

## ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN SENG (ZN) *BIODEGRADABLE* UNTUK APLIKASI IMPLAN BIOMEDIS

Nurfitri Rahmi Sari<sup>1</sup>, Nizwardi Jalinus<sup>2</sup>, Rheda Pratama<sup>3</sup>, Andril Arafat<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>2</sup>Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>3</sup>Universitas Negeri Padang, Indonesia

<sup>4</sup>Universitas Negeri Padang, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL	A B S T R A K
<p>Diterima: 1 Agustus 2019 Direvisi: 2 Agustus 2019 Diterbitkan: 7 Agustus 2019</p>	<p><i>Biomaterial sebagai salah satu pengembangan teknologi bahan untuk aplikasi dibidang biomedis mengalami perkembangan yang pesat beberapa dekade ini. Perkembangan biomaterial pada aplikasi medis banyak dilakukan seperti pada kasus patah tulang (plate and screw), cincin jantung (stent), implant gigi (dental) dan lain-lain. Salah satu biomaterial yang dikembangkan adalah biodegradable implant, yaitu bahan implan yang dipasang dan dapat terserap tubuh dalam waktu yang telah dirancang sehingga tidak perlu operasi lanjutan untuk pengeluaran implan. Paduan seng (Zn) adalah salah satu potensi biodegradable implan telah dikembangkan yakni dengan menambahkan unsur magnesium 1% (Mg) dan Aluminium 0,5 % (Al); Zn-1Mg dan Zn-0,5Al. Paduan ini telah diproses dengan peleburan logam dalam keadaan vacuum di institusi mitra yaitu Laval University, Canada, dikembangkan lebih lanjut dengan proses rolling di Universitas Negeri Padang. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan nilai kekerasan dengan menggunakan alat uji Micro Vickers Hardness Tester serta melihat ukuran dan menghitung jumlah butir paduan menggunakan software Image J. Berdasarkan uji kekerasan dan struktur mikro paduan Zn-1Mg kekerasan yang lebih besar dibandingkan dengan paduan Zn-0,5Al. Hasil penelitian dasar ini diharapkan untuk dilanjutkan sehingga menjawab keperluan bahan biodegradable implan nantinya.</i></p>
<p>KATA KUNCI</p> <p>Biomaterial, Biodegradable, Seng (Zn)</p>	
<p>KORESPONDEN</p> <p>No. Telepon: <b>+62 823 9784 1644</b></p> <p>E-mail: <a href="mailto:nurfitrirahmi@gmail.com">nurfitrirahmi@gmail.com</a>, <a href="mailto:nizwardijalinus@gmail.com">nizwardijalinus@gmail.com</a>, <a href="mailto:rhedapratama@gmail.com">rhedapratama@gmail.com</a>, <a href="mailto:arafat@ft.unp.ac.id">arafat@ft.unp.ac.id</a>.</p>	

### PENDAHULUAN

Biomaterial merupakan bahan yang berhubungan secara langsung dengan jaringan serta cairan tubuh manusia guna untuk mengobati, memperbaiki serta mengganti bagian anatomi tubuh manusia (Rodrigues dan Gonzales, 2009). Biomaterial memiliki syarat kecocokan dalam tubuh (biokompatibiliti). Biokompatibiliti mengacu pada kemampuan dari material untuk menunjukkan fungsi utama dalam jaringan hidup diikuti dengan reaksi kecocokan (Ratner, dkk, 2013). Penggunaan bahan implan digunakan untuk aplikasi penahan beban terfokus pada bahan implan yang dapat diserap secara biologi atau dapat diserap oleh tubuh (Brar,dkk,2009). Bahan *biodegradable* secara bertahap mampu meluruh (degradasi) dalam tubuh manusia untuk menghasilkan zat atau senyawa yang tidak bersifat racun yang dapat

dieksresikan. Salah satu bahan yang digunakan untuk membuat implan adalah logam yang mampu terserap tubuh. Logam yang mampu terserap tubuh diharapkan untuk menimbulkan korosi secara bertahap tanpa bahaya, menjaga integritas mekanik selama fase penyembuhan jaringan, dan kemudian luruh sepenuhnya. Penelitian ini menggunakan paduan Zn untuk implan biomedis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekerasan dan struktur mikro seperti ukuran dan jumlah butir dari masing-masing paduan Zn-1Mg dan Zn-0,5Al. Untuk menganalisa Kekerasan digunakan alat uji *micro vickers hardness tester* dengan indenter piramida intan dengan sudut  $136^\circ$  dengan beban 2000 gf. Pengujian ini dilakukan dengan tiga titik uji pada setiap spesimen dengan selama tujuh detik dengan menggunakan standar ISO 6507-1 *Vickers Hardness Test*. Pengujian Kekerasan dilakukan untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan masing-masing paduan antara metode *as-cast* dengan *as-rolled*.



**Gambar 1.** *Micro Vickers Hardness Tester*

Untuk mengetahui struktur mikro digunakan mikroskop optik tipe OLYMPUS DP12 dan menggunakan *software* Image J untuk menganalisa paduan tersebut, sehingga dapat dilihat ukuran butir dan diketahui jumlah butir pada paduan Zn-1Mg dan Zn-0,5Al.



**Gambar 2.** Mikroskop Optik

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif dengan eksperimen terhadap paduan Zn dengan komposisi menurut (Champagne, 2019) Zn murni (99,995 %), Mg murni (99,94 %), Al (99,995%). Selanjutnya akan dikarakterisasi paduan Zn-1Mg dan Zn-0,5Al *as-cast* yang telah dilakukan di Laval *University* dan *as-rolled* yang dilakukan di LIPI dan UNP. Kemudian dilihat perbandingan kekerasan dengan menggunakan alat uji *Micro Vickers Hardness Tester* standar yang digunakan ISO 6507-1 *Vickers Hardness Test*. Selanjutnya untuk mengetahui, melihat ukuran dan menghitung jumlah butir menggunakan *software* Image J.



a) Sampel *as-cast*b) *Rolling*c) Hasil *rolling (as-rolled)***Gambar 3.** Persiapan sampel dari *as-cast* sampai *as-rolled*

Proses ini dari *as-cast* dan di *rolling* sehingga dihasilkan spesimen yang disebut dengan *as-rolled*.



Pemotongan



Mounting

*Grinding dan Polishing*

Etsa

**Gambar 4.** Proses Persiapan Sampel Sebelum Uji Kekerasan dan Struktur Mikro

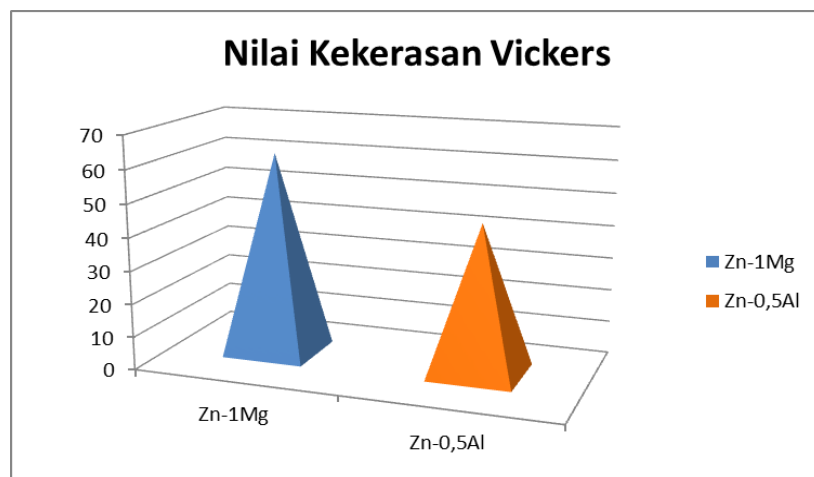
Dengan unsur paduan Zn-1Mg dan Zn-0,5Al yang telah dikarakterisasi, selanjutnya dilakukan pengujian kekerasan untuk mengetahui nilai kekerasan dari masing-masing unsur paduan Zn serta membandingkan hasil *as-cast* dengan *as-rolled*. Pengujian kekerasan dan struktur mikro untuk melihat ukuran dan jumlah butir dilakukan di Laboratorium Material Teknik dan Metrologi FT UNP untuk uji kekerasan menggunakan *micro vickers hardness tester* dengan beban 2000 gf. Selanjutnya untuk uji struktur mikro digunakan mikroskop optik tipe OLYMPUS DP12 dengan perbesaran masing-masing 50X.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Uji Kekerasan

**Tabel 1.** Hasil Uji Kekerasan Paduan Zn Pada Proses *As-cast*

Spesimen	Titik ke	Diagonal Indentasi ( $\mu\text{m}$ )		Diagonal indentasi rata-rata $(d_1 + d_2) / 2$ ( $\mu\text{m}$ )	Harga kekerasan <i>vickers</i> (HV)	Harga kekerasan <i>vickers</i> rata-rata
		$d_1$	$d_2$			
Zn-1 Mg	1	239,0	243,8	241,4	63,6	61,7
	2	230,8	255,9	243,35	62,6	
	3	244,1	257,2	250,65	59,0	
Zn- 0,5 Al	1	273,4	284,6	279	47,6	45,2
	2	281,5	283,3	282,4	46,5	
	3	265,4	332,4	298,9	41,5	

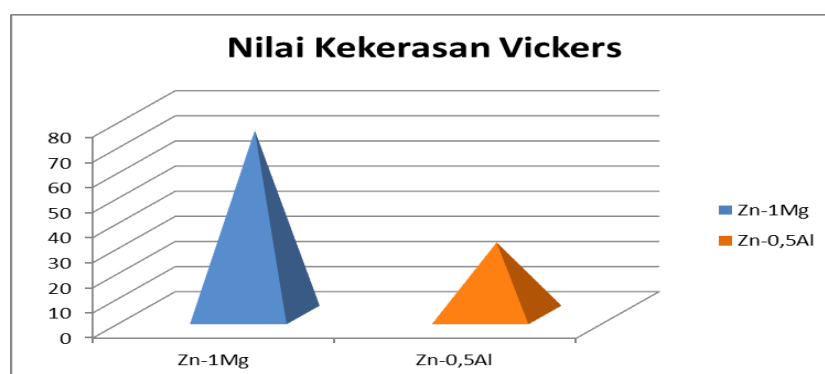


**Gambar 5.** Perbandingan hasil uji kekerasan antara Zn-1 Mg dengan Zn-0,5 Al dengan proses *as-cast*

Kekerasan rata-rata pada paduan Zn-1Mg adalah 61,7 HV dan Zn-0,5Al diperoleh nilai kekerasan sebesar 45,2 HV. Menurut penelitian (Vojtech, dkk, 2011) nilai kekerasan untuk Zn-1Mg adalah 65 HV sementara itu nilai nilai kekerasan Zn-0,5Al menurut (Mostaed, dkk, 2016) diperoleh 59 HV.

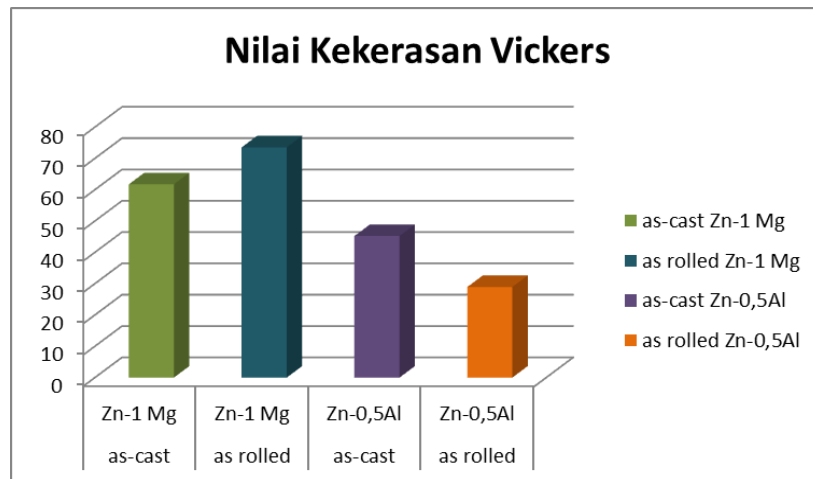
**Tabel 2.** Hasil Uji Kekerasan Paduan Zn Pada Proses *As-rolled*

Spesimen	Titik ke	Diagonal Indentasi $\mu\text{m}$		Diagonal indentasi rata-rata $(d_1+d_2) / 2 \mu\text{m}$	Harga kekerasan vickers (HV)	Harga kekerasan vickers rata-rata
		$d_1$	$d_2$			
Zn-1 Mg	1	228,7	225,4	227,05	71,9	
	2	231,7	219,2	225,45	73,0	73,5
	3	224,2	218,1	221,15	75,8	
Zn-0,5 Al	1	349,6	362,1	355,85	29,3	
	2	345,0	373,9	359,45	28,7	28,9
	3	354,6	361,6	358,1	28,9	



**Gambar 6.** Perbandingan hasil uji kekerasan antara Zn-1 Mg dengan Zn-0,5 Al dengan proses *as-rolled*

Berdasarkan gambar 6 di atas didapatkan bahwa nilai kekerasan rata-rata dari Zn-1Mg *as-rolled* dengan nilai 73,5 HV sedangkan untuk Zn-0,5Al diperoleh 28,9 HV.



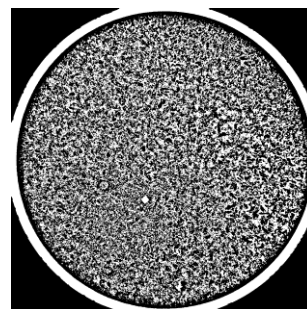
**Gambar 7.** Hubungan antara proses *as-cast* dengan *as-rolled*

Berdasarkan gambar 7 di atas didapatkan bahwa nilai kekerasan yang terbesar terdapat pada paduan Zn-1Mg hasil *as-rolled* sedangkan hasil yang paling rendah adalah Zn-0,5Al hasil *as-rolled*. Sedangkan untuk hasil pada *as-rolled* terdapat penyimpangan karena terjadi penurunan nilai kekerasan.

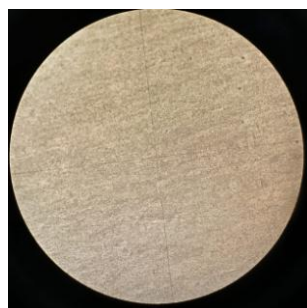
## 2. Struktur Mikro



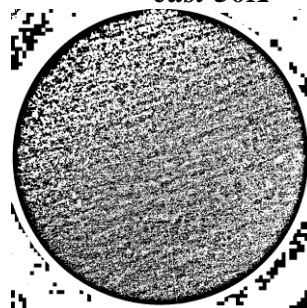
a) Zn-1Mg *as-cast* 50X



b) Struktur mikro Zn-1Mg *as-cast* 50X



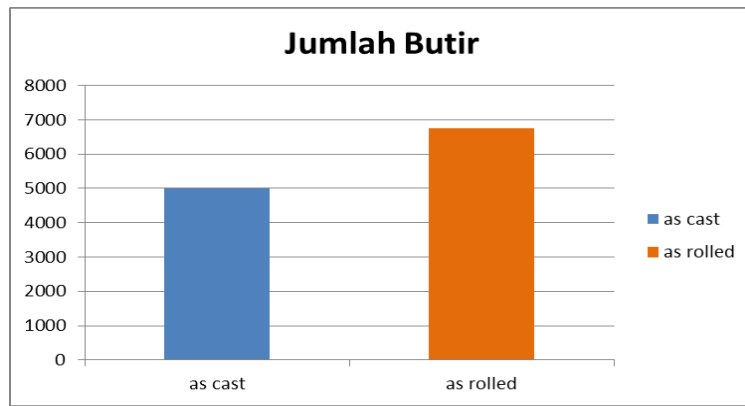
c) Zn-1Mg *as-rolled*



d) Struktur mikro Zn-1Mg *as-rolled*

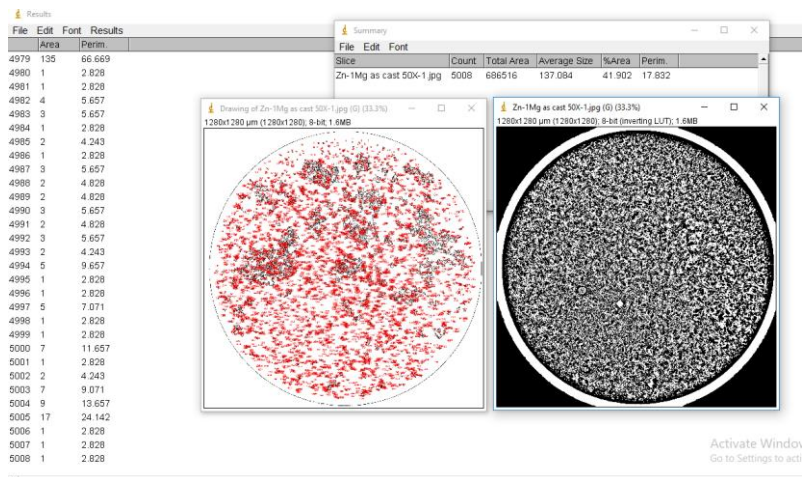
**Gambar 8.** Struktur Mikro Paduan Zn-1 Mg



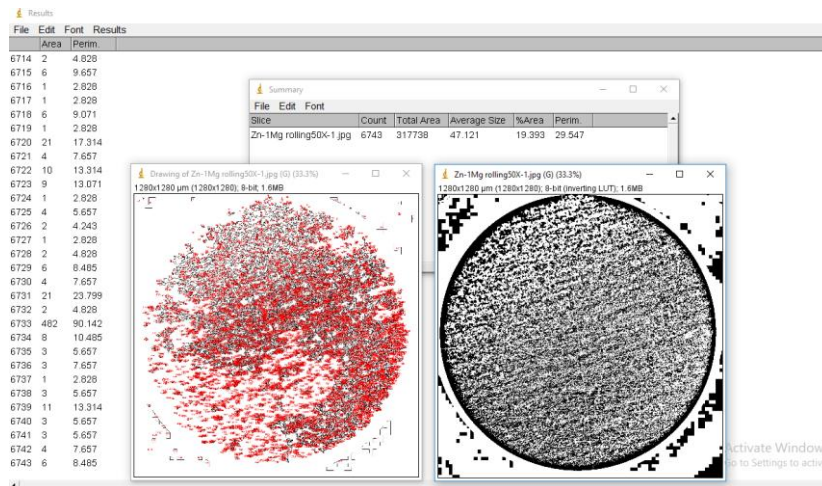


**Gambar 9.** Perbandingan antara Zn-1Mg *as-cast* dan *as-rolled*

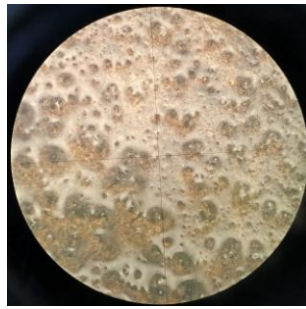
Dari gambar 9 terdapat perbandingan antara hasil *as-cast* dan *as-rolled*, dimana pada *as-cast* ukuran butirnya lebih besar dibandingkan dengan *as-rolled* hal ini dapat dibuktikan dengan jumlah butir dari Zn-1Mg *as-cast* sebanyak 5008 sedangkan untuk hasil Zn-1Mg *as-rolled* terdapat 6743.



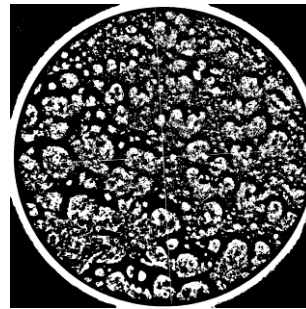
**Gambar 10.** Hasil Image J Paduan Zn-1Mg 50X *as-cast*



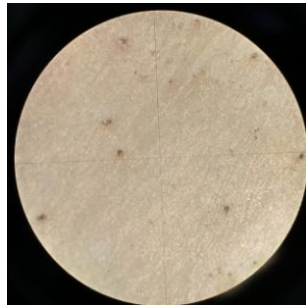
**Gambar 11.** Hasil Image J Paduan Zn-1Mg 50X *as-rolled*



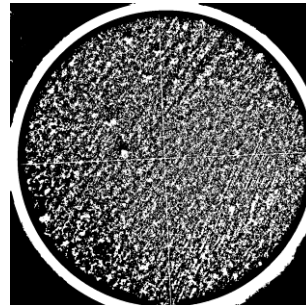
a) Zn-0,5Al *as-cast* 50X



b) Struktur mikro Zn-0,5 Al *as-cast* 50X



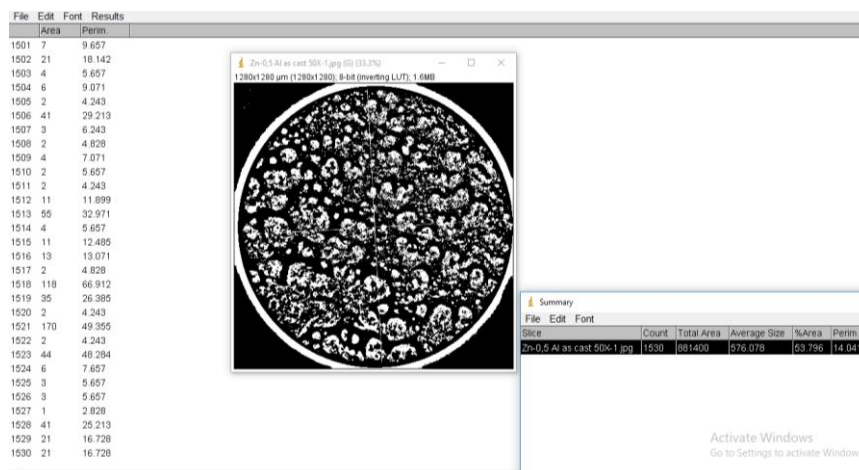
c) Zn-0,5 Al *as-rolled*



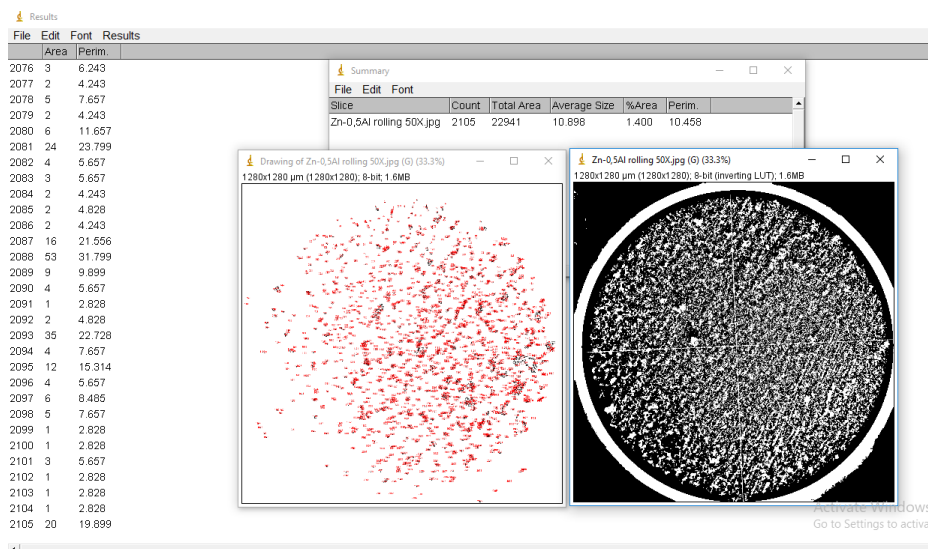
d) Struktur mikro Zn-0,5 Al *as-rolled* 50X

**Gambar 12.** Struktur Mikro Paduan Zn-0,5 Al

Dari gambar 12 di atas jumlah butir Zn-0,5 Al *as-rolled* lebih banyak dari pada Zn-0,5 Al *as-cast*. Dimana jumlah butir untuk Zn-0,5Al *as-cast* adalah 1530 sedangkan untuk Zn-0,5 Al *as-rolled* sebanyak 2105.



**Gambar 13.** Hasil Image J Paduan Zn-0,5 Al 50X *as-cast*



Gambar 14. Hasil Image J Paduan Zn-0,5 Al 50X *as-rolled*

### 3. Hubungan antara Kekerasan dan Struktur Mikro

Antara kekerasan dengan jumlah butir pada struktur mikro terdapat hubungan yang signifikan, semakin banyak jumlah butir pada suatu paduan maka semakin tinggi harga kekerasan pada paduan tersebut. Apabila jumlah butir pada suatu paduan sedikit maka nilai kekerasannya juga semakin rendah. Hal ini juga ditemui pada penelitian (Koc, dkk, 2015) ukuran butir yang halus dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan.

### KESIMPULAN

Dari hasil uji dan analisa struktur mikro dan uji kekerasan, penambahan 1% Mg pada paduan Zn menghasilkan penambahan nilai kekerasan paduan serta meningkatnya ukuran dan jumlah butir yang menjadikan paduan Zn-1Mg lebih keras. Namun, penambahan 0,5% Al pada paduan Zn ternyata nilai kekerasannya lebih rendah jika dibandingkan dengan penambahan paduan 1% Mg. Proses *rolling* mengakibatkan material menjadi lebih keras karena setelah proses tersebut ukuran butir akan menjadi lebih rapat dan mengecil (memadat). Hal ini dapat dilihat pada paduan Zn-1Mg, sedangkan pada Zn-0,5Al hasil *as-cast* lebih keras dari pada *as-rolled*. Adanya hubungan antara kekerasan dengan jumlah butir dari struktur mikro, semakin banyak jumlah butir dan semakin kecil atau rapat jumlah butir, maka kekerasan juga semakin meningkat begitu pula sebaliknya.

### DAFTAR RUJUKAN

- Brar, H. S., Platt, M. O., Sarntinoranont, M., Martin, P. I., & Manule, M. V. (2009). Magnesium as a Biodegradable and Bioabsorbable Material for Medical Implants. *JOM*, 61(9), 31–34. <https://doi.org/10.1007/s11837-009-0129-0>
- Champagne, S., Mostaed, E., Safizadeh, F., Ghali, E., Vedani, M., & Hermawan, H. (2019). In Vitro Degradation of Absorbable Zinc Alloys in Artificial Urine. *Materials*, 12(2), 295.



- Federico Ángel Rodríguez-González. 2009. Biomaterials in orthopaedic surgery. ASM International: USA
- Koc, Erkan, M. Bobby Kannan, Mehmet Unal dan Ercan Candan. 2015. Influence of Zinc On the Microstructure, Mechanical Properties and in Vitro Corrosion Behavior of Magnesium–Zinc Binary Alloys. *Journal of Alloys and Compounds* : 291 - 296.
- Mostaed, E., Sikora-Jasinska, M., Mostaed, A., Loffredo, S., Demir, A. G., Previtali, B., ... & Vedani, M. (2016). Novel Zn-based alloys for biodegradable stent applications: design, development and in vitro degradation. *journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 60, 581-602.
- Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., & Lemons, J. E. (2013). Introduction- Biomaterials Science: An Evolving, Multidisciplinary Endeavor Biomaterials Science.
- Vojtěch, D., Kubásek, J., Šerák, J., & Novák, P. (2011). Mechanical and corrosion properties of newly developed *biodegradable* Zn-based alloys for bone fixation. *Acta Biomaterialia*, 7(9), 3515-3522.