

**NITRIDASI BAJA KARBON MEDIUM
DENGAN TEKNIK PLASMA FOKUS**

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



**disusun oleh :
Beny Andresta Kristanto
J 401 93 0974**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
1998**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Nitridasi Baja Karbon Medium Dengan Teknik Plasma Fokus

Nama : Beny Andresta Kristanto

NIM : J 401 93 0974

Telah diujikan pada ujian sarjana tanggal 5 November 1998 dan dinyatakan lulus



Semarang, November 1998

Tim Pengaji

Ketua

Drs. Soenarto
NIP. 130 205 450



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul skripsi : Nitridasi Baja Karbon Medium Dengan Teknik Plasma Fokus

Nama : Beny Andresta Kristanto

NIM : J 401 93 0974

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

Semarang, 29 September 1998

Pembimbing BATAN

Drs. Suryadi, SU
NIP 330 000 943

Pembimbing Pendamping

Dr. Muhammad Nur
NIP 131 875 475

Pembimbing Utama

Drs. M. Dahlan
NIP 130 219 407

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terpujilah Allah , yang tidak menolak doaku
dan tidak menjauhkan kasih setia-Nya dari padaku. (Mazmur 66 : 20)



Kupersembahkan untuk

*Almamaterku, guru-guruku,
Ayahanda, ibunda, dan adinda tercinta.
Serta sahabat-sahabatku,
semoga persaudaraan kita tetap abadi.*

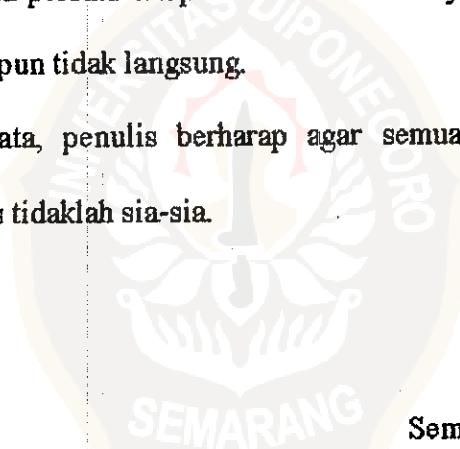
KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat dan bimbingan Tuhan Yang Maha Esa, akhirnya penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh derajat S-1 jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro, Semarang.

Penyelesaian skripsi ini banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, karena itu dengan ketulusan hati penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Sriani Hendarko, SU, selaku Dekan FMIPA Universitas Diponegoro yang telah memberikan surat pengantar ijin penelitian.
2. Bapak Ir. Sukarman Aminjoyo, selaku Kepala PPNY-BATAN Yogyakarta, yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian di PPNY-BATAN Yogyakarta.
3. Bapak Drs. Soenarto, selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Diponegoro.
4. Bapak Drs. Sudjatmoko, MS, selaku Kepala Bidang Fisika Nuklir PPNY-BATAN Yogyakarta.
5. Bapak Drs. M. Dahlia, selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dengan sebaik-baiknya.
6. Bapak Dr. Muhammad Nur, selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan saran serta bimbingan.
7. Bapak Drs. Suryadi, SU, selaku pembimbing di PPNY-BATAN Yogyakarta yang telah meminjamkan buku-buku teks dan bimbingan dengan sebaik-baiknya.

8. Bapak Drs. AB. Tjipto Sujitno, MT, sebagai Staf Peneliti Fisika Nuklir PPNY-BATAN, yang telah banyak meminjamkan buku-buku teks, bahan habis pakai, membantu penelitian dan bimbingan skripsi.
9. Bapak Drs Widdi Usada, sebagai Staf Peneliti Fisika Nuklir PPNY-BATAN, yang telah banyak memberikan bimbingan dan saran pada saat penelitian.
10. Bapak Giri, Bapak Zaenuri, dan Bapak Kasiyo, selaku teknisi di PPNY-BATAN, yang telah membantu pengambilan data penelitian.
11. Medi, Arif, Roslina, Hendri, Daru selaku teman kuliah di jurusan Fisika yang telah banyak memberikan literatur dan dorongan moril.
12. Semua pihak yang telah memberi berbagai macam bantuan, yang tidak mudah untuk disebutkan satu-persatu tetapi memberikan arti yang sangat besar, baik secara langsung maupun tidak langsung.
Sebagai akhir kata, penulis berharap agar semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis tidaklah sia-sia.



Semarang, September 1998

Penulis

Beny Andresta Kristanto

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Pengesahan..... | ii |
| Lembar Persetujuan..... | iii |
| Halaman Persembahan..... | iv |
| Kata Pengantar..... | v |
| Daftar isi..... | vii |
| Daftar Tabel..... | x |
| Daftar Gambar..... | xi |
| Daftar Lampiran | xiii |
| Daftar Lambang..... | xiv |
| Abstract..... | xv |
| Intisari..... | xvi |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Manfaat..... | 3 |
| 1.6. Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II. DASAR TEORI | |
| 2.1. Susunan Atom Dalam Bahan Padat..... | 5 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.1.1. | Kristal..... | 5 |
| 2.1.2. | Ketaksempurnaan dalam kristal..... | 7 |
| 2.1.3. | Jenis ikatan dalam bahan padat..... | 12 |
| 2.2. | Difusi | 15 |
| 2.3. | Struktur Mikro | 17 |
| 2.4. | Baja Karbon | 18 |
| 2.5. | Tinjauan Plasma Secara Umum..... | 20 |
| 2.6. | Fokus Plasma..... | 23 |
| 2.7. | Kerusakan Radiasi | 27 |
| 2.7.1. | Interaksi berkas partikel dengan material | 29 |
| 2.8. | <i>Scanning Electron Microscope</i> | 30 |
| 2.9. | Uji Kekerasan Mikro..... | 31 |

BAB III. METODE PENELITIAN

| | | |
|--------|---------------------------------|----|
| 3.1. | Bahan Penelitian | 33 |
| 3.2. | Alat Penelitian..... | 33 |
| 3.2.1. | Fokus plasma..... | 33 |
| 3.2.2. | Alat uji kekerasan mikro..... | 37 |
| 3.2.3. | Alat uji struktur mikro..... | 37 |
| 3.3. | Tata Cara Penelitian..... | 38 |
| 3.3.1. | Persiapan nitridasi..... | 39 |
| 3.3.2. | Proses nitridasi..... | 40 |
| 3.3.3. | Uji kekerasan mikro..... | 40 |
| 3.3.4. | Pengamatan struktur mikro | 41 |
| 3.4. | Variabel..... | 41 |

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1. Nitridasi dan Tingkat Kekerasan Mikro | 42 |
| 4.2. Analisa Struktur Mikro | 46 |

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1. Kesimpulan..... | 49 |
| 5.2. Saran | 49 |

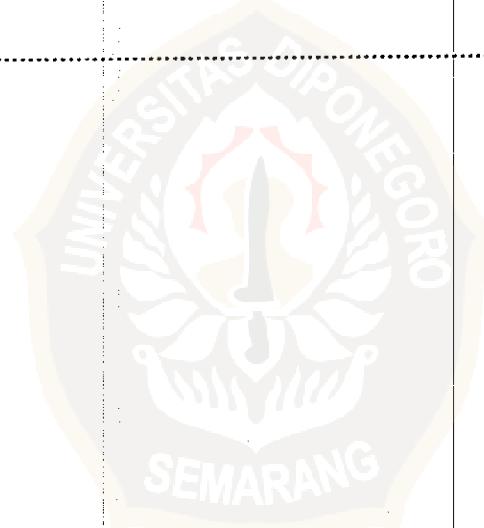
| | |
|---------------------|----|
| Daftar Pustaka..... | 50 |
|---------------------|----|

| | |
|-----------------|----|
| Lampiran 1..... | 51 |
|-----------------|----|

| | |
|-----------------|----|
| Lampiran 2..... | 52 |
|-----------------|----|

| | |
|-----------------|----|
| Lampiran 3..... | 53 |
|-----------------|----|

| | |
|-----------------|----|
| Lampiran 4..... | 55 |
|-----------------|----|



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Nilai E_f dan E_m dalam elektron-volt untuk beberapa jenis logam..... | 15 |
| Tabel 2.2. Konstanta difusi untuk beberapa jenis logam..... | 16 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.1. | Struktur atom pada kristal (a) struktur kubik pusat sisi, (b) struktur closed-packed hexagonal, (c) struktur body-centred cubic..... | 6 |
| Gambar 2.2. | Ketidaksempurnaan kristal (a) larutan padat substitusional, (b) larutan padat interstisial, (c) campuran fase..... | 7 |
| Gambar 2.3. | Cacat titik pada kristal (a) kekosongan, (b) kekosongan ganda (c) kekosongan pasangan ion, (d) sisipan, (e) ion terpisah..... | 8 |
| Gambar 2.4. | Dislokasi sisi yang dihasilkan oleh slip dalam kisi kubis sederhana..... | 10 |
| Gambar 2.5. | Slip akibat pergerakan dislokasi sisi..... | 10 |
| Gambar 2.6. | Slip yang menghasilkan dislokasi ulir dalam kisi kubis sederhana..... | 11 |
| Gambar 2.7. | Slip akibat pergerakan dislokasi ulir..... | 11 |
| Gambar 2.8. | Retak mikro..... | 12 |
| Gambar 2.9. | Ikatan ionik | 13 |
| Gambar 2.10. | Ikatan kovalen..... | 14 |
| Gambar 2.11. | Ikatan logam..... | 15 |
| Gambar 2.12. | Mekanisme difusi atom dalam logam (a) dengan kekosongan, (b) dengan interstisi | 17 |
| Gambar 2.13. | Batas butir pada penampang besi cor yang dietsa..... | 18 |
| Gambar 2.14. | Larutan padat interstisi | 19 |
| Gambar 2.15. | Diagram fase paduan besi-karbon | 20 |
| Gambar 2.16. | Kurva energi potensial dari N_2 dan N_2^+ | 22 |
| Gambar 2.17 | Rangkaian alat fokus plasma | 23 |
| Gambar 2.18. | Selaput arus dalam tabung fokus plasma..... | 25 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Gambar 2.19. | Gerak selaput arus dalam fase penjepitan radial..... | 26 |
| Gambar 2.20. | Diagram fase Fe-N..... | 28 |
| Gambar 2.21. | Interaksi berkas elektron dengan materi | 30 |
| Gambar 2.22. | Diagram skematik SEM | 31 |
| Gambar 3.1. | Irisan mendatar tabung fokus plasma..... | 34 |
| Gambar 3.2. | Tampang lintang susunan elektroda..... | 35 |
| Gambar 3.3. | Sistem pemicu yang digunakan untuk merangsang terjadinya lucutan gas pada celah cetus | 36 |
| Gambar 3.4. | <i>Micro Hardness Tester MXT 70</i> | 37 |
| Gambar 3.5. | Bentuk umum dari JXA-840A..... | 38 |
| Gambar 3.6. | Diagram alir percobaan..... | 39 |
| Gambar 4.1. | Grafik hubungan kekerasan terhadap jarak antara bahan dengan elektroda untuk variasi jumlah penembakan..... | 43 |
| Gambar 4.2. | Grafik distribusi kekerasan pada penembakan 25 kali dengan jarak terhadap elektroda sepanjang 10 cm..... | 45 |
| Gambar 4.3. | Foto struktur mikro baja karbon medium sebelum dinitridasi, x 2500..... | 46 |
| Gambar 4.4. | Foto struktur mikro baja karbon medium setelah dinitridasi, x 2500..... | 47 |
| Gambar 5.5. | Foto struktur mikro baja karbon medium setelah dinitridasi, x 5000..... | 48 |

DAFTAR LAMPIRAN

- | | | |
|-------------|---|----|
| Lampiran 1. | Data rata-rata kekerasan baja karbon medium hasil nitridasi | 51 |
| Lampiran 2. | Contoh perhitungan ralat KHN rata-rata..... | 52 |
| Lampiran 3. | Data hasil uji kekerasan mikro | 53 |
| Lampiran 4. | Grafik Distribusi kekerasan..... | 55 |



DAFTAR LAMBANG

| | |
|-------------|--|
| D | : difusivitas |
| D_0 | : konstanta difusi |
| E | : energi |
| E_f | : energi pembentukan kekosongan |
| E_K | : energi kinetik |
| E_{Km} | : energi ion akibat dipercepat induksi medan listrik dan kompresi magnetik |
| E_m | : energi migrasi |
| e_I | : rapat energi kinetik ion |
| I | : arus yang mengalir dalam rangkaian |
| k | : konstanta Boltzmann |
| L | : panjang gelombang dari sistem reaktor |
| L_d | : panjang diagonal yang lebih panjang |
| λ_D | : panjang debye |
| m_i | : massa ion |
| N | : jumlah partikel per-satuan massa |
| n | : jumlah partikel per-satuan volume |
| n_i | : banyaknya ion per volume |
| P | : beban |
| T | : suhu |
| τ | : rata-rata waktu tumbukan dengan atom netral |
| V | : volume kolom plasma fokus |
| v_I | : kecepatan ion |
| ω | : frekuensi osilasi plasma |
| x | : jarak |