



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH WAKTU TAHAN SINTER DAN FRAKSI  
VOLUME PENGUAT  $\text{Al}_2\text{O}_3$  TERHADAP KARAKTERISTIK  
KOMPOSIT LAMINAT HIBRID  $\text{Al/SiC-Al/Al}_2\text{O}_3$   
PRODUK METALURGI SERBUK**

**SKRIPSI**

**NURMAWATI  
0405040546**

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



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGARUH WAKTU TAHAN SINTER DAN FRAKSI  
VOLUME PENGUAT  $\text{Al}_2\text{O}_3$  TERHADAP KARAKTERISTIK  
KOMPOSIT LAMINAT HIBRID  $\text{Al}/\text{SiC}-\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3$   
PRODUK METALURGI SERBUK**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**NURMAWATI  
0405040546**

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Nurmawati**  
**NPM : 0405040546**  
**Tanda Tangan :**  
**Tanggal : 24 Desember 2008**



## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Nurmawati  
NPM : 0405040546  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Tahan Sinter dan Fraksi Volume Penguat  $\text{Al}_2\text{O}_3$  terhadap Karakteristik Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  Produk Metalurgi Serbuk

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 : Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia Syahrial, M.Sc. ( )  
Penguji 1 : Dr. Ir. Akhmad Herman Y, M.Phil.Eng ( )  
Penguji 2 : Dr. Ir. Sotya Astutiningsih, M.Eng. ( )  
Penguji 3 : Dr. Widyastuti, S.Si. M.Si ( )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 24 Desember 2008

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

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

Selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberi pengarahannya, diskusi, dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

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

Nama : Nurmawati  
NPM : 0405040546  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Departemen : 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 :

**Pengaruh Waktu Tahan Sinter dan Fraksi Volume Penguat  $Al_2O_3$  terhadap  
Karakteristik Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $Al_2O_3$   
Produk Metalurgi Serbuk**

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 mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

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

(Nurmawati)

## DAFTAR ISI

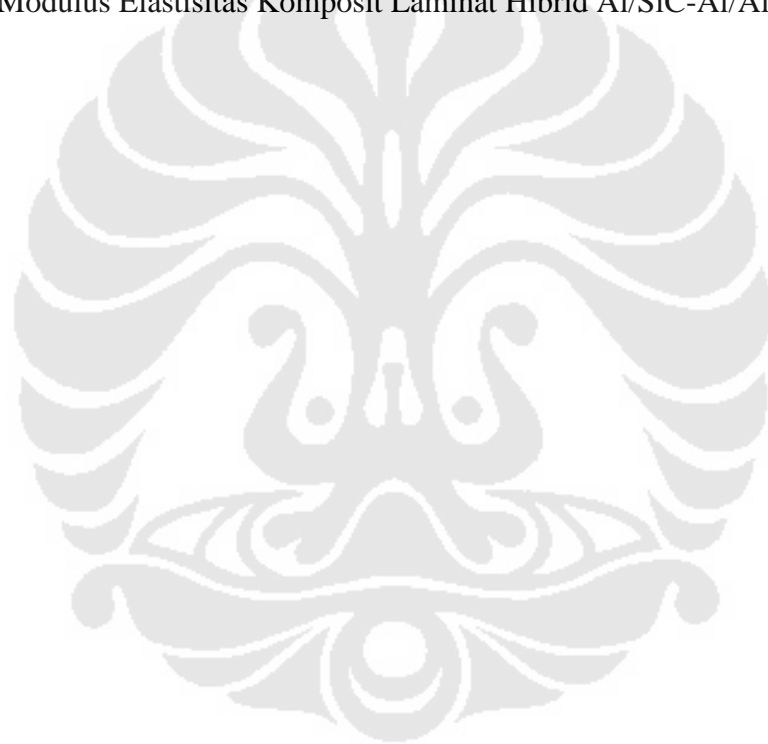
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
<b>1. PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Batasan Penelitian	2
1.4. Sistematika Penulisan	3
<b>2. DASAR TEORI</b>	<b>4</b>
2.1 Komposit	5
2.1.1 Komposit Matriks Logam	6
2.1.2 Komposit Laminat Hibrid	6
2.2 Antarmuka ( <i>Interface</i> ) dan Kemampubasahan ( <i>Wettability</i> ) pada Komposit Laminat Hibrid	8
2.3 Material Penyusun Komposit Laminat Hibrid	11
2.3.1 Aluminium	11
2.3.2 Silikon Karbida	13
2.3.3 Alumina	13
2.3.4 Magnesium	14
2.4 Metalurgi Serbuk	15
2.4.1 Pencampuran dan Pengadukan Partikel Serbuk	20
2.4.2 Kompaksi	20
2.4.3 Proses Sinter	22
2.4.3.1 Tahapan Proses Sinter	23
2.4.3.2 Mekanisme Transport Massa	25
2.4.5.3 Pengaruh Waktu Sinter	26
2.4.5.4 Atmosfer Sinter	27
<b>3. METODE PENELITIAN</b>	<b>29</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Alat & Bahan	30
3.2.1 Alat	30
3.2.2 Bahan	31
3.3 Proses Pelapisan Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dan SiC	31

3.3.1 Pembersihan Partikel SiC	31
3.3.2 Pembuatan Larutan Pelapisan	32
3.3.3 Proses Pelapisan	33
3.4 Pembuatan Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33
3.4.1 Penentuan Fraksi Volume Penguat dan Matriks	33
3.4.2 Proses Pencampuran	35
3.4.3 Proses Kompaksi	36
3.4.4 Proses Sinter	37
3.5 Pengujian Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38
3.5.1 Pengujian Densitas dan Porositas Sintering	38
3.5.2 Pengujian <i>Bending</i>	39
3.5.3 Pengamatan Struktur Mikro	41
3.5.4 Pengamatan Fasa Spinel	41
<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>42</b>
4.1 Pengaruh Waktu Tahan Sinter dan Fraksi Volume Penguat Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> terhadap Densitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42
4.2 Pengaruh Waktu Tahan Sinter dan Fraksi Volume Penguat Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> terhadap Porositas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	46
4.3 Pengaruh Waktu Tahan Sinter dan Fraksi Volume Penguat Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> terhadap Modulus Elastisitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	51
4.4 Pengaruh Waktu Tahan Sinter dan Fraksi Volume Penguat Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> terhadap Struktur Mikro Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	56
4.5 Pengamatan Fasa pada Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	60
<b>5. KESIMPULAN</b>	<b>62</b>
<b>6. DAFTAR REFERENSI</b>	<b>64</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Sifat-sifat Aluminium	10
<b>Tabel 2.2</b> Sifat-sifat Silikon Karbida	11
<b>Tabel 2.3</b> Sifat-sifat Alumina	12
<b>Tabel 2.4</b> Sifat-sifat Magnesium	15
<b>Tabel 2.5</b> Pengaruh Proses Sintering	28
<b>Tabel 3.1</b> Fraksi Volume Matriks dan Penguat pada Komposit Laminat Hibrid	33
<b>Tabel 3.2</b> Massa Matriks dan Penguat pada Komposit Laminat Hibrid	35
<b>Tabel 4.1</b> Densitas Sinter Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43
<b>Tabel 4.2</b> Porositas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	48
<b>Tabel 4.3</b> Modulus Elastisitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Pembagian Komposit Berdasarkan Jenis Penguat	4
<b>Gambar 2.2</b>	Klasifikasi MMC Berdasarkan Bentuk Penguat	6
<b>Gambar 2.3</b>	Gaya yang Dihasilkan Pada Peristiwa Pembasahan	9
<b>Gambar 2.4</b>	Mekanisme Pelapisan $MgAl_2O_4$ Pada Permukaan Penguat SiC	11
<b>Gambar 2.5</b>	Ilustrasi Permukaan Penguat SiC yang Telah Terlapisi $MgAl_2O_4$	11
<b>Gambar 2.6</b>	Bentuk Partikel Serbuk	18
<b>Gambar 2.7</b>	Tahapan Proses Metalurgi Serbuk	20
<b>Gambar 2.8</b>	Perilaku Serbuk Saat Kompaksi	22
<b>Gambar 2.9</b>	Partikel Serbuk Pada Berbagai Tahapan Proses Sinter	23
<b>Gambar 2.10</b>	Tahap Pertumbuhan Leher dengan Rasio X/D	24
<b>Gambar 2.11</b>	Pemisahan dan Pembulatan Pori Pada <i>Final Stage</i>	25
<b>Gambar 2.12</b>	Mekanisme Transport Massa	26
<b>Gambar 2.13</b>	Hubungan Antara Waktu Tahan Sintering Dengan Densitas Relatif Komposit	26
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian	29
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Ultrasonic Cleaner</i>	32
<b>Gambar 3.3</b>	Proses Pembuatan Larutan Pelapisan	32
<b>Gambar 3.4</b>	Proses Pelapisan $Al_2O_3$ (a) dan SiC (b)	33
<b>Gambar 3.5</b>	Timbangan Digital	34
<b>Gambar 3.6</b>	Proses Pencampuran Matriks dan Penguat	35
<b>Gambar 3.7</b>	Mesin Kompaksi	36
<b>Gambar 3.8</b>	<i>Tube Furnace</i>	37
<b>Gambar 3.9</b>	Pengujian Densitas dan Porositas	39
<b>Gambar 3.10</b>	Skema Uji Bending	40
<b>Gambar 3.11</b>	Mesin Uji Bending, Pengatur Beban dan Pencatat Grafik Hasil Uji	40
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik Pengaruh Waktu Tahan Sinter terhadap Densitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $Al_2O_3$ pada T 600 °C dan Variasi Fraksi Volume Penguat $Al_2O_3$ 10 %, 20 %, 30 %, dan 40 %	44
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik Pengaruh fraksi volume penguat $Al_2O_3$ terhadap Densitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $Al_2O_3$ pada T 600 °C dan variasi waktu tahan sinter 6, 8, dan 10 jam	45
<b>Gambar 4.3</b>	Porositas yang terjadi pada daerah laminasi (a) dan daerah antarmuka partikel serbuk (b) pada komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $Al_2O_3$ , waktu tahan 8 jam, 40% $V_f$ SiC, 10% $V_f$ $Al_2O_3$	48
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik Pengaruh Waktu Tahan Sinter terhadap Porositas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $Al_2O_3$ pada T 600 °C dan variasi fraksi volume penguat $Al_2O_3$ 10 %, 20 %, 30 %, dan 40 %.	49

<b>Gambar 4.5</b>	Grafik Pengaruh fraksi volume penguat $\text{Al}_2\text{O}_3$ terhadap Porositas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ pada T 600 °C dan variasi waktu tahan sinter 6, 8, dan 10 jam	50
<b>Gambar 4.6</b>	Grafik Pengaruh Waktu Tahan Sinter terhadap Modulus Elastisitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ Pada T 600 °C dan Variasi Fraksi Volume Penguat $\text{Al}_2\text{O}_3$ 10 %, 20 %, 30 %, dan 40 %.	53
<b>Gambar 4.7</b>	Grafik Pengaruh fraksi volume penguat $\text{Al}_2\text{O}_3$ terhadap Modulus Elastisitas Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ pada T 600 °C dan variasi waktu tahan sinter 6, 8, dan 10 jam.	55
<b>Gambar 4.8</b>	Struktur Mikro Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40% Vf SiC, Temperatur 600°C, 40% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ , waktu tahan 6 jam (a), 8 jam (b), dan 10 jam (c).	57
<b>Gambar 4.9</b>	Struktur Mikro Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40% Vf SiC, Temperatur 600°C, Waktu Tahan 10 Jam, 10% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ (a), 20% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ (b), 30% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ (c), 40% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ (d)	58
<b>Gambar 4.10</b>	Struktur Mikro Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40% Vf SiC, 10% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Temperatur 600°C, Waktu Tahan 8Jam	59
<b>Gambar 4.11</b>	Struktur Mikro Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40% Vf SiC, 40% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ , Temperatur 600°C, Waktu Tahan 10 Jam	59
<b>Gambar 4.12</b>	Hasil Pengujian XRD pada Partikel SiC	62
<b>Gambar 4.13</b>	Hasil Pengujian XRD pada Partikel $\text{Al}_2\text{O}_3$	62
<b>Gambar 4.14</b>	Pengujian pada XRD Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 40% Vf SiC dan 40% Vf $\text{Al}_2\text{O}_3$ Temperatur 600°C, Waktu Tahan 6 Jam	63

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b>	Tabel Perhitungan Densitas Teoritis Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	68
<b>Lampiran 2.</b>	Tabel Perhitungan Densitas Eksperimental Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , T 600°C, 40% Vf SiC	69
<b>Lampiran 3.</b>	Tabel Perhitungan Porositas Eksperimental Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , T 600°C, 40% Vf SiC	71
<b>Lampiran 4.</b>	Tabel Perhitungan Modulus Elastisitas Eksperimental Komposit Laminat Hibrid Al/SiC-Al/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , T 600°C, 40% Vf SiC	73
<b>Lampiran 5.</b>	Berkas Hasil Pengujian XRD	75
<b>Lampiran 6.</b>	Foto Mikro Sampel	82

