



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA LAJU KOROSI DENGAN PENAMBAHAN
UNSUR MODIFIKASI MOLIBDENUM DAN
NIOBIUM TERHADAP MATERIAL
BIOKOMPATIBEL Ti-6Al DALAM LARUTAN
DARAH SINTETIS**

TESIS

**LUSIANA
NPM : 0806422933**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
Juni 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA LAJU KOROSI DENGAN PENAMBAHAN
UNSUR MODIFIKASI MOLIBDENUM DAN
NIOBIUM TERHADAP MATERIAL
BIOKOMPATIBEL Ti-6Al DALAM LARUTAN
DARAH SINTETIS**

Tesis

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister

**LUSIANA
NPM : 0806422933**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
DEPOK
Juni 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

ii

Universitas Indonesia

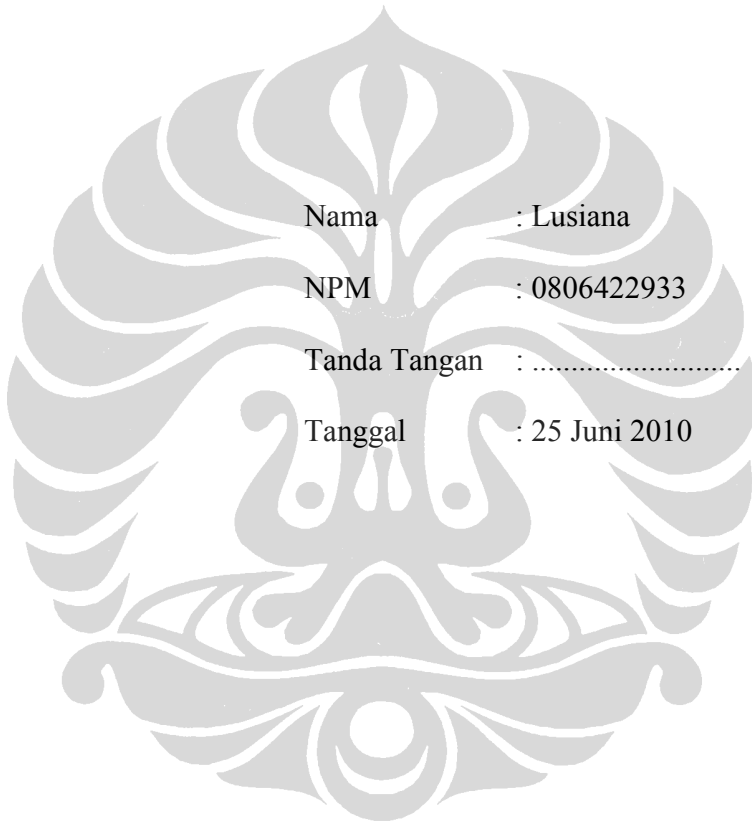
Tesis ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Lusiana

NPM : 0806422933

Tanda Tangan :

Tanggal : 25 Juni 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Lusiana

NPM : 0806422933

Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material

Judul Skripsi : Analisa laju korosi dengan penambahan unsur modifikasi molibdenum dan niobium terhadap material biokompatibel Ti-6Al dalam larutan darah sintetis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof.Dr.Ir.Johny Wahyuadi, DEA (.....)

Pembimbing II : Ir. Yuswono, M.Eng (.....)

Penguji : Ir. Andi Rustandi, MT (.....)

Penguji : Deni Ferdian, ST, M.Sc (.....)

Penguji : Ir. Rini Riastuti, M.Sc (.....)

Di tetapkan di : Depok

Tanggal : 25 Juni 2010

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang mana berkat rahmat dan hidayahNya akhirnya dapat menyusun tesis ini.

Penyusunan tesis yang bertajuk material implan ini penulis tulis dalam rangka untuk memenuhi tugas akhir dalam pengambilan gelar magister teknik pada bidang study korosi di Fakultas Teknik Metalurgi dan Material Universitas Indonesia periode tahun 2010.

Mengingat dunia kedokteran atau medis masih terus, bahkan terus membutuhkan penemuan hasil penelitian khususnya pada bidang orthopaedi atau bedah tulang, semoga penelitian penulis ini berguna khususnya bagi dunia kedokteran.

Didalam penelitian sampai penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dan tak ada salahnya pula penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Prof. Dr.Ir.Johny Wahyuadi, DEA selaku pembimbing yang telah membimbing penulis.
2. Bapak Ir.Yuswono, M.Eng selaku pembimbing yang telah membimbing penulis dalam proses pengerjaan penelitian hingga penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Eddy Dwi Tjahyono selaku Kepala Pusat Penelitian Metalurgi LIPI atas ijin dan dispensasi untuk melaksanakan tugas belajar.
4. Suami tercinta beserta anak-anak yang tersayang, Hisyam, Naura dan Khansa atas dorongan dan pengertian yang diberikan
5. Kakak-kakak Lusmarida, Lustety, Lushayati, Lusmiati, Luspiaty, Lusnelli dan Lusrita yang telah memberikan dorongan dalam menyelesaikan kuliah
6. Dan pihak namanya yang tidak bisa di sebutkan satu persatu

Atas bantuannya penulis ucapkan terimakasih semoga kebaikan semuanya dibalas oleh Allah Subhanahu Wata' alaa..Amin..

Depok, Juni 2010

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

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

Nama : Lusiana
NPM : 0806422933
Departemen : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exsecutive royalty Free Right*) atas karya ilmiah berjudul:

**ANALISA LAJU KOROSI DENGAN PENAMBAHAN UNSUR
MODIFIKASI MOLIBDENUM DAN NIOBIUM TERHADAP MATERIAL
BIOKOMPATIBEL TI-6AL DALAM LARUTAN DARAH SINTETIS**

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/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 25 Juni 2010

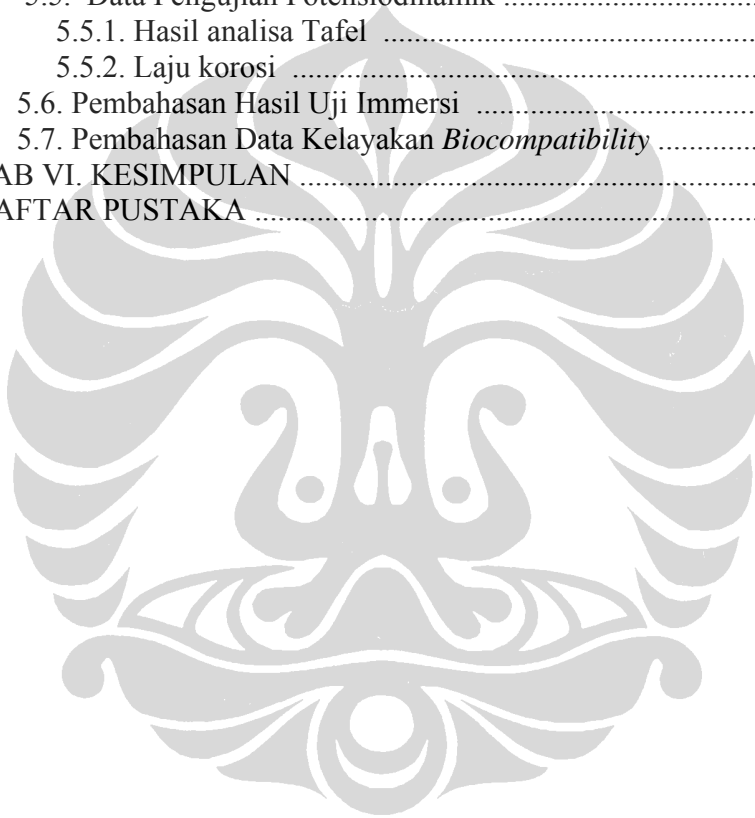
Yang menyatakan

(Lusiana)

DAFTAR ISI

	hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Korosi	5
2.2. Polarisasi	6
2.3. Pasivasi.....	7
2.4. Hubungan Laju Korosi dan Polarisasi	9
2.5. Lingkungan Biologi	12
2.6. Biomaterial	14
2.7. Material Untuk Aplikasi Orthopaedi	16
2.8. Titanium	17
2.8.1. Pemakaian Titanium	18
2.8.2. Lapisan Oksida Titanium	22
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Metodologi Penelitian	24
3.2. Pembuatan Sampel	25
3.3. Penyediaan Bahan Baku	25
3.4. Pengerjaan Peleburan	26
3.5. Homogenisasi	28
3.6. Pengerjaan Tempa	29
3.7. Proses Perlakuan Panas	31
3.8. Persiapan Cairan Tubuh Sintetik	32
3.9. Pengujian Polarisasi	32
3.10. Pengujian Immersi	34
BAB IV. DATA PENGUJIAN	35
4.1. Hasil Komposisi Kimia	35
4.2. Hasil Uji Kekerasan	35

4.3. Foto Penampang Melintang (<i>Cross Section</i>)	37
4.4. Hasil Pengujian SEM	38
4.5. Data pengujian X-Ray Diffraction (XRD)	42
4.6. Data Pengujian Polarisasi	44
4.7. Data Pengujian Immersi	46
4.8. Data Kelayakan Biocompatibility	47
BAB V. ANALISA DAN PEMBAHASAN	48
5.1. Pembahasan Hasil Uji Kekerasan	48
5.2. Pembahasan Foto Penampang Melintang (<i>Cross Section</i>)	48
5.3. Pembahasan Hasil Uji SEM	49
5.4. Pembahasan Data Pengujian X-Ray Diffraction (XRD).....	49
5.5. Data Pengujian Potensiodinamik	51
5.5.1. Hasil analisa Tafel	51
5.5.2. Laju korosi	52
5.6. Pembahasan Hasil Uji Immersi	53
5.7. Pembahasan Data Kelayakan <i>Biocompatibility</i>	53
BAB VI. KESIMPULAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55



DAFTAR GAMBAR

	hal
Gambar 2.1 Bagian - Bagian Kurva Polarisasi	9
Gambar 2.2. Analisa kurva Tafel	12
Gambar 2.3. Komposisi ion dari Plasma Darah, Cairan Intersisi dan Cairan Intraseluler	13
Gambar 2.4. Biokompabilitas Unsur Paduan Pada Titanium	16
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian	24
Gambar 3.2. Bahan baku percobaan	26
Gambar 3.3. Tungku busur listrik	27
Gambar 3.4. Sampel hasil coran	27
Gambar 3.5. Tungku Tube Furnace	28
Gambar 3.6. Sampel hasil homogenisasi	29
Gambar 3.7. Pengaruh Prosentase Kandungan Unsur Paduan Dan Temperatur Terhadap Pembentukan Fasa	30
Gambar 3.8. Sampel hasil tempa	31
Gambar 3.9. Skematik proses laku panas	31
Gambar 3.10. Pengujian polarisasi	33
Gambar 3.11. Pengujian immersi	34
Gambar 4.1. Grafik pengaruh penambahan unsur Mo dan Nb terhadap nilai kekerasan	36
Gambar 4.2. Struktur mikro penampang lintang Ti-6Al, etsa HF 3%, fasa α berwarna putih, fasa β berwarna gelap	37
Gambar 4.3. Struktur mikro Ti-6Al-7Nb, etsa HF 3%, fasa α berwarna putih, fasa β berwarna gelap	37
Gambar 4.4. Struktur mikro Ti-6Al-6Mo, etsa HF 3%, fasa α berwarna putih, fasa β berwarna gelap	38
Gambar 4.5. Hasil pengujian SEM untuk sampel Ti-6Al-6Mo	38
Gambar 4.6. Hasil uji SEM – EDS untuk sampel Ti-6Al-6Mo	39
Gambar 4.7. Hasil uji SEM untuk sample Ti-6Al-7Nb	40
Gambar 4.8. Hasil SEM-EDS untuk sampel Ti-6Al-7Nb	40
Gambar 4.9. Hasil uji SEM untuk sampel Ti-6Al	41
Gambar 4.10. Hasil Uji SEM-EDS untuk sampel Ti-6Al	41
Gambar 4.11. Hasil uji X-Ray Diffraction untuk sampel Ti-6Al	42
Gambar 4.12. Hasil uji X-Ray Diffraction untuk sampel Ti-6Al-6Mo	42
Gambar 4.13. Hasil uji X-Ray Diffraction untuk sampel Ti-6Al-7Nb	43
Gambar 4.14. Kurva polarisasi titanium dalam larutan darah sintesis	44
Gambar 4.15. Kurva laju korosi vs % berat unsur modifikasi	45
Gambar 4.16. Kurva perbandingan beta Adan beta C terhadap % berat Mo ...	45
Gambar 4.17. Kurva perbandingan beta Adan beta C terhadap % berat Nb ..	46
Gambar 4.15	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. jenis material untuk aplikasi untuk dalam tubuh manusia	16
Tabel 2.2. Batas Toxicity CCR ₅₀	17
Tabel 3.1. Pengaturan Komposisi Berat	25
Tabel 3.2. Komposisi kimia (g/L) larutan darah sintetis, pH 7,4	32
Tabel 4.1. Data komposisi kimia sampel paduan Ti-Al-Mo/Nb.....	35
Tabel 4.2. Data hasil uji kekerasan	36
Tabel 4.3. Data bidang <i>Crystalline</i> Senyawa-senyawa pada Titanium setelah pengujian <i>exposure</i> selama 1 dan 4 minggu untuk $2\theta < 90$	43
Tabel 4.4. Data hasil pengukuran polarisasi titanium tanpa penambahan unsur modifikasi maupun dengan penambahan modifikasi	44
Tabel 4.5. Perhitungan laju korosi spesimen-spesimen yang di- <i>exposed</i> dalam larutan darah sintetis pada pH 7,4 dan 37 °C	47
Tabel 4.6. Kadar ion-ion terlarut dari spesimen titanium yang dikorosikan (<i>exposure</i>) dalam larutan darah sintetis pada pH 7,4 dan 37 °C minggu ke 4	48

