2.5.</b> Mekanisme pencampuran dan pengadukan partikel serbuk	22
<b>Gambar 2.6.</b> Proses kompaksi serbuk dengan metode <i>single end punch</i>	24
<b>Gambar 2.7.</b> Perilaku serbuk ketika kompaksi	26
<b>Gambar 2.8.</b> Jenis-jenis proses sinter	27
<b>Gambar 2.9.</b> Partikel serbuk pada berbagai tahapan proses sinter	28
<b>Gambar 2.10.</b> Tahap pertumbuhan leher dengan rasio X/D	29
<b>Gambar 2.11.</b> Struktur pori pada <i>intermediate stage</i>	29
<b>Gambar 2.12.</b> Pemasatan pada proses sinter	30
<b>Gambar 2.13.</b> Pemisahan dan pembulatan pori pada <i>final stage</i>	30
<b>Gambar 2.14.</b> Perilaku partikel serbuk saat proses <i>solid state sintering</i>	33
<b>Gambar 2.15.</b> Mekanisme transport massa	34
<b>Gambar 2.16.</b> Perilaku partikel serbuk saat proses <i>liquid phase sintering</i>	35
<b>Gambar 2.17.</b> Diagram fasa kelarutan dua fasa	36
<b>Gambar 2.18.</b> Pengaruh temperatur sinter terhadap sifat mekanik	37
<b>Gambar 2.19.</b> Aluminium <i>bearing</i> pada komponen otomotif	40
<b>Gambar 3.1.</b> Timbangan digital	45
<b>Gambar 3.2.</b> Alat Kompaksi <i>Krisbow</i>	46
<b>Gambar 3.3.</b> Dapur <i>Neberthem</i>	47
<b>Gambar 3.4.</b> Sampel <i>green compact</i> (kiri) dan <i>burn compact</i> (kanan)	48
<b>Gambar 3.5.</b> Skematis prinsip indentasi dengan metode <i>Brinell</i> (3:1)	49
<b>Gambar 3.6.</b> Alat uji kekerasan <i>Brinell</i>	50
<b>Gambar 3.7.</b> <i>Measuring Microscope</i>	50
<b>Gambar 3.8.</b> Skematis pengujian keausan dengan metode <i>Ogoshi</i>	52
<b>Gambar 3.9.</b> Mesin pengujian keausan <i>Ogoshi</i>	52

<b>Gambar 3.10.</b> Mesin uji kuat tekan <i>Tarno Grocki</i>	54
<b>Gambar 3.11.</b> Mikroskop optik	58
<b>Gambar 3.12.</b> Mesin amplas dan poles	59
<b>Gambar 4.1.</b> Hubungan antara temperatur sinter terhadap nilai kekerasan	61
<b>Gambar 4.2.</b> Hubungan antara beberapa perlakuan sampel terhadap nilai kekerasan	61
<b>Gambar 4.3.</b> Hubungan antara temperatur sinter terhadap nilai laju aus	63
<b>Gambar 4.4.</b> Hubungan antara beberapa perlakuan sampel terhadap nilai laju aus	63
<b>Gambar 4.5.</b> Hubungan antara temperatur sinter terhadap nilai kuat tekan	65
<b>Gambar 4.6.</b> Hubungan antara beberapa perlakuan sampel terhadap nilai kuat tekan	65
<b>Gambar 4.7.</b> Hubungan antara temperatur sinter terhadap nilai densitas	67
<b>Gambar 4.8.</b> Hubungan antara beberapa perlakuan sampel terhadap nilai densitas	67
<b>Gambar 4.9.</b> Hubungan antara temperatur sinter terhadap nilai porositas	68
<b>Gambar 4.10.</b> Hubungan antara beberapa perlakuan sampel terhadap nilai porositas	68
<b>Gambar 4.11.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 500°C (perbesaran 100x)	69
<b>Gambar 4.12.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 500°C (perbesaran 500x)	70
<b>Gambar 4.13.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 550°C (perbesaran 100x)	70
<b>Gambar 4.14.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 550°C (perbesaran 500x)	71
<b>Gambar 4.15.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 600°C (perbesaran 100x)	71
<b>Gambar 4.16.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 600°C (perbesaran 500x)	72
<b>Gambar 4.17.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 650°C (perbesaran 100x)	72

<b>Gambar 4.18.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 650°C (perbesaran 500x)	73
<b>Gambar 4.19.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 700°C (perbesaran 100x)	73
<b>Gambar 4.20.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 700°C (perbesaran 500x)	74
<b>Gambar 4.21.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced non sinter</i> (perbesaran 100x)	74
<b>Gambar 4.22.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced non sinter</i> (perbesaran 500x)	75
<b>Gambar 4.23.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 700°C (perbesaran 200x)	75
<b>Gambar 4.24.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 700°C (perbesaran 500x)	76
<b>Gambar 4.25.</b> Struktur mikro perlakuan sampel <i>reinforced sinter</i> 700°C (perbesaran 10.000x)	76

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1.</b> Sifat-sifat Logam Aluminium Murni	12
<b>Tabel 2.2.</b> Nilai Berat Jenis untuk Aluminium Serbuk Hasil Proses Atomisasi	13
<b>Tabel 2.3.</b> Sifat-sifat Grafit	13
<b>Tabel 2.4.</b> Sifat-sifat Tembaga	14
<b>Tabel 2.5.</b> Berbagai Tahapan pada Proses Sinter	31
<b>Tabel 2.6.</b> Sifat fisik tembaga	13
<b>Tabel 2.7.</b> Sifat mekanik dan thermal tembaga	13
<b>Tabel 4.1.</b> Nilai pengujian kekerasan	60
<b>Tabel 4.2.</b> Nilai pengujian laju aus	62
<b>Tabel 4.3.</b> Nilai pengujian kuat tekan	64
<b>Tabel 4.4.</b> Nilai densitas dan porositas	58
<b>Tabel 4.5.</b> Hasil pengujian komposisi menggunakan EDS ( <i>Energy Disperse Spectroscopy</i> ) pada sampel komposit <i>reinforced sinter 700°C</i>	77