

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	.....i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	.....ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	.....iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	.....iv
<b>DAFTAR ISI</b>	.....vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	.....ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	.....x
<b>ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN</b>	.....xii
<b>INTISARI</b>	.....xiv
<b>ABSTRACT</b>	.....xv
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	 .....1
1.1. Latar Belakang	.....1
1.2. Perumusan Masalah	.....2
1.3. Batasan Masalah	.....2
1.4. Keaslian Penelitian	.....2
1.5. Tujuan Penelitian.....	3
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	 .....4
2.1. Kajian Pustaka	.....4
2.2. Landasan Teori	.....5
2.2.1. Implantasi ion	.....5

2.2.1.1. Dosis ion .....	7
2.2.1.2. Jangkauan ion.....	8
2.2.1.3. Kerusakan radiasi .....	10
2.2.4. Pengukuran Kekerasan Bahan .....	11
2.2.5. Pengukuran Keausan .....	11
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
3.1. Bahan Penelitian .....	14
3.2. Alat yang Digunakan .....	15
3.3. Variabel Penelitian .....	15
3.4. Cara Penelitian .....	16
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	17
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
4.1. Hasil Uji Kekerasan Mikro Vickers .....	18
4.1.1. Kekerasan bahan ring yang belum diimplantasi .....	18
4.1.2. Hasil uji kekerasan bahan ring luar diimplantasi ion nitrogen.....	19
4.2. Hasil Uji Keausan .....	22
4.2.1. Volume aus .....	22
4.2.2. Foto mikro bekas keausan .....	24
4.3. Hasil Uji Komposisi Bahan Ring Luar dengan EDS .....	25
4.3.1. Komposisi bahan ring luar setelah implantasi ion nitrogen .....	25



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

Pengaruh implantasi ion nitrogen terhadap kekerasan dan keausan bahan ring bantalan bola  
SUPRIANTO, Ir. M. Mudijana, M.Eng  
Universitas Gadjah Mada, 2006 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

#### 4.4 Hasil Foto Mikro

4.4.1. Foto mikro bahan ring luar bantalan bola tanpa implantasi	
ion	27
4.4.2. Foto SEM permukaan bahan ring bantalan bola	28
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran	29
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	30
<b>LAMPIRAN</b>	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skema ilustrasi implantasi ion nitrogen pada besi dengan energi 100 keV .....	6
Gambar 2.2.	Alat implantasi ion (sumber : PTAPB- BATAN Yogyakarta).....	7
Gambar.2.3.	Lintasan ion dalam bahan target .....	9
Gambar 2.4.	Skema bentuk kedalaman dan lebar abrasi .....	13
Gambar 3.1.	Bahan bantalan bola untuk spesimen uji .....	14
Gambar 4.1.	Hubungan kekerasan dan permukaan dari bagian bantalan bola (a) Kekerasan vs kedalaman , (b) Kekerasan permukaan.....	19
Gambar 4.2.	Gambar 4.2. Hubungan dosis dan energi implantasi ion terhadap kekerasan bahan (a) Kekerasan vs dosis, (b) Kekerasan vs energi .....	20
Gambar 4.3.	Volume aus vs kecepatan pengausan .....	23
Gambar 4.4.	Volume aus vs beban .....	24
Gambar 4.5.	Bekas injakan hasil uji keausan pada kecepatan 0.51 m/s dan beban 2.5 kg (a) tanpa implantasi ion, (b) diimplantasi ion nitrogen .....	25
Gambar 4.6.	Hasil uji komposisi dengan EDS bahan ring luar setelah implantasi nitrogen pada energi 80 keV dan waktu 90 menit .....	27
Gambar 4.7.	Struktur mikro bahan ring bantalan bola .....	27
Gambar 4.8.	Hasil foto SEM (a) tanpa implantasi ion, (b) diimplantasi ion nitrogen .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar bahan dan alat pengujian .....	32
Lampiran 2.	Perhitungan dosis .....	35
Lampiran 2a.	Perhitungan dosis yang diberikan .....	35
Lampiran 2b.	Perhitungan banyak ion datang (N) .....	35
Lampiran 2c.	Perhitungan dosis yang diterima permukaan target ( $D^*$ ) .....	36
Lampiran 2d.	Perhitungan banyak ion yang diterima permukaan target ( $N^*$ )...	36
Lampiran 2e.	Perhitungan berat jenis spesimen .....	36
Lampiran 2f.	Perhitungan berat atom efektif ( $A_{ef} / M_2$ ) bahan target.....	37
Lampiran 2g.	Perhitungan nomor atom efektif ( $Z_{ef} = Z_2$ ) .....	37
Lampiran 2h.	Perhitungan kerapatan atom bahan target .....	37
Lampiran 2i.	Perhitungan jangkauan ion terproyeksi ( $R_p$ ) .....	38
Lampiran 2j.	Perhitungan deviasi standar ( $\Delta R_p$ ) .....	38
Lampiran 2k.	Perhitungan konsentrasi ion dopan maksimum $N(x)$ .....	39
Lampiran 3.	Hasil uji kekerasan mikro Vickers .....	40
Lampiran 4.	Hasil Uji Keausan .....	41
Lampiran 4a.	Contoh perhitungan aus .....	41
Lampiran 4b.	Tabel hasil uji aus raw material .....	43
Lampiran 4c.	Tabel hasil uji keausan bahan yang telah diimplantasi ion nitrogen .....	44
Lampiran 4d.	Gambar abrasi spesifik vs kecepatan abrasi .....	45
Lampiran 5.	Hasil uji komposisi bahan dengan EDS .....	48



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

Pengaruh implantasi ion nitrogen terhadap kekerasan dan keausan bahan ring bantalan bola  
SUPRIANTO, Ir. M. Mudijana, M. Eng  
Komposisi kimia bahan tanpa  
Universitas Gadjah Mada, 2006 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

Lampiran 5a. Hasil uji	implantasi.....	48
Lampiran 5b. Senyawa oksida yang terbentuk pada bahan tanpa implantasi	ion.....	48
Lampiran 5c. Komposisi kimia bahan setelah diimplantasi ion nitrogen pada	energi 40 keV dan waktu 60 menit .....	49
Lampiran 5d. Senyawa oksida yang terbentuk pada bahan telah diimplantasi ion	nitrogen pada energi 40 keV dan waktu 60 menit.....	49
Lampiran 5e. Komposisi kimia bahan setelah diimplantasi ion nitrogen pada	energi 80 keV dan waktu 90 menit .....	50
Lampiran 5f. Senyawa oksida yang terbentuk pada bahan yang telah	diimplantasi ion pada energi 80 keV dan waktu 90 menit .....	50

## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

A	Luas berkas ion yang keluar dari akselerator/luas berkas ion datang ( $\text{cm}^2$ )
A*	Luas permukaan spesimen yang akan diuji aus ( $\text{mm}^2$ )
A <sub>i</sub>	Berat atom untuk elemen ke i
B	Tebal disk (mm)
b	Lebar bekas keausan (mm)
D	Dosis ion yang diberikan saat implantasi ( $\text{ion/cm}^2$ )
d	Diagonal bekas injakan (mm)
D*	Banyak dosis yang diterima permukaan spesimen uji aus ( $\text{ion/cm}^2$ )
E	Energi ion dopan (keV)
e	Muatan elektron, $1.6 \times 10^{-19}$ coulomb
H	Kedalaman bekas keausan (mm)
I	Arus ion yang diberikan saat implantasi ion (Amper)
keV	kilo elektron Volt
L	Jarak abrasi (m)
M <sub>1</sub>	Massa ion dopan (sma)
M <sub>2</sub>	Massa ion bahan target (sma)
N	Banyak ion datang
N <sub>A</sub>	Bilangan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$ atom/gr atom)
No	Kerapatan atom target ( $\text{atom/cm}^3$ )
N*	Banyak ion yang diterima permukaan uji aus
P	Beban yang diberikan saat indentasi (kg)



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

$P_t$  Tekanan kontak horizontal ( $\text{kg/mm}^2$ )

$R_p$  Jangkauan ion terproyeksi

$r$  Jari-jari disk (mm)

$S$  Luasan permukaan singgung ( $\text{mm}^2$ )

$T$  Lamanya waktu implantasi ion (detik)

VHN Vickers Hardness Number

$W$  Volume aus ( $\text{mm}^3$ )

$W_s$  Abrasi spesifik

$Z_1$  Nomor atom ion dopan

$Z_2$  Nomor atom bahan target

$Z_i$  Nomor atom untuk elemen ke  $i$

$P$  Rapat massa atom target ( $\text{gr/cm}^3$ )

$\Delta R_p$  Deviasi standar ( $\overset{o}{A}$ )

$\omega_i$  Fraksi berat/prosentase untuk elemen ke  $i$