



PENGARUH VARIASI SUHU *SINTERING* TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR FASA MATERIAL Mg-Fe-Zn DENGAN METODE METALURGI SERBUK UNTUK APLIKASI PERANGKAT *ORTHOPEDIC*

Muhammad Taufik Hidayat¹, M. Sjahmanto²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : taufikhdyt9878@gmail.com¹, dosen01538@unpam.ac.id²

Masuk : 6 Maret 2023

Direvisi : 10 April 2023

Disetujui : 20 April 2023

Abstract: *Sintering temperatures of 200, 250 and 300 °C have been used in the formation of Mg-Fe-Zn alloys. As a material for powder metallurgy applications in orthopedic devices. High Energy Milling (HEM) machines are used in the production of alloys from zinc, iron and magnesium powders. Bottles and tube balls are used for the processing process. The ratio of ball weight to volume is 1:2 using 4 grams of ball weight. Pellets with a diameter of 16 millimeters and a thickness of approximately 6 millimeters are produced when the powder that has undergone a grinding process is compacted with a compressive force of 20 tons. In addition, the Muffle Furnace is used to sinter compacted pellets at temperatures of 200, 250 and 300 °C, with a holding time of 10 minutes and a cooling time of 24 hours. X-Ray Diffraction (XRD) tests have been carried out using the sintering system with a powder diffraction testing strategy with guidance as a tool in the form of Material Analysis Using Diffraction (MAUD) software to see the components of the framed stages. As the adjacent particles bond to become the initial core of the binder in the next step, the weight fraction of the elemental magnesium phase in each sample increases to 95.894615% with increasing sintering temperature. With a value of 233 HB, the highest hardness occurs at 200 °C.*

Keywords: *High Energy Milling, Powder Metallurgy, Mg-Fe-Zn, X-Ray Diffraction, Maud, Hardness.*

Abstrak: *Temperatur sintering 200, 250, dan 300 °C telah digunakan dalam pembentukan paduan Mg-Fe-Zn. Sebagai bahan untuk aplikasi metalurgi serbuk perangkat ortopedi. Mesin High Energy Milling (HEM) digunakan dalam produksi paduan dari serbuk seng, besi, dan magnesium. Botol dan bola tabung digunakan untuk proses pemrosesan. Perbandingan berat bola dengan volume adalah 1:2 dengan menggunakan 4 gram berat bola. Pelet dengan diameter 16 milimeter dan ketebalan kurang lebih 6 milimeter dihasilkan saat serbuk yang telah mengalami proses penggilingan dipadatkan dengan gaya tekan 20 ton. Selain itu, Muffle Furnace digunakan untuk menyinter pelet yang telah dipadatkan pada temperatur 200, 250, dan 300 °C, dengan waktu penahanan 10 menit dan waktu pendinginan 24 jam. Pengujian yang telah melalui sistem sintering dicobakan X-Ray Diffraction (XRD) dengan strategi pengujian powder diffraction dengan panduan sebagai alat bantu berupa software Material Analysis Using Diffraction (MAUD) untuk melihat komponen-komponen tahapan yang terbingkai. Karena partikel yang berdekatan terikat untuk menjadi inti awal pengikat pada tahap selanjutnya, fraksi berat fase unsur magnesium dalam setiap sampel meningkat menjadi 95,894615% seiring dengan peningkatan suhu sintering. Dengan nilai 233 HB, kekerasan tertinggi terjadi pada suhu 200 °C.*

Kata kunci: *High Energy Milling, Metalurgi Serbuk, Mg-Fe-Zn, X-Ray Diffraction, Maud, Kekerasan.*

PENDAHULUAN

Dalam dunia kedokteran di bidang kesehatan otot, banyak istirahat menggunakan sekrup dan pelat bantuan logam yang sempurna untuk memulihkan diri. Namun, kerugiannya adalah Anda harus melakukan tindakan kedua untuk menarik kembali pelat dan sekrup pendukung logam. Saat ini, sudah menjadi praktik umum untuk menanamkan organ buatan atau implan. Saat ini, banyak implan yang dimasukkan ke dalam tubuh seseorang masih menggunakan logam yang tidak dapat diuraikan dan dapat menjadi racun sehingga

berpotensi berbahaya. Namun, tulang yang patah dapat disambungkan kembali dengan cepat dengan mengencangkan dan menahannya dengan pelat logam baja tahan karat atau titanium. Namun, implan logam tersebut harus diangkat sekali lagi setelah jangka waktu tertentu karena merupakan benda asing di dalam tubuh. Jika tidak, artikel asing akan terus berkembang di sepanjang tulang dan jaringan otot, yang berarti bahwa itu harus bekerja lagi. Masih ada risiko bagi pasien selama prosedur ini. Namun saat ini juga terdapat benih yang tidak perlu selalu berada di dalam tubuh yang terus ditumbuhkan, khususnya benih yang dapat terurai sendiri yang disebut bahan *biodegradable* [1].

Metalurgi serbuk adalah proses pembuatan benda kerja komersial dari logam dengan cara menghancurkan logam menjadi serbuk, menekan serbuk ke dalam cetakan (*mold*), dan memanaskannya di bawah titik leburnya untuk membuat benda kerja. sehingga difusi atom antar partikel permukaan menyebabkan mekanisme transpor massa yang menyebabkan partikel logam menyatu. Proses metalurgi serbuk adalah satu-satunya yang dapat secara tepat mengontrol komposisi dan penerapan campuran. karena cetakan dan *finishing* menentukan ukuran [2].

Magnesium (Mg) adalah komponen zat pada periode yang memiliki nomor inti 12, magnesium memiliki tanda pelunakan 650 °C dan ketebalan 66% dari aluminium. Sifat sebenarnya dari magnesium adalah warna putih berkilauan, bahan keras dan logam ringan yang kontras dengan setiap logam primer. Magnesium adalah logam yang sangat aktif yang bereaksi lambat dalam air dingin tetapi cepat dalam air panas. Pada suhu kamar, unsur magnesium dapat bergabung dengan oksigen membentuk magnesium oksida, lapisan tipis. Paduan magnesium digunakan dalam banyak aplikasi industri, seperti industri peralatan otomotif, dirgantara, dan komersial [3].

Besi (*Ferrous*) adalah logam murni dengan hanya sedikit unsur paduan. Pertambangan biasanya menghasilkan besi murni, yang dapat ditemukan dalam bentuk pasta atau ore (bijih besi). Besi tidak dapat dimanfaatkan secara langsung; melainkan harus menjalani pemrosesan dan penambahan elemen. Yang sering terjadi di kalangan masyarakat pada umumnya adalah perhatian terhadap besi dan baja. Sementara baja atau waja adalah logam dengan kekerasan lebih tinggi, biasanya berwarna hitam, dan sulit untuk diproses, besi sering didefinisikan sebagai logam yang dapat diproses atau dikerjakan ulang [4].

Seng (Zn) merupakan logam keempat yang paling umum terlibat dalam industri. Tergantung pada aplikasinya, seng sering digunakan sebagai pelapis anoda untuk melindungi baja dari korosi, sebagai bahan dalam pengecoran seng menjadi kuningan, sebagai komponen paduan dalam tembaga, aluminium, dan magnesium, sebagai seng tempa, dan dalam formulasi kimia. . Seng memiliki tujuan berbeda dalam amalgam, termasuk memperluas kekuatan suhu kamar dan ketahanan terhadap korosi [5].

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas tersebut penulis akan mengambil judul “Pengaruh Variasi Suhu *Sintering* Terhadap Kekerasan Dan Struktur Fasa Material Mg-Fe-Zn Dengan Metode Metalurgi Serbuk Untuk Aplikasi Perangkat *Orthopedic*” pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian karakteristik menggunakan XRD dan Pengujian kekerasan menggunakan metode *equotip*.

METODOLOGI

Serbuk Mg dengan persentase 85%, serbuk Fe 5%, dan Zn 10% digunakan dalam penelitian ini. Untuk masing-masing sampel, komposisi paduan yang dipilih adalah Mg = 10,2, Fe = 0,6, dan Zn = 1,2. Dalam ulasan ini, strategi pencampuran kering digunakan dengan pabrik bola belok genap yang digunakan untuk meremas dan mencampur kombinasi bubuk dengan proporsi berat bola 1:2. Pada suhu ruang dan kecepatan konstan, waktu pengadukan dilakukan selama satu jam. Serbuk giling ketiga sampel kemudian dipress (dipadatkan) dengan beban 20 ton ke dalam cetakan berbentuk silinder. Selain itu, material disinter selama sepuluh menit pada berbagai suhu 200, 250, dan 300 °C. Setelah melalui sistem *sintering*, ketiga contoh tersebut kemudian diteliti dengan perencanaan (*component planning*) menggunakan XRD dan untuk hasil XRD dibedah menggunakan pemrograman Maud (*Material Analysis Using Diffraction*) dengan bantuan CIF dan kekuatan mekanik perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

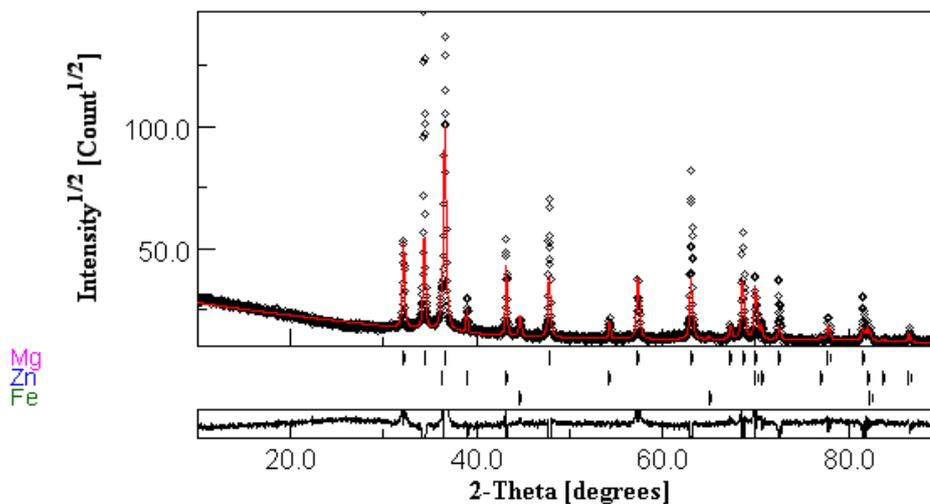
1. Hasil Analisis Fasa Paduan Mg-Fe-Zn Variasi Suhu *Sintering*

Pengujian XRD (*X-ray Diffraction*) dilakukan dengan bantuan *software Material Analysis Using*

Diffraction (MAUD) menggunakan metode pengujian *powder diffraction*. bertujuan untuk menguji hasil fase setelah proses metalurgi serbuk. spesimen yang telah mengalami perlakuan panas atau *sintering* untuk keperluan analisis struktur kristal sampel.

a. Hasil Data Sampel Setelah Di *Sintering* Pada Suhu 200°C.

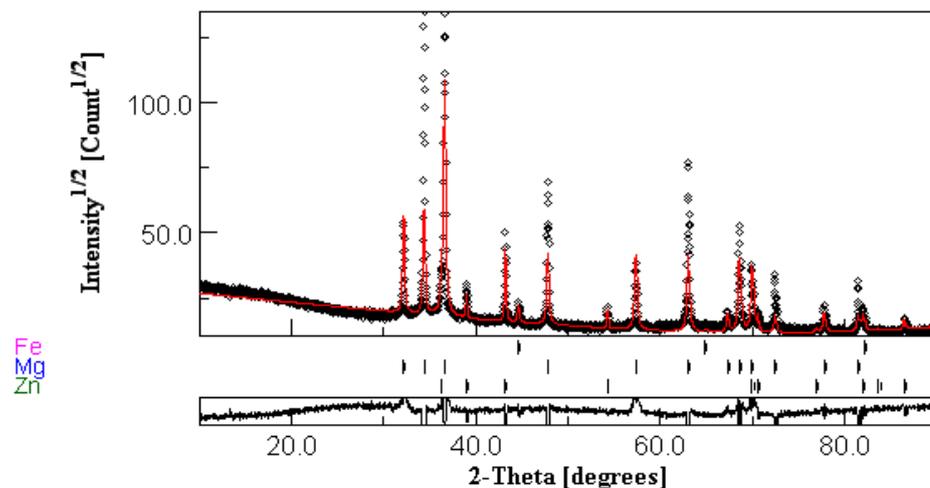
Dengan bantuan analisis perangkat lunak data Maud dan CIF, data XRD dari pengujian pertama pada suhu *sintering* 200 °C pada eliminasi 10 menit terungkap bahwa fasa Mg yang lebih dominan daripada unsur Fe-Zn menghasilkan puncak intensitas tertinggi pada paduan Mg - Fe - Zn.



Gambar 1. Hasil Analisis Kuantitatif Dengan *software* Maud dan CIF (*Crystal Information File*) Terhadap Variasi suhu *Sintering* 200 °C

b. Hasil Data Pada Sampel Setelah Di *Sintering* Pada Suhu 250 °C

Dari hasil informasi XRD pada pengujian kedua pada suhu *sintering* 250 °C pada pembuangan 10 menit dengan bantuan pemeriksaan pemrograman informasi Maud dan CIF diketahui bahwa gaya puncak tertinggi yang terjadi pada Mg-Fe-Zn merupakan tahap Mg yang lebih dominan dibandingkan dengan komponen Fe-Zn.

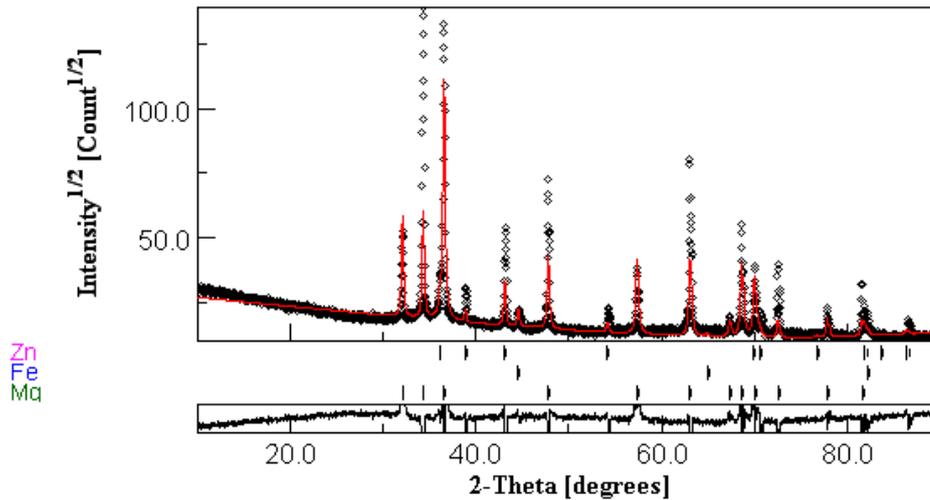


Gambar 2. Hasil Analisis Kuantitatif Dengan *software* Maud dan CIF (*Crystal Information File*) Terhadap Variasi suhu *Sintering* 250 °C

c. Hasil Data Pada Sampel Setelah Di *Sintering* Pada Suhu 300 °C

Dari hasil informasi XRD pada pengujian ketiga pada suhu *sintering* 300 °C pada suhu akhir 10 menit dengan bantuan pemeriksaan pemrograman Maud dan informasi CIF, diketahui bahwa puncak gaya tertinggi

yang terjadi pada Mg - Kombinasi Fe - Zn merupakan stage Mg yang lebih dominan dibandingkan dengan komponen Fe - Zn.



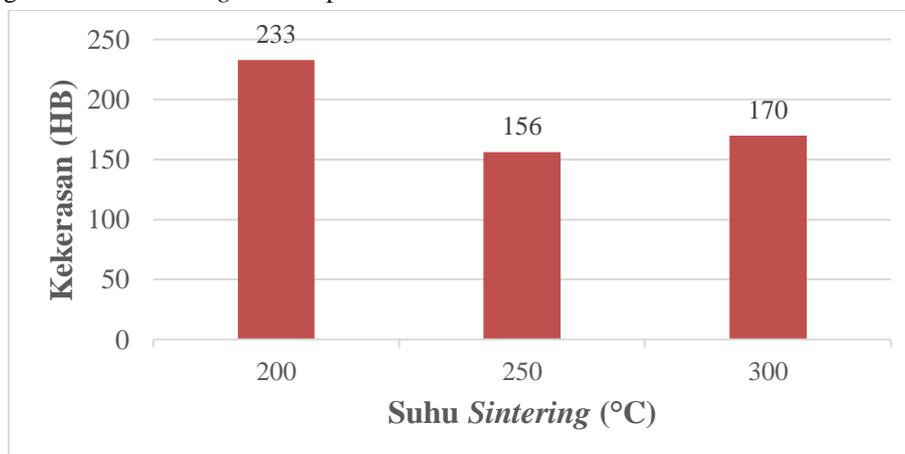
Gambar 2. Hasil Analisis Kuantitatif Dengan *software* Maud dan CIF (*Crystal Information File*) Terhadap Variasi suhu *Sintering* 300 °C

Dengan menggunakan perangkat lunak Maud untuk analisis dan data CIF (*Crystal Information File*) pada ketiga sampel, studi pola difraksi sinar-x (XRD) mengungkapkan pola yang berbeda di mana unsur magnesium mendominasi dengan meningkatnya suhu *sintering* yang mengakibatkan peningkatan fasa. fraksi berat. unsur Mg menjadi 95,894615% oleh karena itu, diantisipasi bahwa peningkatan suhu *sintering* akan mengakibatkan penurunan difraksi unsur Fe - Zn akibat pengikatan partikel yang berdekatan membentuk inti awal pengikatan pada tahap selanjutnya.

2. Pengujian Kekerasan

Sampel paduan Mg-Fe-Zn dengan komposisi 85%, 5%, dan 10% dianalisis untuk uji kekerasan pada penelitian ini pada suhu *sintering* 200, 250, dan 300 °C. Satu jam waktu penggilingan. Konsekuensi uji kekerasan varietas pada suhu *sintering* dilakukan dengan menggunakan *Leeb Hardness Tester (Equotip)* yang dilakukan sebanyak 5 kali pengujian dengan fokus pada masing-masing contoh.

a. Pengaruh Suhu *Sintering* Terhadap Kekerasan.



Gambar 3. Pengaruh Suhu *Sintering* Terhadap Kekerasan

KESIMPULAN

1. Sesuai hasil pemeriksaan XRD dengan bantuan pemrograman Maud, menunjukkan berbagai contoh di setiap contoh. Pola yang berbeda dapat dilihat di lokasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, 4.2, dan 4.3. Karena fraksi berat fasa unsur magnesium naik menjadi 95,894615% saat suhu *sintering* naik, difraksi menurun karena partikel yang berdekatan terikat untuk membentuk inti awal ikatan pada tahap selanjutnya, sedangkan unsur magnesium mendominasi di setiap sampel.
2. Sifat kekerasan paduan Mg-Fe-Zn berubah dengan meningkatnya suhu *sintering*, menghasilkan nilai kekerasan yang lebih mudah menguap. Peningkatan suhu *sintering* dari 200 °C menjadi 250 °C yang menyebabkan penurunan kekerasan dapat terjadi mengingat partikel tidak saling mengisi karena sistem *sintering* dimana terjadi dispersi antar partikel, baik penyebaran permukaan maupun penyebaran batas butir atau ke *grid*, dibandingkan dengan 300 °C kekerasan pada umumnya akan meningkat karena partikel saling mengisi sehingga selama *sintering* ikatan antar partikel akan lebih baik atau ketebalannya akan lebih baik. Nilai kekerasan sebagai berikut:
 - a. Suhu *sintering* 200°C sebesar 233 HB.
 - b. Suhu *sintering* 250°C sebesar 156 HB.
 - c. Suhu *sintering* 300°C sebesar 170 HB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Aditya, "Analisa Pengaruh Variasi Pembebanan Terhadap Laju Keausan Bahan Aluminium Sekrap Dan Al-Si Dengan Menggunakan Alat Uji Keausan Tipe Pin On Disk. Jurnal Ilmiah Teknosains, 12," Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [2] T. A. Wibawa, "Pengaruh Variasi Tekanan Kompaksi dan Waktu Sintering Terhadap Kekerasan Komposit Al-SiC-Mg Proses Metalurgi Serbuk," Universitas Muhammadiyah Malang, 2020.
- [3] A. Ardiyansyah, "Pengaruh Variasi Penambahan Unsur Magnesium Pada Pengecoran Aluminium," Universitas Pancasakti Tegal, 2020.
- [4] M. I. Almadani and R. Siswanto, "Proses Manufaktur Mesin Poles Dan Ampelas Untuk Proses Metalografi," *JTAM ROTARY*, vol. 2, no. 1, pp. 15–22, 2020.
- [5] Aminatun, A. Supardi, Z. I. Nisa, D. Hikmawati, and Siswanto, "Synthesis of Nanohydroxyapatite from Cuttlefish Bone (*Sepia* sp.) Using Milling Method," *Int. J. Biomater.*, no. 1831208, pp. 1–6, 2019, doi: <https://doi.org/10.1155/2019/1831208>.