

**PROSES PELAPISAN PADA BAJA KARBON
DENGAN MENGGUNAKAN METODE PEMADUAN
MEKANIK SERBUK Fe-Al**

SKRIPSI

Oleh

ERY KUSWANTORO
0404040259



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

**PROSES PELAPISAN PADA BAJA KARBON
DENGAN MENGGUNAKAN METODE PEMADUAN
MEKANIK SERBUK Fe-Al**

SKRIPSI

Oleh

ERY KUSWANTORO
0404040259



**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 :

PROSES PELAPISAN PADA BAJA KARBON DENGAN MENGUNAKAN METODE PEMADUAN MEKANIK SERBUK Fe-Al

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen 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, 18 Juli 2008

Ery Kuswantoro

NPM 0404040259

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

PROSES PELAPISAN PADA BAJA KARBON DENGAN MENGUNAKAN METODE PEMADUAN MEKANIK SERBUK Fe-Al

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 11 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 18 Juli 2008

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Sri Harjanto

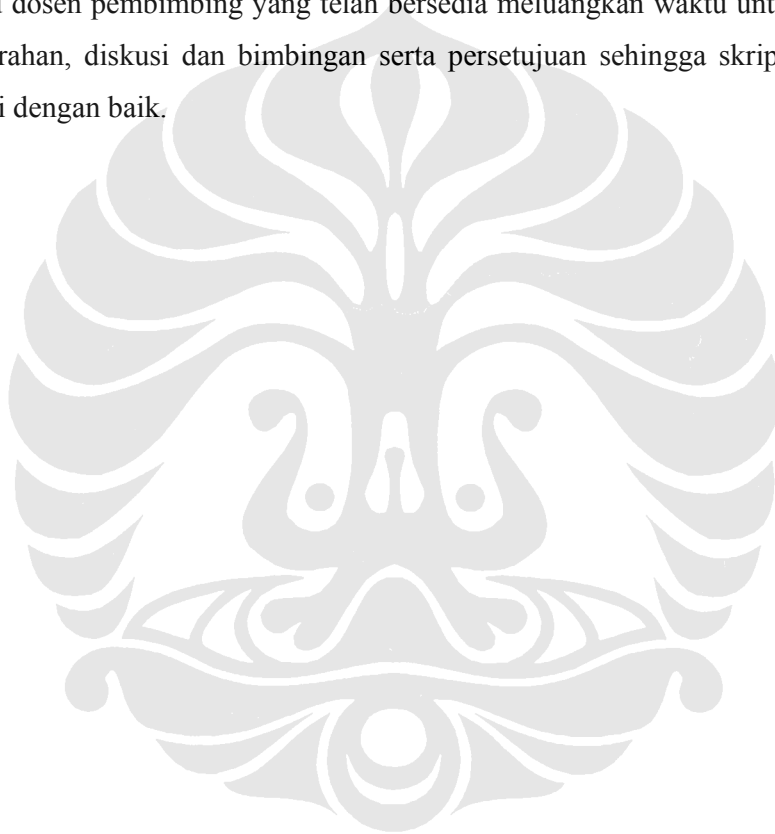
NIP 132089974

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Dr. Ir. Sri Harjanto

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	iii
PENGESAHAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
DAFTAR TABEL	
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN	3
1.3. RUANG LINGKUP	4
1.3.1. Material	4
1.3.2. Pengujian	4
1.3.3. Tempat Penelitian dan Penulisan	5
1.4. Sistematika Penelitian	5
BAB II. DASAR TEORI	7
2.1. PADUAN Fe-Al	7
2.1.1. Kekuatan Paduan Fe-Al	11
2.2. PEMADUAN MEKANIK	12
2.2.1. Komponen Pemaduan Mekanik	13
2.2.1.1 . <i>Bahan Baku Serbuk</i>	13
2.2.1.2 <i>Bola Giling</i>	13

2.2.1.3	Wadah penggilingan	14
2.2.1.4	Alat penggiling bola	15
2.2.2	Proses Pemaduan Mekanik	15
2.2.3	Faktor yang Mempengaruhi Pemaduan Mekanik	16
2.2.3.1	Tipe Penggilingan	18
2.2.3.1.1	HEM (<i>High Energi Milling</i>) buatan LIPI	18
2.2.3.2	Rasio Berat Bola-Serbuk	20
2.2.3.3	Amosfer Penggilingan	20
2.2.3.4	Kecepatan Penggilingan	21
2.2.3.5	Waktu Penggilingan	22
2.2.3.6	Pengaruh Bola Giling	22
2.2.3.7	Pengaruh Jar	23
2.2.3.8	Pengaruh Tingkat Pengisian Jar	24
2.2.3.9	Pengaruh Temperatur	24
2.2.4	Mekanisme Pemaduan mekanik	25
2.3	KARAKTERISTIK PARTIKEL DAN LAPISAN	28
2.3.1	Mekanisme Pemaduan Mekanik Pada Serbuk Ulet-ulet	28
2.3.2	Campuran antara serbuk ulet dengan serbuk getas	30
2.3.3	Campuran antara serbuk getas dengan serbuk getas	31
2.3.4	Sintesis Paduan Al-Fe dengan menggunakan pemaduan Mekanik	32
2.3.5	Pendekatan Pengukuran Ukuran Kristalit Melalui XRD	33
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	36
3.2	VARIABEL PENELITIAN	37
3.3	. TAHAPAN PENELITIAN	37
3.3.1	Kalibrasi Alat Ukur	37
3.3.2	Persiapan Bahan Baku	38
3.3.3	Preparasi Proses Pemaduan Mekanik	39

3.3.3.1	<i>Pesiapan Jar dan bola giling</i>	39
3.3.3.2	<i>Tahapan penggerusan</i>	41
3.4.	PENGUJIAN	42
3.4.1	Karakteristik Serbuk dan Substrat sebelum penggerusan	42
3.4.2	Proses Preparasi Sampel untuk Pengujian SEM	43
3.5	PENGUJIAN KEKERASAN MIKRO	44
BAB IV.	DATA DAN PEMBAHASAN	46
4.1.	KARAKTERISTIK SERBUK	46
4.1.1	Perubahan Morfologi Serbuk Hasil Pemaduan Mekanik	46
4.1.2.	Perubahan Struktur Kristal Dalam Serbuk	50
4.1.3	Pengaruh Komposisi Al terhadap Perubahan Morfologi dan Struktur Kristal Serbuk	55
4.1.4	Pendekatan Pengukuran Kristalit	58
4.2.	KARAKTERISASI SUBSTRAT HASIL PELAPISAN	60
4.2.1	Perubahan Struktur Kristal Substrat	60
4.2.2	Pengamatan Struktur Lapisan	64
4.2.3	Pengaruh Komposisi Al Terhadap Hasil Pelapisan yang Terbetuk	68
4.3.	MEKANISME PELAPISAN DENGAN METODE PEMADUAN MEKANIK	71
BAB V.	KESIMPULAN	73
	DAFTAR ACUAN	74
	DAFTAR PUSTAKA	75
	LAMPIRAN	76

DAFTAR GAMBAR

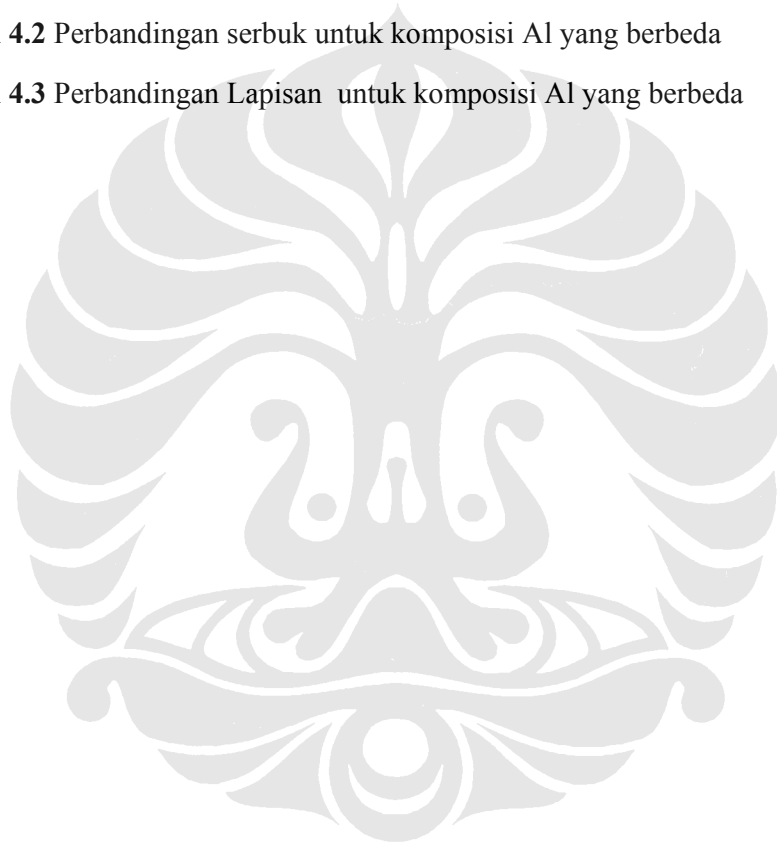
	Halaman
Gambar 2.1. Mekanisme difusi ke dalam kisi dengan mekanisme atom interstisi dan atom substitusi	7
Gambar 2.2. Diagram Fasa biner Fe-Al	9
Gambar 2.3. Susunan Kristal B2 pada intermetalik Fe-Al	10
Gambar 2.4 Susunan Kristal DO_3 pada intermetalik Fe-Al	10
Gambar 2.5. Bola giling dan wadah penggilingan	15
Gambar 2.6. Proses Pemaduan Mekanik	16
Gambar 2.7. Faktor-faktor mempengaruhi proses pemaduan mekanik	17
Gambar 2.8. Profil HEM (<i>High Energi Milling</i>) Buatan LIPI	19
Gambar 2.9. Prinsip kerja HEM-E3D	19
Gambar 2.10. Hubungan antara perbandingan berat bola giling terhadap berat serbuk terhadap waktu penggilingan dan ukuran partikel	20
Gambar 2.11. Hubungan antara temperatur penggilingan terhadap waktu pemaduan dan ukuran partikel	24
Gambar 2.12. Mekanisme tumbukan serbuk-bola	25
Gambar 2.13. Perubahan ukuran serbuk terhadap waktu penggilingan	27
Gambar 2.14. Morfologi hasil penggilingan material ulet-ulet	29
Gambar 2.15. . Mekanisme penghancuran partikel antara serbuk ulet dengan serbuk getas	30
Gambar 2.16. Partikel berstruktur <i>lamellar</i> hasil pengelasan dingin antara serbuk ulet dengan serbuk getas	30
Gambar 2.17. . Proses pemaduan mekanik pada campuran serbuk getas dengan serbuk getas	32
Gambar 2.18. Mikrostruktur <i>sandwich</i> yang terbentuk pada pemaduan mekanik Fe-Al	32

Gambar 2.19. Mikrostruktur <i>sandwich</i> yang terbentuk pada pemaduan mekanik Fe-Al	33
Gambar 2.20. Partikel yang terdiri dari berbagai ukuran kristalit	33
Gambar 2.21. Hubungan ukuran kristal terhadap pelebaran pola difraksi hasil pengujian <i>X-ray diffraction</i> (XRD)	34
Gambar 2.22. <i>Full Width at Half Maximum</i> (FWHM)	34
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	36
Gambar 3.2. alat uji kekerasan <i>Vickers</i>	37
Gambar 3.3. <i>Substrate</i> baja karbon AISI 1045	38
Gambar 3.4. Pembentukan sampel substrat baja karbon	38
Gambar 3.5 Serbuk besi dan aluminium	39
Gambar 3.6 Wadah penggilingan	39
Gambar 3.7 Pembersihan bola giling dengan alcohol	40
Gambar 3.8 Profil HEM (<i>High Energi Milling</i>) Buatan LIPI	42
Gambar 3.9 SEM	42
Gambar 3.10 Dimensi pemotongan sampel pengamatan SEM	43
Gambar 3.11 Ilustrasi daerah penjejakan indenter pengujian kekerasan mikro	45
Gambar 4.1. Morfologi serbuk sebelum penggilingan	46
Gambar 4.2. Foto SEM hasil penggilingan serbuk Fe-30%at.Al	47
Gambar 4.3. Foto SEM hasil penggilingan serbuk Fe-40%at.Al	47
Gambar 4.4. Foto SEM hasil penggilingan serbuk Fe-50%at.Al	47
Gambar 4.5. Foto SEM hasil penggilingan serbuk Fe-60%at.Al	48
Gambar 4.6. Mekanisme Pemaduan Mekanik Serbuk Fe-Al	49
Gambar 4.7. Hasil XRD serbuk Fe-30%at.Al	50
Gambar 4.8. Hasil XRD serbuk Fe 40%.at Al	51
Gambar 4.9. Hasil XRD serbuk Fe 40%.at Al	51
Gambar 4.10. Hasil XRD serbuk Fe 60%.atAl	52

Gambar 4.11. Pergeseran pola difraksi pada pembentukan paduan Fe ₃ Al pada Hasil XRD Penelitian	54
Gambar 4.12. Perbandingan Hasil XRD Penggilingan 8 jam Pada Komposisi Al yang berbeda	56
Gambar 4.13 Perbandingan Hasil XRD Penggilingan 32 jam Pada Komposisi Al yang berbeda	58
Gambar 4.14 Perbandingan ukuran kristalit serbuk terhadap waktu Penggilingan	58
Gambar 4.15. Penyebab pergeseran kurva xrd	59
Gambar 4.16 Hasil XRD substrat menggunakan serbuk Fe-30at.%Al	60
Gambar 4.17 Hasil XRD substrat menggunakan serbuk Fe-40at.%Al	61
Gambar 4.18 Hasil XRD substrat menggunakan serbuk Fe-50at.%Al	61
Gambar 4.19 Hasil XRD substrat menggunakan serbuk Fe-60at.%Al	62
Gambar 4.20 Hasil pengamatan SEM strukur lapisan yang terbentuk dengan menggunakan serbuk Fe-30%at.Al	64
Gambar 4.21 Hasil pengamatan SEM strukur lapisan yang terbentuk dengan menggunakan serbuk Fe-40%at.Al	65
Gambar 4.22 Hasil pengamatan SEM strukur lapisan yang terbentuk dengan menggunakan serbuk Fe-50%at.Al	66
Gambar 4.23 Hasil pengamatan SEM strukur lapisan yang terbentuk dengan menggunakan serbuk Fe-60%at.Al	67
Gambar 4.24 Nilai Kekerasan Rata-rata Lapisan untuk Setiap Kadar Serbuk yang digunakan	69
Gambar 4.25 Ketebalan lapisan rata-rata substrat untuk setiap kadar serbuk yang digunakan	70
Gambar 4.26 Mekanisme pelapisan dengan menggunakan ball mill	71
Gambar 4.27 Pembentukan Lapisan dengan menggunakan ball mill	72

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Struktur kristal dan nilai kekerasan mikro pada berbagai fasa yang terbentuk dalam sistem Fe-Al pada temperatur ruang	9
Tabel 2.2. Spesifikasi Hem-E3D	18
Tabel 4.1 Perbandingan serbuk untuk komposisi Al yang berbeda	55
Tabel 4.2 Perbandingan serbuk untuk komposisi Al yang berbeda	57
Tabel 4.3 Perbandingan Lapisan untuk komposisi Al yang berbeda	68



DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
LAMPIRAN A	Data Hasil Pengukuran Ukuran Kristalit	80
LAMPIRAN B	Data Hasil SEM Substrat dan Serbuk	89
LAMPIRAN C	Data Hasil Pengukuran Kekerasan Lapisan	98
LAMPIRAN D	Data Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan	100
LAMPIRAN E	Data Hasil XRD Serbuk	
LAMPIRAN F	Data Hasil XRD Substrat	

