

Terbit online pada laman web jurnal : <http://metal.ft.unand.ac.id>**METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal**

| ISSN (Print) 2598-1137 | ISSN (Online) 2597-4483 |



Artikel Penelitian

## Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Logam Paduan Mg-1.6Gd Sebagai Biomaterial yang Larut di dalam Tubuh

Oknovia Susanti<sup>a</sup>, Ilhamdi, Moh. Ivan Herdian<sup>a</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Indonesia

## INFORMASI ARTIKEL

*Sejarah Artikel:*

Diterima Redaksi: 20 Maret 2020

Revisi Akhir: 1 April 2020

Diterbitkan Online: 5 April 2020

## KATA KUNCI

Magnesium  
Gadolinium  
Biokompatibilitas  
Sifat mekanik  
Struktur Mikro

## KORESPONDENSI

E-mail: oknovia.s@eng.unand.ac.id

## A B S T R A C T

Recently, the uses of magnesium alloys as implant materials have been potentially applications as biocompatible materials. In this case, the Mg alloys were being concerned because of their mechanical properties that were nearly similar to bones. The addition of Gd in magnesium was in order to control the degradation of magnesium. It is well known that the mechanical properties of Mg-1.6Gd alloys is improved by the small addition. The hardness of the alloys is obtained by the Vickers test with a different position on the samples. The lowest hardness value is 39 HVN, and the highest hardness value is 50 HVN, with the average one is 43.85HVN. Meanwhile, the pure magnesium had 30 HVN. Thus, it could be said that the addition of gadolinium elements could increase the hardness value. Then the tensile test is used a UTM (Universal Testing Machine). The test is used three same untreated samples. From the test are got the ultimate tensile strength of 97-117 MPa, but the ultimate strength of the magnesium is 60 MPa. Microscope optically is used to investigate the microstructure. The grain area is calculated by using the ImageJ program. The result showed that the lowest one is 16  $\mu\text{m}$  and the highest one is 97 $\mu\text{m}$ .

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan penelitian terkait biomaterial terus dilakukan sampai sekarang. Hal ini bertujuan untuk menciptakan solusi baru terkait biomaterial logam sebagai material implan yang memiliki spesifikasi lebih baik dan tidak berbahaya bagi tubuh. Prosedur untuk pengambilan kembali material implan yang ditanam tersebut mengakibatkan sulitnya penyembuhan dan kemungkinan timbulnya penyakit lain yang mungkin lebih berbahaya[1]. Oleh karena itu dibuatlah material implan yang bisa terdegradasi secara kimia dan alami yang juga tidak berbahaya bagi tubuh. Material implan ini digunakan sebagai alat bantu untuk memperbaiki struktur tubuh yang

rusak dan menumbuhkan kembali jaringan tubuh. Apabila tujuannya telah tercapai maka material ini akan luruh secara kimia dan alami didalam tubuh.

Salah satu biomaterial yang mudah larut yang menjadi perhatian yaitu paduan magnesium[2]. Magnesium mempunyai sifat mekanik yang hampir sama dengan tulang. Magnesium merupakan logam yang ringan dengan densitas 1.74 g/cm<sup>3</sup>[3]. Akan tetapi magnesium murni memiliki sifat mekanik yang rendah dan sangat cepat meluruh di dalam tubuh, apalagi di dalam larutan elektrolit. Pada material implan hal ini bisa menyebabkan magnesium akan larut sebelum perbaikan jaringan tulang selesai. Untuk mengatasi

hal tersebut maka perlu dilakukan pencampuran dengan unsur paduan[4].

Unsur tanah jarang salah satu jalan untuk mengontrol degradasi magnesium. Selain itu penambahan unsur tanah jarang ini bisa juga untuk meningkatkan sifat mekanik dari magnesium. Hal ini akan membuat paduan tersebut kuat sebagai material implan dan bisa bertahan selama proses penyembuhan. Dari banyaknya unsur tanah jarang yang dipakai sebagai paduan magnesium maka dipilihlah gadolinium. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penambahan gadolinium pada Mg-6Gd-0.6Zr dapat meningkatkan kekuatan dan ketahanan mulur. Penambahan gadolinium ini juga bisa memperkecil ukuran butir dari paduan tersebut. Dengan penambahan sedikit gadolinium dapat merubah sifat mekanik dan mengontrol laju degradasi dari magnesium sebagai material implant[5].

## 2. METODOLOGI

Penelitian diawali dengan studi literatur yang berhubungan dengan paduan Mg-1.6Gd sebagai material implan. Langkah selanjutnya adalah penyiapan spesimen untuk melakukan pengujian. Hal yang pertama dilakukan yaitu pemotongan spesimen untuk mendapatkan bentuk yang lebih kecil dan disesuaikan dengan pengujian yang akan dilakukan. Setelah itu dilakukan proses pengamplasan untuk meratakan dan membersihkan permukaan spesimen.

### 2.1. Pengamatan Struktur Mikro

Sebelumnya perlu dilakukan *chemical etching* pada spesimen. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan bentuk struktur mikro yang lebih jelas, sehingga lebih mudah untuk dianalisa. Zat kimia yang di gunakan pada proses *etching* adalah campuran 3 mL asam nitrit dengan 97 mL ethanol. Spesimen di *etching* selama 15 detik dan di keringkan. Kemudian baru di dilihat struktur mikro nya menggunakan *Microscope Optic Stereo*

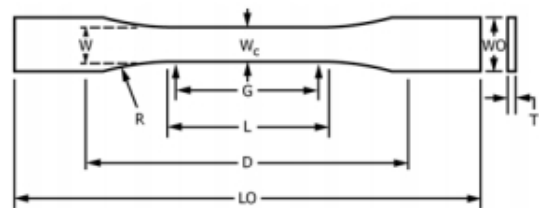
### 2.2. Pengujian Uji Keras

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan *Vickers Hardness Tester* sebanyak

10x pengujian pada sampel.

### 2.3 Pengujian Uji Tarik

Pengujian uji tarik dilakukan dengan menggunakan alat *UTM (Universal Testing Machine)*. Pengujian ini menggunakan 3 sampel Mg-Gd yang sama tanpa perlakuan. Untuk spesimen uji Tarik menggunakan ASTM D368, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen uji tarik

Pada Gambar 1. dapat dilihat spesimen dari uji tarik yang menggunakan ASTM D368. Untuk ukuran dimensinya yaitu :

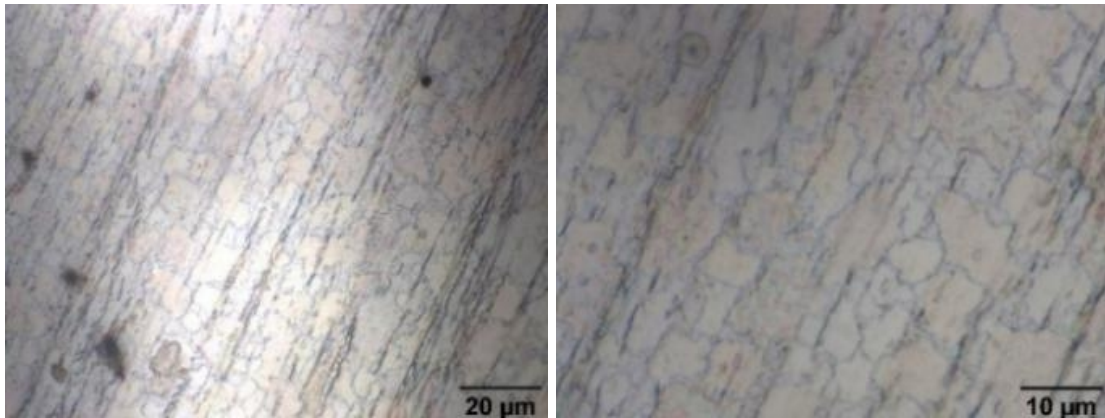
W :	3.18 mm	L :	9.53 mm
W <sub>0</sub> :	9.53 mm	Lo :	63.5 mm
G :	7.62 mm	D :	25.4 mm
R :	12.7 mm	Ao :	24.23 mm

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optic. Pengamatan ini menggunakan perbesaran 100x dan 200x. Hasil dari pengamatan struktur mikro tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

Perhitungan ukuran butir dilakukan dengan menggunakan program ImageJ. Perhitungan ini mengambil 10 butir yang dihitung luasnya pada masing-masing perbesaran. Hasil semua perhitungan menggunakan ImageJ tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Perbesaran 100x Mg-1.6Gd dan Perbesaran 200x Mg-1.6Gd

Tabel 1. Perhitungan Ukuran Butir Perbesaran 100x dan perbesaran 200x pada Mg-1.6Gd

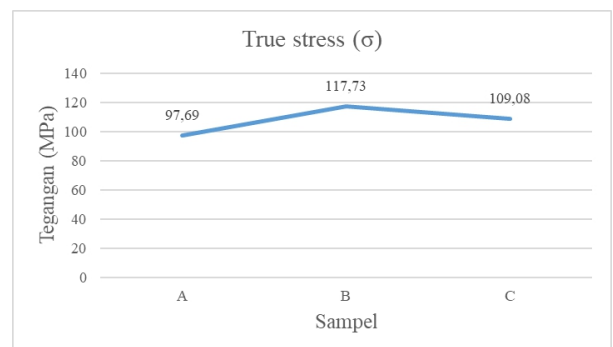
No	Perbesaran 100x ( $\mu\text{m}$ )	Perbesaran 200x ( $\mu\text{m}$ )
1	70.065	28.890
2	40.498	29.031
3	16.187	30.554
4	22.973	29.464
5	63.999	60.321
6	29.276	37.773
7	30.974	32.605
8	97.444	55.217
9	25.941	22.056
10	47.575	20.985

Pada Tabel 1 terlihat ukuran butir yang didapatkan dari gambar struktur mikro dengan perbesaran 100x yaitu berkisar antara 16-97  $\mu\text{m}$  dan pada perbesaran 200x yaitu berkisar antara 20-60  $\mu\text{m}$ . Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa ukuran butir yang paling besar yaitu 97  $\mu\text{m}$  dan yang paling kecil yaitu 16  $\mu\text{m}$  dan sedangkan ukuran butir yang paling banyak yaitu ukuran butir <30  $\mu\text{m}$ .

Untuk magnesium murni itu sendiri memiliki ukuran butir 20-30  $\mu\text{m}$  [6]. Jika di bandingkan dengan hasil penelitian yang didapatkan, ukuran butir paduan Mg-1.6Gd tidak jauh berbeda dengan Mg murni.

### 3.2. Uji Tarik

Pengujian ini di lakukan menggunakan 3 buah sampel yang sama tanpa perlakuan. Grafik dari hasil perhitungan uji tarik dari ketiga sampel dapat dilihat pada Gambar 3.

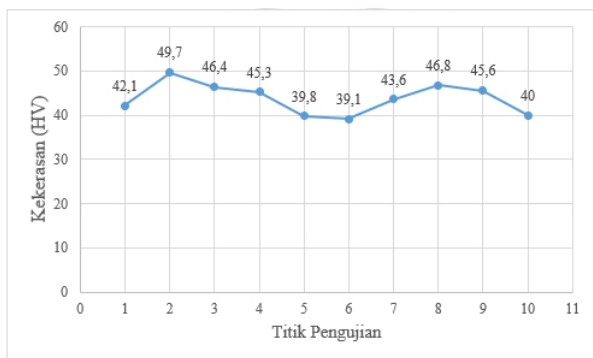


Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Tegangan sampel A, B dan C

Pada Gambar 3 terlihat hasil dari percobaan yang dilakukan, kekuatan tarik yang didapatkan yaitu 97 - 117 MPa. Pada penelitian sebelumnya kekuatan tarik dari magnesium murni yaitu 60 MPa[7]. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang di dapatkan, paduan Mg-1.6Gd ini telah meningkatkan kekuatan tarik dari Mg murni, dari yang semula 60 MPa menjadi 117 MPa.

### 3.3. Uji Keras

Pengujian dilakukan di 10 titik yang terdistribusi secara merata pada sampel Mg-1.6Gd. Hasil pengujian kekerasan pada sampel Mg-Gd dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian kekerasan pada paduan Mg-1.6Gd

Berdasarkan hasil pengujian seperti ditampilkan pada Gambar 4 terlihat bahwa kekerasan pada sampel Mg-Gd di 10 titik pengujian tidak jauh berbeda nilainya. Hasil pengujian tersebut mendapatkan nilai kekerasan paling kecil yaitu 39.1 HV dan nilai kekerasan yang paling besar yaitu 49.7 HV yang dimana rata-rata nilai pengujian uji keras tersebut adalah 43.85 HV. Sedangkan kekerasan Mg murni yaitu 30 HV[8]. Jadi dapat dikatakan dengan penambahan gadolinium pada paduan Mg-1.6Gd telah berhasil meningkatkan kekerasan dari 30 HV menjadi 43.85 HV

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Penambahan gadolinium pada paduan magnesium dapat meningkatkan kekerasan secara efisien. Berdasarkan data yang di dapatkan, nilai kekerasan paduan Mg-1.6Gd berkisar antara 39-49 HV dengan rata-rata nilai 43.85 HV yang dimana nilai kekerasan dari magnesium murni sebelumnya yaitu 30 HV
- Dari pengamatan struktur mikro ukuran butir paduan Mg-1.6Gd terlihat pada perbesaran 100x dan 200x menggunakan mikroskop optik. Nilai ukuran butir yang di dapatkan berkisar antara 16-97  $\mu\text{m}$  dengan ukuran butir yang paling banyak yaitu ukuran butir  $<30 \mu\text{m}$ . Ukuran ini telah mendekati kriteria sebagai material biodegradable
- Pada pengujian uji tarik, dapat dilihat sifat mekanik berupa kekuatan tarik dan keuletan dari paduan Mg-1.6Gd. Kekuatan tarik/ *Ultimate Tensile Strength* paduan

Mg-1.6Gd yang di dapatkan yaitu 97 - 117 MPa. Kekuatan tarik pada paduan ini telah berhasil ditingkatkan dibandingkan dengan kekuatan tarik magnesium murni yang semula 60 MPa

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan anugrah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Tak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu selama penelitian. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat untuk penelitian berikutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. S. and A. Acharya, "Corrosion and degradation of implant materials," *ASTM Int.*, p. 1979, 1979.
- [2] F. W. et Al, "In vivo corrosion of four magnesium alloys and the associated bone response," *Biomaterial*, vol. 26, no. 17, pp. 3357–3563, 2005.
- [3] and G. D. M. P. Staiger, A. M. Pietak, J. Huadmai, "Magnesium and its alloys as orthopedic biomaterials: a review," *Biomaterials*, vol. 27, no. 9, pp. 1728–1734, 2006.
- [4] M. Niinomi, "Recent metallic materials for biomedical applications," *Metall. Mater. Trans. A*, vol. 33, no. 3, p. 477, 2002.
- [5] and A. M. W. A. Myrissa, S. Braeuer, E. Martinelli, R. Willumeit-Römer, W. Goessler, "Gadolinium accumulation in organs of Sprague," *Dawley® rats after Implant. a Biodegrad. magnesium-gadolinium Alloy. Acta Biomater.*, vol. 48, pp. 521–529, 2017.
- [6] and S. Y. T. Zheng, Y. Hu, "Effect of grain size on the electrochemical behavior of pure magnesium anode," *J. Magnes. Alloy.*, vol. 5, no. 4, pp. 404–411, 2017.
- [7] and S. S. U. Sumirat, A. Djohar, I. Kuntadi, "Analisis Sifat Mekanis Magnesium Melalui Uji Tarik," *Pros. Semin. Nas.*

- Teknoka*, vol. 2, pp. M1–M3, 2017.
- [8] J. K. and D. Vojtěch, “Structural and corrosion characterization of biodegradable Mg–RE (RE= Gd, Y, Nd) alloys,” *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, vol. 23, no. 5, pp. 1215–1225, 2013.