



NOZEL

Jurnal Pendidikan Teknik Mesin

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/nozel>



PENGARUH UNSUR MAGNESIUM DAN *HEAT TREATMENT* PADA PERFORMA PISTON DARI *VELG* ALUMINIUM DENGAN ADC 12

Amin Hakim Nur Ulya¹, Budi Harjanto¹, Nyenyep Sriwardani¹

¹Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Kampus V UNS Pabelan Jl. Ahmad Yani Nomor 200, Surakarta
email: aminhakim005@gmail.com

Abstract

Aluminum alloy is one of the non ferrous metals that are widely used in various fields of life including one of the automotive industry. In Indonesia, the automotive industry is currently experiencing rapid development, as indicated by the number of motorized vehicles. there are many aluminium scrap from velg those are not used intensively, so casting is done through the use of aluminium velg. To prevent damage to the piston and to approach the standard, its hardness needs to be increased, namely by adding magnesium by 0.3% and 0.6% as well as artificial aging heat treatment method at a temperature of 155 °C with a variation of holding time used are 2 hours and 4 hours. The original piston has a hardness value 87.5 VHN. It turns out that aluminum velg material has a chemical composition of silicon element (Si) of 12.9% which is not in accordance with the A333.0 standard, so it is necessary to add the ADC 12 in casting to make new piston material. Based on the A333.0 standard, the suitable composition is 75% ADC 12 + 25% aluminum velg with a hardness value is 83.2 VHN, but still below from the original piston hardness. After the addition of magnesium and artificial aging the hardness of the new piston material has increased. The hardness of the material is 75% ADC 12 + 25% aluminum velg which has a hardness over the original piston is a material with artificial aging 4 hours with a hardness value is 87.6 VHN, material with the addition of magnesium elements 0.3% and 0.6% as well as artificial aging 4 hours which had a violence value are 88.6 VHN and 90.2 VHN. The process of adding magnesium and artificial aging also affects the metallography of the material, namely the structure and shape of the microstructure becomes more organized and there is a change in grain size.

Keywords: casting, aluminum velg, artificial aging, magnesium, piston.

A. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam *non ferrous* yang banyak digunakan dalam berbagai bidang kehidupan. Menurut pernyataan Budinski (Abdillah, 2010) bahwa penggunaan aluminium terus mengalami peningkatan sejak tahun 1980

terutama pada industri otomotif. Salah satu paduan aluminium yang banyak digunakan dalam industri otomotif adalah paduan seri A333.0 dikarenakan adanya beberapa unsur yang dapat terlarut, memiliki kemampuan cor yang baik, kekerasan yang tinggi, dan dapat dilakukan panas (Bondan T. Sofyan,

2011). Di Indonesia saat ini industri otomotif juga mengalami perkembangan pesat hal ini ditandai dengan banyaknya kendaraan bermotor seperti yang ditunjukkan Tabel 1

Tabel 1. Pertumbuhan Produksi Kendaraan Bermotor (Unit)

Tahun	Sedan	Sepeda motor	Bus
2014	224716	7976104	4105
2015	238601	6708384	3873
2016	285304	5931285	4769
Rata-rata	12,88%	-13,47%	8,74%

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019)

Masalah yang dihadapi dalam meningkatkan produksi kendaraan bermotor saat ini adalah ketersediaan komponen otomotif atau suku cadang dan harga suku cadang yang tinggi, sebab sebagai alat transportasi diperlukan perawatan dan pergantian suku cadang secara berkala maupun yang mengalami kerusakan. Salah satu kasus keterbatasan dan kerusakan pada komponen otomotif atau suku cadang adalah piston. Kerusakan piston disebabkan piston bekerja pada suhu dan tekanan yang tinggi dimana piston yang berfungsi sebagai alat memampatkan bahan bakar (compression) dan menghisap bahan bakar.

Sementara itu untuk mendapatkan logam aluminium melalui pengolahan bijih aluminium memerlukan proses yang tidak

mudah, energi besar dan biaya yang mahal, selain itu bijih aluminium merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Hal ini menyebabkan terganggunya proses produksi industri termasuk produksi komponen mesin salah satunya adalah piston.

Salah satu usaha untuk mengatasi keterbatasan bahan baku piston adalah dengan melakukan daur ulang yaitu tidak menggunakan bahan baku pabrikasi ingot seperti ADC 12 tetapi dengan memanfaatkan kembali limbah aluminium dari velg aluminium untuk dituang ulang (remelting) yang diperoleh dengan harga terjangkau.

Agar piston hasil pengecoran memiliki kualitas yang baik yaitu memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan temperatur tinggi seperti piston original atau sesuai standart maka perlu dilakukan proses perlakuan (treatment) dan penambahan unsur tertentu untuk memperbaiki sifat paduan aluminium piston hasil *remelting*. Oleh karena itu pada penelitian ini peneliti melakukan pengecoran menggunakan *velg* paduan aluminium yang dicampur bahan ADC 12 dengan komposisi tertentu sebagai material piston sehingga sesuai dengan paduan A333.0 yang merupakan paduan aluminium yang sering digunakan dalam pembuatan blok mesin, piston dan

komponen mesin lainnya. Setelah itu hasil pengecoran tersebut akan diuji kekerasan dan metalografi setelah dilakukan penambahan unsur magnesium dan perlakuan panas.

B. METODE

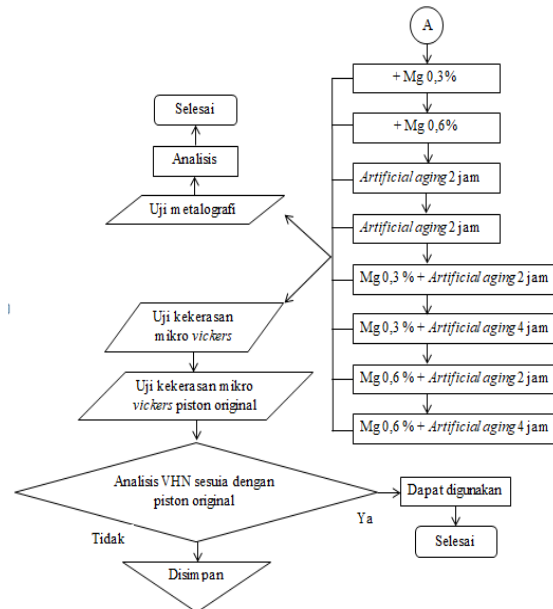
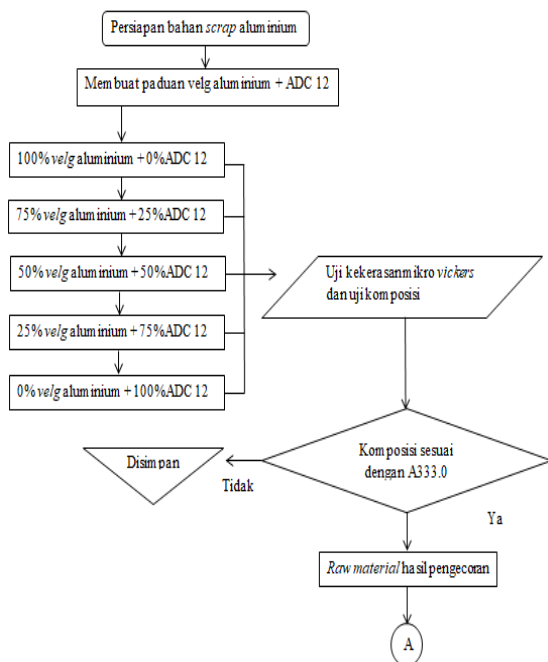
penelitian ini bertujuan untuk : 1) mengetahui pengaruh unsur magnesium pada performa piston dari *velg* aluminium dengan ADC 12 terhadap sifat kekerasan dan metalografi; (2) mengetahui pengaruh *artificial aging* pada performa piston dari *velg* aluminium dengan ADC 12 terhadap sifat kekerasan dan metalografi; (3) mengetahui hubungan penambahan unsur magnesium dengan *artificial aging* pada performa piston dari *velg* aluminium dengan ADC 12 terhadap sifat kekerasan dan metalografi.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kuantitatif. Sedangkan, untuk metode penelitian menggunakan metode penelitian eksperimen. Adapun tempat penelitian yaitu: (1) Laboratorium Logam Politeknik Manufaktur Ceper; (2) Laboratorium Pengujian Bahan, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret. Populasi penelitian adalah pengecoran paduan aluminium dengan bahan *velg* aluminium dan ADC 12 yang akan digunakan sebagai material piston baru. Sampel dibagi dalam

3 kelompok, yaitu: kelompok pertama terdiri dari 5 sampel untuk menentukan raw material dengan komposisi yang sesuai paduan A333.0, kelompok kedua terdiri 8 sampel dengan variabel penambahan unsur magnesium dan perlakuan panas *artificial aging*, dan kelompok ketiga terdiri dari satu sampel piston original. Teknik analisis data adalah data deskriptif yang dilakukan dengan cara mendeskriptifkan dan merangkum hasil pengamatan melalui hasil penelitian yang telah dilakukan. Data yang dihasilkan dapat ditampilkan dalam bentuk tabel, histogram maupun grafik sehingga lebih mudah untuk dibaca. Analisis data hasil pengujian variasi penambahan unsur magnesium (Mg) dan waktu *artificial aging* perlakuan panas adalah sebagai berikut : (1) analisis pengujian kekerasan merupakan uji kekerasan logam yang diukur dengan metode pengujian kekerasan vickers mengetahui kekerasan suatu logam. Dalam penelitian ini terdapat 2 buah spesimen hasil pengecoran aluminium dengan waktu *artificial aging* 2 jam dan 4 jam pada temperatur 155°C, 2 buah spesimen hasil pengecoran aluminium dengan penambahan unsur magnesium 0,3%, dan 0,6% serta 4 buah spesimen hasil pengecoran dengan penambahan unsur magnesium 0,3%, dan 0,6% serta waktu *artificial aging* 2 jam dan 4 jam pada

temperatur 155°C, yang semua spesimen itu berukuran 25 mm x 25 mm x 30 mm. Uji kekerasan yang dilakukan adalah uji kekerasan *vickers*, yang dilakukan pada spesimen dengan beban *indentor* sebesar 100 Kgf selama 10 detik menggunakan alat *micro hardness tester*; (2) analisis pengujian metalografi menggunakan alat pengamat struktur mikro yaitu *Metallurgical Microscop With Inverted* (Olympus PME. Sebagai acuan tingkat kekerasan dari masing-masing spesimen maka digunakan piston original sebagai pembanding dasar.

Gambar 1 menunjukkan diagram alur dalam penelitian ini.

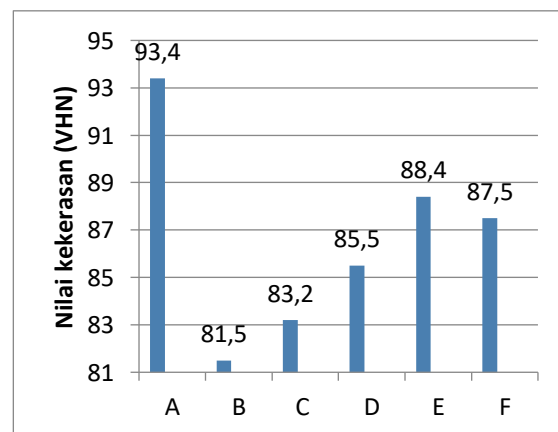


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data Penelitian

Sebelum membuat material piston baru terlebih dahulu menentukan raw material yang sesuai dengan A333.0 Gambar 2 menunjukkan nilai kekerasan piston original sebesar 87,5 VHN dan beberapa material yang akan dijadikan sebagai raw material sebelum mengalami pengaruh variabel bebas.



Gambar 2. Nilai Kekerasan Spesimen sebagai Raw Material

Keterangan :

(A) : *velg* aluminium (kontrol 1);

(B) : ADC 12 (kontrol 2);

(C) : 75% ADC 12 + 25 % *velg* aluminium;

(D) : 50% ADC 12 + 50 % *velg* aluminium;

(E) : 25% ADC 12 + 75 % *velg* aluminium;

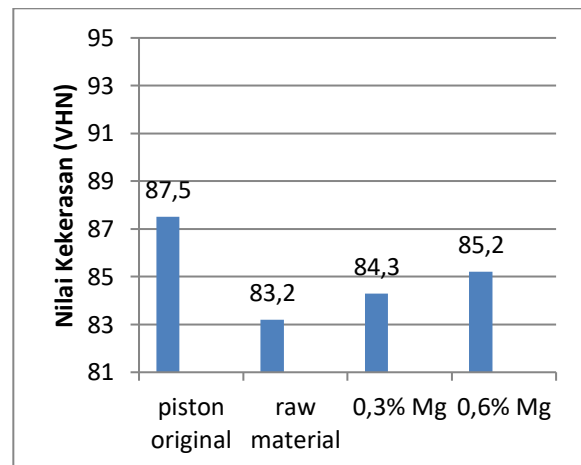
(F) : Piston original

Campuran antara ADC 12 dengan *scrap* aluminium memiliki pengaruh terhadap persentase unsur Si pada hasil pengecoran spesimen. Pada campuran 75% ADC 12 dengan 25% *scrap* memiliki persentase unsur Si 10,02%, 50% ADC 12 dengan 50% *scrap* aluminium memiliki persentase unsur Si 10,77%, dan 25% ADC 12 dengan 75% *scrap* aluminium memiliki persentase unsur Si 11,7%, Namun komposisi spesimen yang memenuhi standart komposisi A333.0 adalah campuran 75% ADC 12 dengan 25% *scrap* aluminium yang memiliki persentase unsur Si 10,02% dan kekerasan sebesar 83,2 VHN. Sehingga dipilih komposisi perbandingan 75% ADC 12 + 25 % *scrap* aluminium sebagai *raw material*

Perbandingan Kekerasan Spesimen

Adapun perbandingan kekerasan spesimen dibagi dalam 3 kelompok sesuai pengaruh variabel bebas yaitu spesimen dengan penambahan unsur magnesium, spesimen dengan *artificial aging*, dan

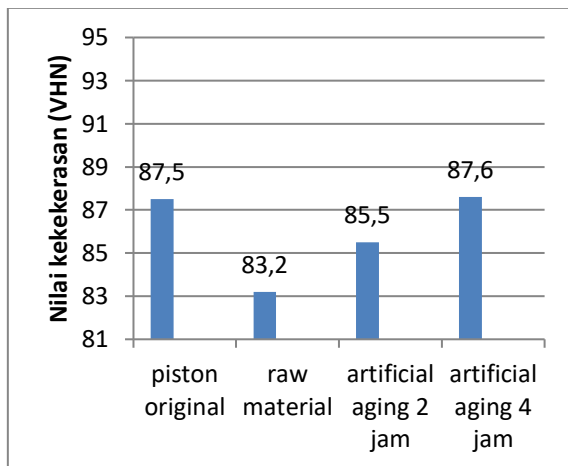
spesimen dengan penambahan unsur magnesium sekaligus *artificial aging*.



Gambar 3. Perbandingan Kekerasan Spesimen Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium

Gambar 3 menunjukkan penambahan unsur magnesium 0,3% pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium meningkatkan nilai kekerasan sebesar 1,1 VHN dari 83,2 VHN menjadi 84,3 VHN. Sedangkan penambahan unsur magnesium 0,6% pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium meningkatkan nilai kekerasan sebesar 2,0 VHN atau dari 83,2 VHN menjadi 85,2 VHN. Jadi penambahan unsur magnesium 0,3% dan 0,6% dapat meningkatkan nilai kekerasan spesimen, namun demikian penambahan unsur magnesium baik 0,3% maupun 0,6% nilai kekerasan dibawah piston original dengan nilai kekerasan 87,5 VHN.

a. *Artificial aging*



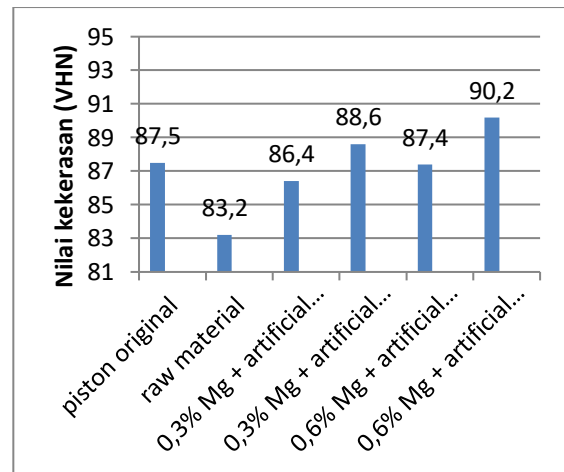
Gambar 4. Perbandingan Kekerasan Spesimen Pengaruh Perlakuan Panas *Artificial Aging*

Gambar 4 menunjukkan perlakuan panas *artificial aging* selama 2 jam dengan suhu 155°C pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium dapat meningkatkan nilai kekerasan spesimen sebesar 2,3 VHN dari 83,2 VHN menjadi 85,5 VHN. Sedangkan perlakuan panas *artificial aging* selama 4 jam dengan suhu 155°C pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium dapat meningkatkan nilai kekerasan spesimen sebesar 4,4 VHN dari 83,2 VHN menjadi 87,6 VHN.

Jadi perlakuan panas *artificial aging* pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium, baik selama 2 jam maupun 4 jam dapat meningkatkan nilai kekerasan spesimen, namun demikian perlakuan panas *artificial aging* selama 2 jam memiliki nilai kekerasan masih dibawah nilai kekerasan piston original

dengan nilai kekerasan 87,5 VHN, sedangkan perlakuan panas *artificial aging* selama 4 jam memiliki nilai kekerasan spesimen piston original sebesar 0,1 VHN.

b. Penambahan magnesium dan *artificial aging*



Gambar 5. Perbandingan Kekerasan Spesimen Pengaruh Penambahan Unsur Magnesium dan Perlakuan Panas *Artificial Aging*

Gambar 5 menunjukkan penambahan unsur magnesium 0,3% dan perlakuan panas *artificial aging* selama 2 jam dengan suhu 155°C pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium meningkatkan nilai kekerasan sebesar 3,2 VHN atau dari 83,2 VHN menjadi 86,4 VHN. Penambahan unsur magnesium 0,3% dan perlakuan panas *artificial aging* selama 4 jam dengan suhu 155°C pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium meningkatkan nilai kekerasan sebesar 5,3 VHN dari 83,2 VHN menjadi 88,6 VHN. Penambahan unsur magnesium 0,6% dan

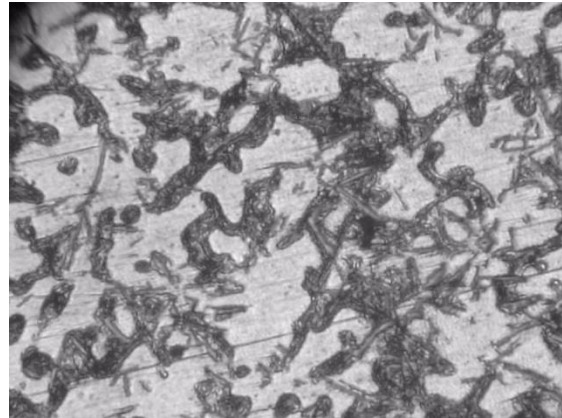
perlakuan panas *artificial aging* selama 2 jam dengan suhu 155°C pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium meningkatkan nilai kekerasan sebesar 4,2 VHN atau dari 83,2 VHN menjadi 87,4 VHN. Penambahan unsur magnesium 0,6% dan perlakuan panas *artificial aging* selama 4 jam dengan suhu 155°C pada *raw material* 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium meningkatkan nilai kekerasan sebesar 7,0 VHN dari 83,2 VHN menjadi 90,2 VHN.

Jadi untuk penambahan unsur magnesium 0,3% dan 0,6% dengan perlakuan panas *artificial aging* selama 2 jam memiliki nilai kekerasan dibawah piston original dengan nilai kekerasan 87,5 VHN. Sedangkan unsur penambahan magnesium 0,3% dan 0,6% dengan perlakuan panas *artificial aging* selama 4 jam memiliki nilai kekerasan diatas piston original sebesar 1,1 VHN dan 2,7 VHN.

Perbandingan Struktur Mikro

Spesimen

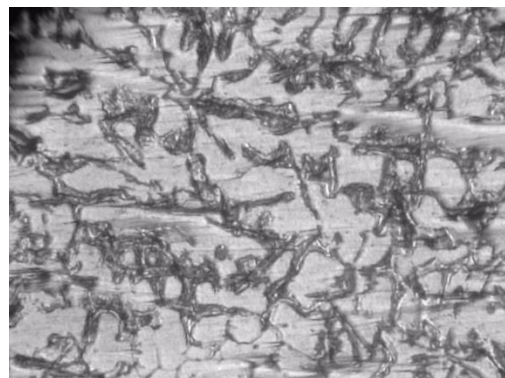
Pengujian struktur mikro pada spesimen ini menggunakan *Metallurgical Microscop With Inverted* (Olympus PME). Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian metalografi raw material 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium.



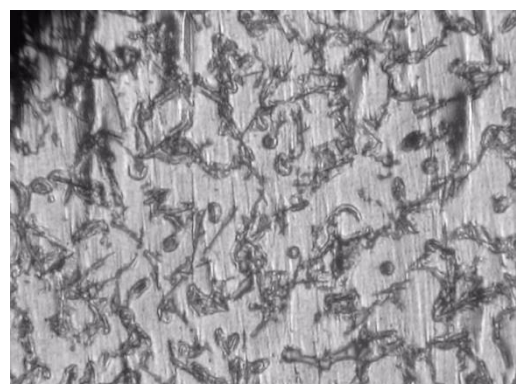
Gambar 6. Metalografi *Raw Material*

Adapun perbandingan kekerasan spesimen dibagi dalam 3 kelompok sesuai pengaruh variabel bebas sebagai berikut :

a. Penambahan magnesium



Gambar 7. Metalografi 0,3% Mg



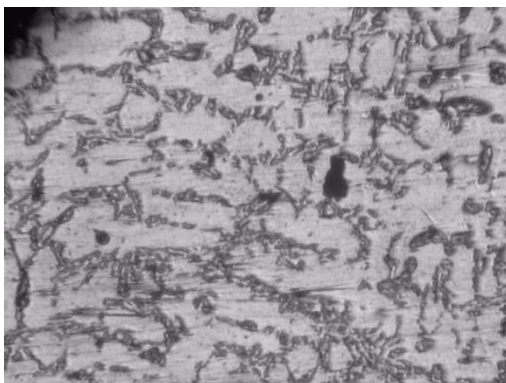
Gambar 8. Metalografi 0,6% Mg

Pada perbandingan Gambar 6, 7, dan 8 menunjukkan perbedaan susunan dan ukuran butir struktur mikro spesimen. Jadi penambahan unsur magnesium yang berbeda akan mempengaruhi perubahan susunan dan ukuran butir struktur pada spesimen hasil pengecoran yang berbeda pula.

b. *Artificial aging*



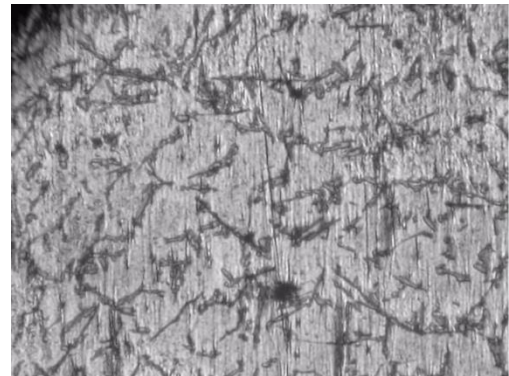
Gambar 9. Metalografi *Artificial Aging* 2 jam



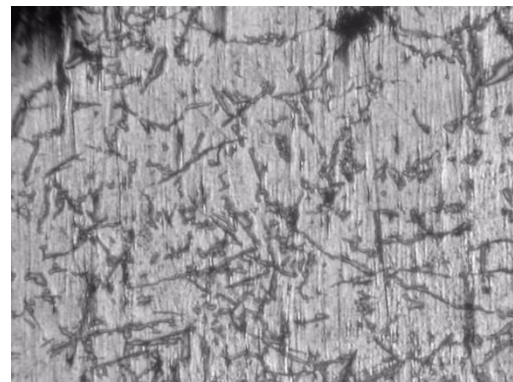
Gambar 10. Metalografi *Artificial Aging* 4 jam

Pada perbandingan Gambar 6, 9, dan 10 menunjukkan perbedaan bentuk dan susunan matriks atom struktur mikro spesimen. Jadi lamanya waktu *artificial aging* akan mempengaruhi bentuk dan susunan matriks.

c. Penambahan magnesium dan *artificial aging*



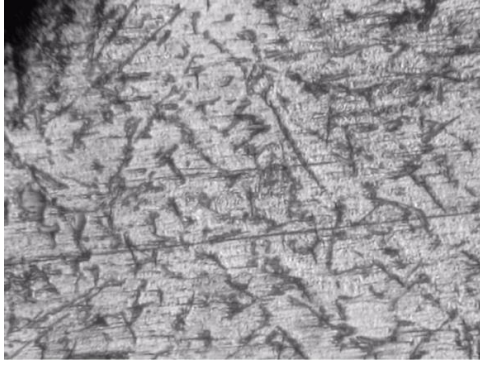
Gambar 11. Metalografi 0,3% Mg + *Artificial Aging* 2 Jam



Gambar 12. Metalografi 0,3% Mg + *Artificial Aging* 4 Jam



Gambar 13. Metalografi 0,6% Mg + *Artificial Aging* 2 Jam



Gambar 14. Metalografi 0,6% Mg + Artificial Aging 4 Jam

Pada perbandingan Gambar 6, 11, 12, 13, dan 14 menunjukkan perbedaan ukuran butir, bentuk, dan susunan matriks. Jadi banyak penambahan unsur magnesium dan lamanya waktu perlakuan panas *artificial aging* akan mempengaruhi ukuran butir, bentuk, dan susunan matriks

D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengecoran *scrap* aluminium dengan campuran ADC 12, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa material piston baru yang sesuai dengan piston original yaitu 75% ADC 12 + 25% *scrap* aluminium dengan *artificial aging* selama 4 jam menghasilkan nilai kekerasan 87,6 VHN, dan 0,3% Mg + *Artificial Aging* selama 4 Jam menghasilkan nilai kekerasan 88,6 VHN. Penambahan Magnesium, *artificial aging* maupun penambahan Magnesium sekaligus dengan *artificial aging* dapat mempengaruhi ukuran butir, bentuk, dan susunan matriks.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. (2010). Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas. Universitas Diponegoro, Semarang.
- ASM Handbook. Heat treating (Vol. 4).
- ASTM E3. Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens1. ASTM International.
- ASTM E384. Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials. ASTM International.
- Badan Pusat Statistik. (2019). Industri Besar dan Sedang. Diambil dari <https://www.bps.go.id/statictable/2017/11/23/1981/produksi-kendaraan-bermotor-dalam-negeri-unit-2000-2016.html>
- Beroual, S., dkk. (2019). Effects of heat treatment and addition of small amounts of Cu and Mg on the microstructure and mechanical properties of Al-Si-Cu and Al-Si-Mg cast alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 784, 1026–1035. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.12.365>
- Bondan T. Sofyan. (2011). Pengantar Material Teknik. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Canyook, R., dkk. (2018). The effects of heat treatment on microstructure and mechanical properties of rheocasting ADC12 aluminum alloy. *Materials Today: Proceedings*, 5(3), 94769482. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.10.127>
- Wu, X., dkk. (2019). Interactions between Fe-rich intermetallics and Mg-Si phase in Al-7Si-xMg alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 786, 205–214. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.01.352>