

Pengaruh Unsur Niobium terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan pada Paduan Binner Titanium-Aluminium

Effect of Niobium Element on Microstructure and Hardness in Titanium-Aluminum Binner Alloy

SKRIPSI

Oleh:
Della Marlina Wijaya
203030068



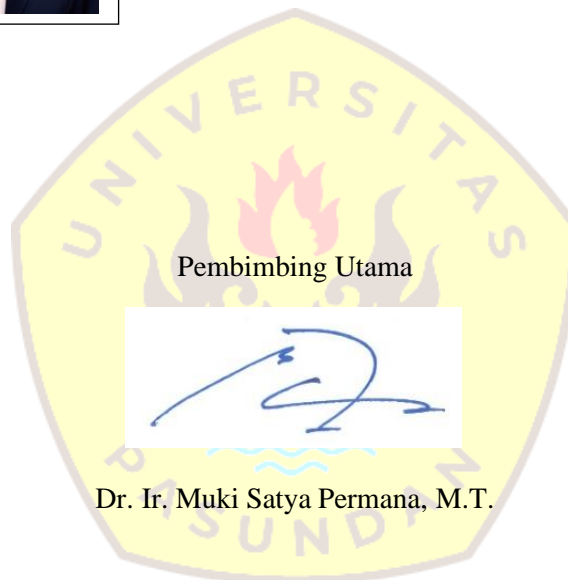
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Pengaruh Unsur Niobium terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan pada Paduan Binner Titanium-Aluminium



Nama: Della Marlana Wijaya
NPM : 203030068



Pembimbing Utama

Dr. Ir. Muki Satya Permana, M.T.

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Djoko Hadi Prajitno, MSME.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	1
3. Tujuan	1
4. Batasan Masalah	1
5. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II STUDI LITERATUR	3
1. State of The Art.....	3
2. Biomaterial Implan.....	4
3. Titanium dan Paduan Titanium	6
4. Klasifikasi Titanium dan Paduan Titanium (cp1- cp4).....	10
5. Peleburan Logam (<i>Electrical Arc Fuurnace</i>)	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
1. Tahapan Penelitian.....	12
2. Tahap Pengujian.....	13
BAB IV hasil dan pembahasan	16
1. Pengujian Metalografi	16
2. SEM-EDS	20
3. Uji Keras (Vikeers Testing)	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
Kesimpulan	41
Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44

ABSTRAK

Ti-6Al-7Nb adalah paduan material yang digunakan untuk kebutuhan implan tulang di dunia kedokteran dan dijadikan sebagai paduan alternatif yang dikembangkan dari paduan Ti-6Al-4V. Vanadium dalam paduan Ti-6Al-4V dapat menimbulkan efek beracun pada tubuh manusia, sampai ditemukan fakta bahwa penggunaan material Niobium untuk pengganti material Vanadium jauh lebih efektif dan tidak menimbulkan efek beracun pada tubuh manusia. Pada penelitian ini akan dilakukan analisa lebih dalam lagi mengenai komposisi dan struktur mikro Ti-6Al-7Nb, dengan cara mengubah komposisi dengan lebih bervariasi yaitu 75Ti-20Al-5Nb dan 70Ti-20Al-10Nb, material yang telah melalui peleburan menggunakan tungku busur listrik, hingga menjadi satu paduan, hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur mikro dan kekerasan paduan material jika komposisi material diberikan variasi. Maka dari itu akan dilakukan beberapa tahap pengujian yaitu uji kekerasan, uji metalografi dan uji SEM-EDS. Sehingga hasil pengujian membuktikan bahwa penambahan unsur Niobium pada paduan Ti-Al, dapat mengakibatkan nilai kekerasan menjadi lebih baik yaitu 600 VHN – 700 VHN dan dengan penambahan Niobium dapat mengakibatkan fasa beta menjadi lebih dominan pada struktur mikro.

Kata Kunci: Material implan, Ti-6Al-4V, Ti-6Al-7Nb, Struktur Mikro, Kekerasan



ABSTRACT

Ti-6Al-7Nb is an alloy used for bone implant needs in the world of medicine and is used as an alternative alloy developed from Ti-6Al-4V alloy, because Vanadium in Ti-6Al-4V alloy can cause toxic effects on the human body, so it is found that the use of Niobium material to replace Vanadium material is much more effective and does not cause toxic effects on the human body. In this study, a deeper analysis will be carried out on the composition and microstructure of Ti-6Al-7Nb, by changing the composition to be more varied, namely 75Ti-20Al-5Nb and 70Ti-20Al-10Nb, materials that have been melted using an electric arc furnace, so that they become one alloy, this aims to find out the difference in microstructure and hardness of the material alloy if the material composition is given variations. Therefore, several stages of testing will be carried out, namely hardness test, metallographic test and SEM-EDS test. So that the test results show that the addition of the element Niobium to the Ti-Al alloy, can result in a better hardness value of 600 HVN – 700 HVN and with the addition of Niobium can result in the beta phase becoming more dominant in the microstructure.

Keywords: Implant material, Ti-6Al-4V, Ti-6Al-7Nb, Microstructure, Hardness.



BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Penggunaan material Titanium sudah sangat terkenal untuk kebutuhan implan tulang atau bedah ortopedi, karena material Titanium memiliki sifat biokompatibilitas, biomekanis, biokimia dan kompatibilitas biologi yang baik untuk tubuh atau anatomi pada manusia. Salah satu paduan material Titanium yang sangat terkenal penggunaannya untuk kebutuhan implan tulang atau bedah ortopedi ialah paduan Ti-6Al-4V. Namun demikian material Ti-6Al-4V juga memiliki kekurangan yaitu unsur material Vanadium yang terdapat dalam paduan menyebabkan efek beracun pada tubuh manusia [1].

Dengan adanya peristiwa tersebut maka paduan Ti-6Al-7Nb yang dijadikan sebagai paduan pengganti Ti-6Al-4V. Dengan digantikannya unsur Vanadium menjadi Niobium akan menjadikan paduan Ti-6Al-7Nb lebih efektif. Dengan dicirikan dari sifat mekanik dimana dengan ditambahkannya unsur Niobium membuat material memiliki nilai ketahanan terhadap korosi menjadi lebih baik, serta memiliki sifat biokompatibel. Dimana material tersebut cenderung tidak menyebabkan reaksi negatif terhadap tubuh manusia dan penyebaran sel yang lebih baik, sehingga para ahli menyarankan agar setiap paduan Titanium akan lebih baik jika ada penambahan unsur Niobium untuk dijadikan material implan tulang atau bedah ortopedi [2].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lebih mendalam mengenai komposisi dan struktur mikro terhadap Ti-6Al-7Nb, dengan cara mengubah komposisi Titanium, Aluminium dan Niobium dengan lebih bervariasi yaitu 75Ti-20Al-5Nb, dan 70Ti-20Al-10Nb.

2. Rumusan Masalah

Bagaimana proses pembuatan paduan 75Ti-20Al-5Nb dan 70Ti-20Al-10Nb dan pengaruh karakterisasi terhadap paduan.

3. Tujuan

- a) Pembuatan paduan.
- b) Melakukan karakterisasi hasil paduan.
- c) Membandingkan hasil pamaduan dengan Ti-6Al-4V.

4. Batasan Masalah

- a) Material yang diuji adalah paduan biner Ti-Al yang ditambahkan unsur Niobium dengan 2 (dua) variasi komposisi yang berbeda.

- b) Tempat pengujian dilakukan di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Bandung, Universitas Jendral Ahmad Yani (UNJANI), dan Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN).
- c) Adanya keterbatasan di dalam penelitian maka, pengujian laju korosi dan pengujian XRD tidak dilakukan.

5. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi masalah, tujuan penelitian, lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini menjelaskan mengenai beberapa teori sebagai landasan permasalahan untuk dikaji menjadi referensi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai metode-metode yang akan dilakukan untuk menyelesaikan studi penelitian.

BAB IV RENCANA KEGIATAN

Bab ini berisikan mengenai rencana kegiatan dari mulai identifikasi masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang menganalisis, membandingkan, membahas kesimpulan yang didapatkan pada data hasil penelitian dan saran yang dapat dilakukan untuk penelitian yang serupa di masa depan yang akan datang.

DAFTAR PUSATAKA

Daftar pustaka berisikan tentang referensi, artikel, buku, dan lain-lain mengenai penelitian yang ditulis oleh Peneliti.

LAMPIRAN

Lampiran berisikan mengenai foto struktur mikro dan hasil pengujian kekerasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Paduan kedua dengan komposisi Ti-Al-10%Nb, memiliki jumlah fasa alpha jauh lebih banyak dan sangat terlihat membentuk seperti pohon pinus, sedangkan sampel-1 dengan komposisi Ti Al-5%Nb fasa alphanya terlihat hanya seperti lingkaran tipis yang melingkari fasa beta
- 2) Dari hasil sem dapat dilihat sampel-1 dengan komposisi Ti-Al-5%Nb memiliki banyak porositas dan terdapat banyak garis-garis bila dibandingkan dengan sampel-2 dengan komposisi Ti-Al 10%Nb dimana porositas terlihat tapi tidak banyak dan tidak terdapat garis-garis seperti pada sampel-1.
- 3) Niobium sendiri bersifat sebagai penyetabil dan unsur alternatif pengganti dari unsur vanadium dari paduan biner Ti-Al, sehingga dapat disimpulkan bahwa paduan dengan komposisi Ti-Al 10%Nb, memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi yaitu 772, hal tersebut dapat dilihat pada hasil

Saran

- 1) Agar dilakukan proses *Heat Treatment* dengan tujuan agar paduan material memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi.
- 2) Agar dilakukan uji antibakteri yang bertujuan untuk mengetahui bahaya di dalam proses implan.
- 3) Agar dilakukan uji korosi dengan tujuan untuk, mengetahui seberapa besar laju korosi pada material jika digunakan untuk kebutuhan implan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. G. Akbar, "Karakteristik Korosi Ti6Al4V-Eli dengan Metode Polarisasi Tafel dalam Larutan Hank's," p. Skripsi, 2022.
- [2] Q. Sarah, "Analisis Variasi Waktu Aging terhadap Kekuatan Tarik, Ketahanan Korosi, dan Struktur Mikro Paduan Titanium Ti-6Al-7Nb Untuk Implan HIP JOINT," *Fak. Sains dan Teknol.*, vol. Skripsi, p. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakar, 2019.
- [3] B. Ii, "1. Biotoleran, ialah material yang dapat bertahan tanpa memberikan efek atau kerusakan pada jaringan tubuh. Biasanya akan muncul jaringan tipis yang membungkus material ini sebagai antarmuka dengan jaringan atau susunan tubuh.," 2011.
- [4] C. Sutowo, M. Ikhsan, and I. Kartika, "Implan Logam Bagi Kesehatan," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.* 2014, no. November, pp. 1–5, 2014.
- [5] G. Tanjung, "Pemasangan Implant Pada Bedah Orthopedi," no. 2504, pp. 1–9, 2018.
- [6] D. Rahayu and M. Sari, "Analisis Struktur Mikro dan Perubahan Fasa γ -TiAl sebagai Material Paduan Tahan Temperatur Tinggi," *J. Tek. Komits*, vol. 2, no. 1, pp. 73–77, 2013.
- [7] C. Sutowo, F. Rokmanto, and M. K. Waluyo, "Pengaruh Variasi Temperatur Solution Treatment Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Paduan Ti-6Al-," *Poster UMJ*, no. November, pp. 1–2, 2017.
- [8] F. Rokhmanto, G. Senopati, C. Sutowo, and I. N. G. Putrayasa, "Perlakuan Termomekanikal Paduan Ti-Al-V sebagai Material Implan," no. November 2017, pp. 1–2, 1846.
- [9] Gunawarman, Ilhamdi, V. Martin, J. Affi, and L. Aidil, "Karakteristik Mekanik dan Struktur Mikro Kawat Titanium sebagai Fungsi Tingkat Deformasi untuk Aplikasi Restorasi Gigi," no. SNTTM Xiii, pp. 15–16, 2014.
- [10] Y. Ren, X. Yang, and X. Wang, "Occurrence of niobium in biotite-type Fe-REE-Nb ore in the Bayan Obo deposit," *Solid Earth Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 25–28, 2023, doi: 10.1016/j.sesci.2023.01.002.
- [11] A. Wisnujati and C. Sepriansyah, "Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Paduan Aluminium Dengan Variabel Suhu Cetakan Logam (Dies) 450 Dan 500 Derajat Celcius Untuk Manufaktur Poros Berulir (Screw)," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 159–165, 2018, doi: 10.24127/trb.v7i2.792.
- [12] G. Tanjung, "Busur Listrik," pp. 1–23, 2016.

- [13] meilonna ecia, "Universitas Sumatra Utara Poliklinik Uuniversitas Sumatera Utara," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2018.
- [14] F. Rokhmanto, "Pengaruh kandungan Mo dan Nb di dalam paduan logam implan (Ti-Al-Mo dan Ti-Al-Nb) terhadap pembentukan fasa beta," p. 70, 2009.
- [15] A. Sujatno, R. Salam, B. Bandriyana, and A. Dimyati, "Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium," *J. Forum Nukl.*, vol. 9, no. 1, p. 44, 2017, doi: 10.17146/jfn.2015.9.1.3563.

