

**KARBONASI BAJA KARBON RENDAH
DENGAN TEKNIK PLASMA LUCUTAN PIJAR RF**

Skripsi

**untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



disusun oleh :

R. Rohadi

J401 93 0985

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
1999**

LEMBAR PENGESAHAN

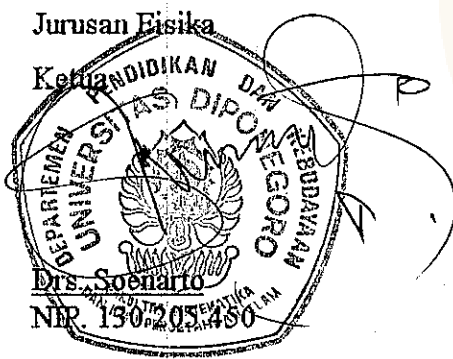
Judul skripsi : Karbonasi Baja Karbon Rendah dengan Teknik Plasma Lucutan Pijar RF

Nama : R. Rohadi

NIM : J 401 93 0985

Telah diujikan pada ujian sarjana tanggal 25 Agustus 1999 dan dinyatakan lulus.

Semarang, September 1999



Tim Penguji

Ketua

Ir. Hernowo Danusaputro, MSi

NIP. 131 601 938

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul skripsi : Karbonasi Baja Karbon Rendah Dengan Teknik Plasma Lucutan Pijar RF

Nama : R. Rohadi

NIM : J 401 93 0985

Telah layak mengikuti ujian sarjana pada jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro.

Semarang, 5 Juli 1999

Pembimbing BATAN



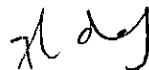
Ir. Suprpto
NIP. 330 001 511

Pembimbing Pendamping

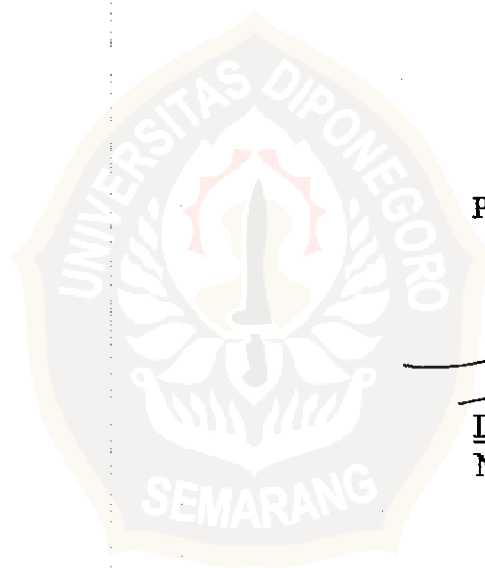


Dr. Muhammad Nur
NIP. 131 875 475

Pembimbing Utama



Drs. M. Dahlan
NIP. 130 219 407



HALAMAN PERSEMBAHAN

" Sesungguhnya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat."

(QS. Al-Mujaadilah : 11)

" Panjongo amung kajongo yen wani jumangkah ."

(pepatah lama)



Kupersembahkan untuk :

*Ayah, ibu dan saudara-saudaraku.
Almamater, guru-guruku.
Serta seseorang yang selalu menyertai ku
+ sahabat-sahabatku,
semoga persaudaraan kita tetap abadi.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena hanya atas tuntunan dan Kekuasaan-Nya, akhirnya penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul, " **Karbonasi Baja Karbon Rendah dengan Teknik Plasma Lucutan Pijar RF**", dapat selesai. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar S₁.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan ketulusan hati penulis menyampaikan ucapan dan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Mustafid, MEng, Ph.D, selaku Dekan FMIPA Universitas Diponegoro.
2. Bapak Ir. Sukarman Aminjoyo, selaku Kepala PPNY-BATAN Yogyakarta, yang telah memberi ijin untuk melakukan penelitian di Bidang Fisika Nuklir dan Atom PPNY-BATAN.
3. Bapak Drs. Soenarto, selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Sudjarmoko, MS, selaku Kepala Bidang Fisika Nuklir PPNY-BATAN Yogyakarta.
5. Bapak Drs. M. Dahlan, selaku pembimbing utama yang telah membimbing selama penulisan skripsi ini hingga selesai.
6. Bapak Dr. Muhammad Nur, DEA, selaku pembimbing anggota yang telah memberi bimbingan, nasihat dan ilmunya selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.

7. Bapak Ir. Suprpto, selaku pembimbing di PPNY-BATAN yang telah mengarahkan dan membimbing selama penelitian dan penyusunan skripsi ini hingga selesai.
8. Bapak Drs. AB. Tjipto Sujitno, MT, sebagai staf peneliti di PPNY-BATAN yang telah banyak memberikan saran, masukan dan bimbingan pada saat penelitian maupun penyusunan skripsi.
9. Bapak Sumarmo dan Bapak Sumadji, selaku teknisi di PPNY-BATAN Yogyakarta, yang telah banyak mengarahkan dan membantu penulis pada saat penelitian.
10. Rekan-rekan di jurusan Fisika dan sesama mahasiswa peneliti di PPNY-BATAN yang telah ikut mendiskusikan hasil penelitian ini.
11. Semua pihak dan rekan yang telah banyak membantu penulis, yang tidak mungkin disebutkan satu persatu namun memberi arti yang sangat besar.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna, karena itu dengan lapang dada akan menerima segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca khususnya pemerhati bidang fisika material.

Semarang, Juni 1999

Penulis

R. Rohadi

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Persetujuan.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
Daftar Lambang.....	xv
Abstract.....	xvii
Intisari.....	xiix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Bahan Logam.....	5
2.1.1 Ikatan logam.....	5
2.1.2 Ketidaktepurnaan dalam kristal.....	7
2.1.3 Difusi.....	10
2.1.4 Baja karbon.....	14
2.2 Sifat-Sifat Mekanik Logam.....	14
2.2.1 Kekerasan logam.....	15
2.3 Larutan Padat dalam Logam.....	18
2.3.1 Larutan padat (<i>solid solution</i>) substitusi.....	18
2.3.2 Larutan padat interstisi.....	19
2.4 Plasma.....	20
2.4.1 Definisi plasma.....	20
2.4.2 Suhu plasma.....	21
2.4.3 Kerapatan plasma.....	23
2.5 Teknik Pendeposisian.....	25
2.5.1 Sistem plasma lucutan pijar.....	25
2.5.2 Proses ionisasi plasma.....	30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	33
3.1.1 Bahan-bahan penelitian.....	33
3.1.2 Alat-alat penelitian.....	33

3.2 Deskripsi Alat Proses Karbonasi.....	34
3.2.1 Tabung reaktor.....	34
3.2.2 Pompa vakum.....	35
3.2.3 Sistem detoksifikasi.....	37
3.2.4 Osilator Radio Frekuensi (RF)	37
3.2.5 Variac.....	38
3.2.6 Pengukur kevakuman.....	39
3.2.7 Pengukur suhu.....	39
3.2.8 Pengukur laju aliran gas.....	39
3.2.9 Pencacah frekuensi.....	39
3.3 Deskripsi Alat Uji Kekerasan Mikro.....	41
3.4 Cara Kerja.....	42
3.4.1 Diagram alir penelitian.....	42
3.4.2 Persiapan proses karbonasi.....	43
3.4.3 Proses karbonasi.....	44
3.4.4 Uji kekerasan mikro.....	45
3.4.5 Parameter-parameter penelitian.....	46

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Lapisan Tipis.....	47
4.2 Pengaruh Tekanan Pendeposisian Terhadap Kekerasan Mikro Substrat.....	48
4.3 Pengaruh Suhu Pendeposisian Terhadap Kekerasan Mikro Substrat.....	50
4.4 Pengaruh Waktu pendeposisian Terhadap Kekerasan Mikro Substrat.....	52

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	56
Lampiran 1.....	57
Lampiran 2.....	59
Lampiran 3.....	60



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Konstanta untuk perhitungan difusivitas pada beberapa unsur.....	12
Tabel 2.2 Potensial ionisasi beberapa molekul.....	31



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Gambar skematik ikatan logam.....	6
Gambar 2.2	Cacat titik dalam sebuah kristal (a) kekosongan, (b) Interstisi, (c) Ketakmurnian substitusional, (d) Ketakmurnian interstisial.....	8
Gambar 2.3	(a) Slip akibat pergerakan dislokasi sisi, (b) Slip akibat pergerakan dislokasi ulir (sekrup).....	9
Gambar 2.4	Retak mikro.....	10
Gambar 2.5	Mekanisme difusi (a) Dengan kekosongan, (b) Dengan interstisi.....	11
Gambar 2.6	Baja hasil karbonasi.....	13
Gambar 2.7	Tipe-tipe lekukan piramida intan (a) Lekukan sempurna, (b) Lekukan bantal jarum (<i>pinchusion</i>), (c) Lekukan bantal berbentuk tong disebabkan oleh penimbunan di atas permukaan.....	17
Gambar 2.8	Contoh larutan padat dalam logam (a) Larutan padat substitusi, (b) Larutan padat interstisi.....	19
Gambar 2.9	Jenis plasma di alam dan di laboratorium.....	21
Gambar 2.10	Grafik hubungan tegangan dan arus dalam tabung lucutan.....	25
Gambar 2.11	Gambar tabung dan distribusi beberapa besaran pada lucutan pijar (a) intensitas pijar, (b) potensial, (c) rapat muatan.....	27
Gambar 3.1	Tabung reaktor plasma lucutan pijar RF.....	35
Gambar 3.2	Penampang pompa rotari dalam gas <i>ballast</i>	36
Gambar 3.3	Dasar pompa difusi bertingkat satu.....	37
Gambar 3.4	Rangkaian radio frekuensi.....	38

Gambar 3.5	Skema peralatan sistem plasma lucutan pijar RF di PPNY-BATAN Yogyakarta.....	40
Gambar 3.6	Micro Hardness digital merk Mitsuzawa MXT70.....	42
Gambar 3.7	Diagram alir proses penelitian.....	43
Gambar 3.8	Penumbuk berupa intan berbentuk piramida dan jejak bekas tindikan yang dihasilkan	46
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara tekanan ruang reaktor dengan kekerasan mikro substrat (lama waktu pendeposisian 3 jam pada suhu 300°C).....	48
Gambar 4.2	Grafik hubungan lama proses pendeposisian dengan tingkat kekerasan mikro baja karbon rendah (proses dilakukan pada tekanan 0,4 Torr).....	50
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara suhu substrat dengan kekerasan mikro substrat.....	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Rata-Rata Kekerasan Mikro Baja Karbon Rendah.....	57
Lampiran 2. Contoh Perhitungan Ralat KHN Rata-Rata.....	59
Lampiran 3. Data Hasil Uji Kekerasan Mikro.....	60



DAFTAR LAMBANG

A_p	: luas proyeksi permukaan
C	: konstanta untuk setiap penumbuk
D	: difusivitas setelah proses
D_0	: difusivitas awal
e	: muatan elektronik
E	: energi kinetik rata-rata
E_{elect}	: energi elektronik
E_k	: energi kinetik foto ionisasi
ϵ_0	: tetapan listrik
E_{rot}	: energi rotasi
E_{trans}	: energi translasi
E_{vib}	: energi vibrasi
h	: konstanta Planck
k	: konstanta Boltzman
L	: panjang diagonal rata-rata
λ	: jarak bebas rata-rata
λ_D	: panjang Debye
n	: jumlah molekul per cm^3
n_e	: kerapatan elektron



- p : massa beban yang diterapkan
 q : tampang lintang molekul gas penumbuk
 Q : energi aktivasi difusi
 R : tetapan gas
 T : suhu substrat
 θ : sudut antara permukaan intan yang berlawanan
 ν : frekuensi foton datang
 ν_0 : frekuensi ambang ionisasi
 V_t : kecepatan rata-rata

