

PERLAKUAN ARTIFICIAL AGING PADA VELG MOBIL DENGAN WAKTU TAHAN 30, 60, DAN 90 MENIT PADA SUHU 100°C TERHADAP PERUBAHAN KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Listian Fiqri Pratama, Ir. Pramuko Ilmu Purboputro, M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Proses penuaan (*aging*) dibagi menjadi dua klasifikasi, yaitu *natural aging* dan *artificial aging*. *Natural aging* atau yang biasa disebut penuaan alami adalah proses penuaan yang digunakan pada material aluminium paduan yang berlangsung pada suhu ruangan antara 20°C - 30°C dengan waktu penahanan 1 hari atau lebih. Sedangkan *artificial aging* atau penuaan buatan adalah proses penuaan untuk paduan aluminium yang berlangsung dengan waktu penahanan lebih singkat dari *natural aging*. Penelitian ini menggunakan bahan velg mobil yang mana setelah dilakukan uji komposisi kimia didapatkan hasil aluminium (Al) sebesar 93,55% dan silikon (Si) sebesar 5,91%. Penelitian dilakukan dengan cara memotong spesimen menjadi beberapa bagian. Setelah itu spesimen dilakukan *solution treatment* pada suhu 500 °C ditahan selama 1 jam dan dilakukan *quenching* dengan media air. Setelah itu spesimen dipanaskan kembali menggunakan metode *artificial aging* dengan suhu 100 °C dan waktu tahan 30,60, dan 90 menit. Pada pengujian struktur mikro didapatkan porositas dengan jumlah yang cukup banyak yang umumnya berbentuk titik bulat berlubang yang dihasilkan oleh pengendapan hidrogen dari udara bebas selama proses pendinginan pada aluminium. Pada pengujian kekerasan didapatkan nilai spesimen *raw material* sebesar 47,6 HRB, spesimen yang di *artificial aging* selama 30 menit sebesar 38,2 HRB, spesimen yang di *artificial aging* selama 60 menit sebesar 28,0 HRB, spesimen yang di *artificial aging* selama 90 menit sebesar 26,0 HRB.

Kata Kunci: Aluminium, *artificial aging*, kekerasan, struktur mikro.

Abstract

The aging process is divided into two classifications, namely natural aging and artificial aging. Natural aging or what is usually called natural aging is an aging process used on aluminum alloy materials which takes place at room temperature between 20°C - 30°C with a holding time of 1 day or more. Meanwhile, artificial aging is an aging process for aluminum alloys that takes place with a shorter holding time than natural aging. This research used car wheel rim materials where after chemical composition tests were carried out the results were aluminum (Al) of 93.55% and silicon (Si) of 5.91%. The research was carried out by cutting the specimen into several parts. After that, the specimen was subjected to solution treatment at a temperature of 500 °C, held for 1 hour and quenched using water. After that, the specimen was reheated using the artificial aging method with a

temperature of 100 °C and a holding time of 30, 60, and 90 minutes. In microstructure testing, it was found that there was quite a lot of porosity which generally took the form of round, hollow points produced by the deposition of hydrogen from free air during the cooling process on aluminum. In hardness testing, the raw material specimen value was 47.6 HRB, the specimen artificially aged for 30 minutes was 38.2 HRB, the specimen artificially aged for 60 minutes was 28.0 HRB, the specimen artificially aged for 90 minutes amounting to 26.0 HRB.

Keywords: Aluminum, artificial aging, hardness, microstructure

1. PENDAHULUAN

Dalam perkembangan teknologi yang pesat saat ini, telah banyak inovasi yang dilakukan salah satunya bidang otomotif. Inovasi tersebut membutuhkan suatu paduan logam ringan, kuat, dan tahan lama untuk digunakan sebagai komponen. Untuk membuat sebuah paduan logam yang diinginkan, dibutuhkan suatu material yang memiliki sifat elastis (ductility) untuk meningkatkan kekuatan dari paduan logam tersebut. Sifat tersebut mampu menurunkan porositas untuk mendapatkan paduan logam yang bermutu tinggi dan berkualitas.

Ada berbagai jenis material yang dapat digunakan oleh perusahaan dalam pembuatan sebuah produk, salah satu material yang banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari adalah aluminium. Aluminium merupakan salah satu material logam non-ferrous yang paling sering digunakan di dunia industri. Aluminium memiliki sifat ringan dengan sifat mekanik, ketahanan korosi serta konduktivitas listrik dan sifat-sifat yang baik. Namun aluminium memiliki kekurangan yaitu sifat mekanik yang rendah, maka perlu adanya penambahan unsur seperti tembaga (Cu), magnesium (Mg), silikon (Si), mangan (Mn) dll, bisa juga dengan metode penambahan Zirconia (Wardhana, 2013).

Heat treatment adalah proses pemanasan dan pendinginan yang dikontrol yang bertujuan untuk mengubah sifat fisik dan sifat mekanik dari suatu bahan atau logam sesuai dengan yang diinginkan. Adapun perlakuan panas pada *age hardenable* atau *aging* adalah proses pemanasan logam pada temperatur tertentu disertai dengan proses pendinginan kemudian ditahan pada temperatur dan waktu tertentu. Proses *aging* terbagi menjadi dua metode, pertama natural aging yang

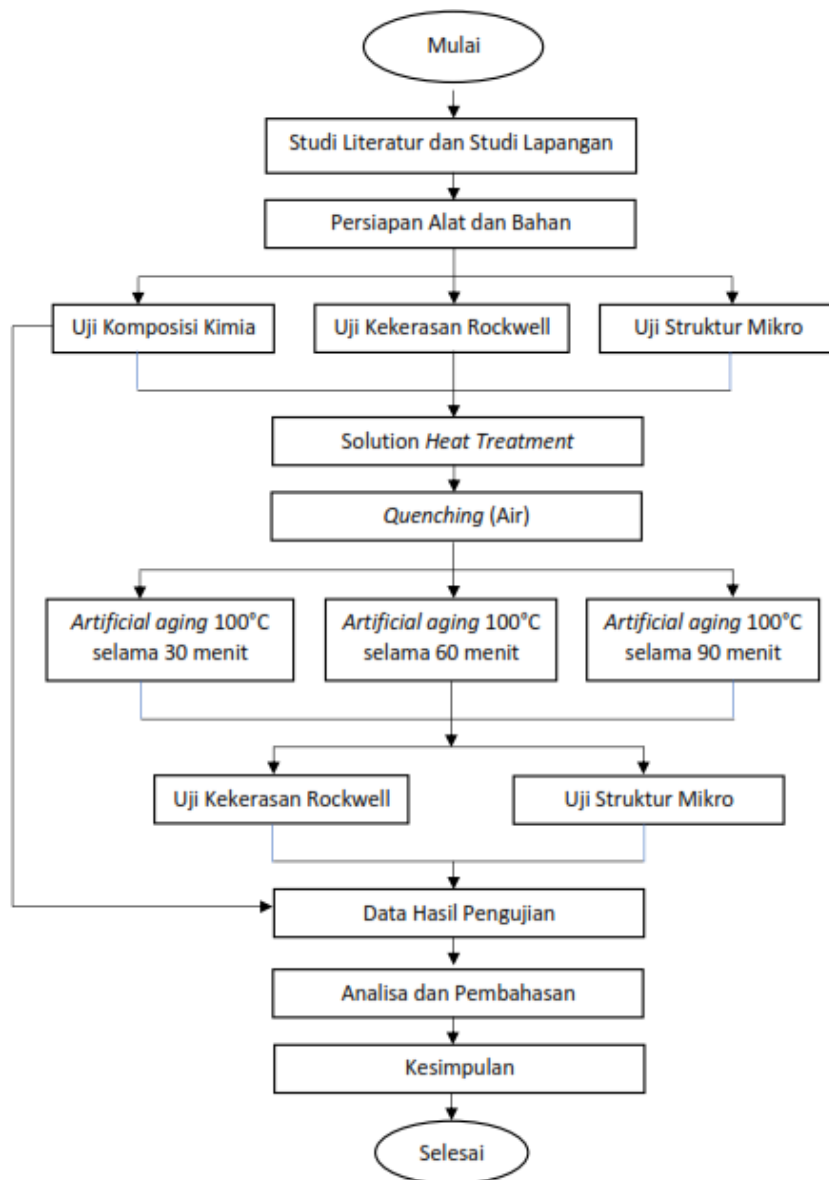
merupakan proses penuaan alami menggunakan temperatur ruangan, sedangkan *artificial aging* merupakan proses penuaan buatan dengan menggunakan diatas temperatur ruangan.

Uji kekerasan merupakan pengujian yang paling efektif karena dengan pengujian ini, kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji keras, material dapat dengan mudah di golongan sebagai material ulet atau getas. Uji kekerasan merupakan salah satu metode untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas atau dingin terhadap material. Material yang telah mengalami *cold working*, *hot working*, dan *heat treatment*, dapat diketahui gambaran perubahan kekuatannya, dengan mengukur kekerasan permukaan suatu material. Oleh sebab itu, dengan uji keras kita dapat dengan mudah melakukan quality control terhadap material.

Analisa struktur mikro dilakukan untuk memperkirakan sifat-sifat material, analisa kegagalan, dan memeriksa proses-proses yang pernah dialami oleh suatu material. Dalam menganalisa suatu struktur mikro kita perlu mengetahui klasifikasi material logam. Dalam pelaksanaannya analisa struktur mikro terbagi menjadi tiga yaitu makro, mikro dan elektron dimana ketiganya memiliki tujuan dan fungsi masing-masing. Pengetahuan yang harus dimiliki untuk menganalisa struktur mikro antara lain: Diagram kesetimbangan fasa, hal-hal yang mempengaruhi struktur mikro, cara-cara memunculkan struktur mikro dan lain-lain.

2. METODE

Adapun *flowchart* penelitian untuk menyusun beberapa langkah metode yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan seperti pada gambar 1.



Gambar 1 *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

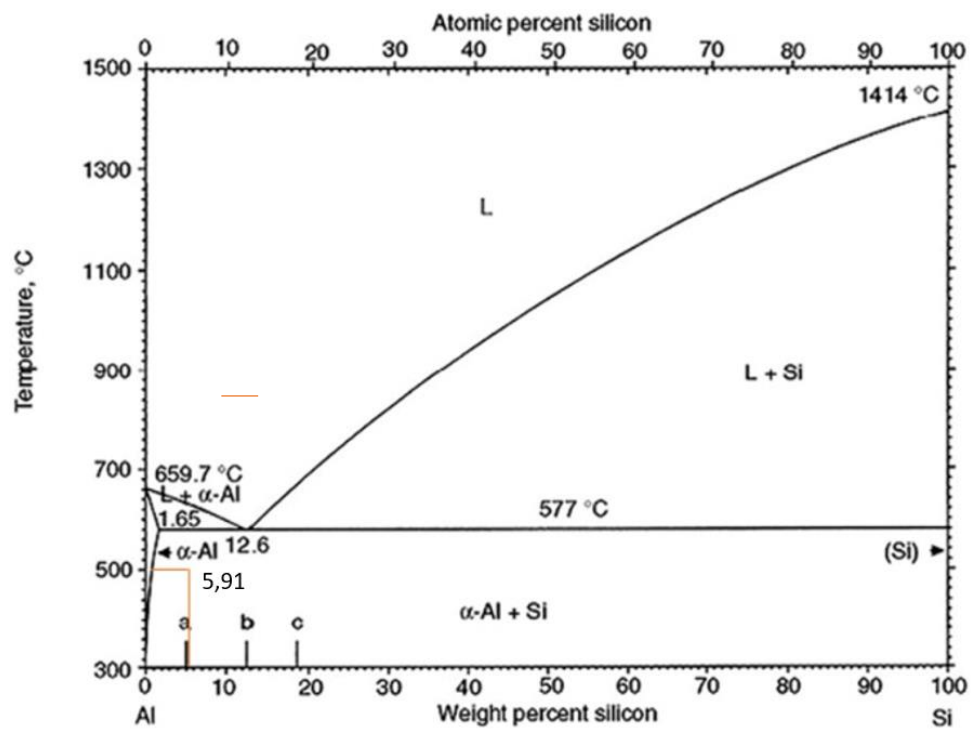
3.1 Data Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Sebelum melalui proses *heat treatment*, spesimen terlebih dahulu dilakukan pengujian komposisi kimia untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung di dalam spesimen tersebut masuk kedalam jenis apa. Pengujian komposisi kimia dilakukan di PT. Dynatech International Jakarta. Berikut ini adalah hasil dari pengujian komposisi kimia yang sudah dilakukan yaitu sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Uji Komposisi Kimia

Unsur	%
Al	93,55
Si	5,91
Mg	0,281
Ti	0,131
Fe	0,0679
Ni	0,049
Zn	0,031

Berdasarkan tabel 4.1 hasil uji komposisi kimia, spesimen yang akan diteliti masuk kedalam Al-Si dengan kandungan Al sebesar 93,55% dan Si sebesar 5,91%.



Gambar 2 Diagram Fasa Al-Si

Sumber : (Design, 2004)

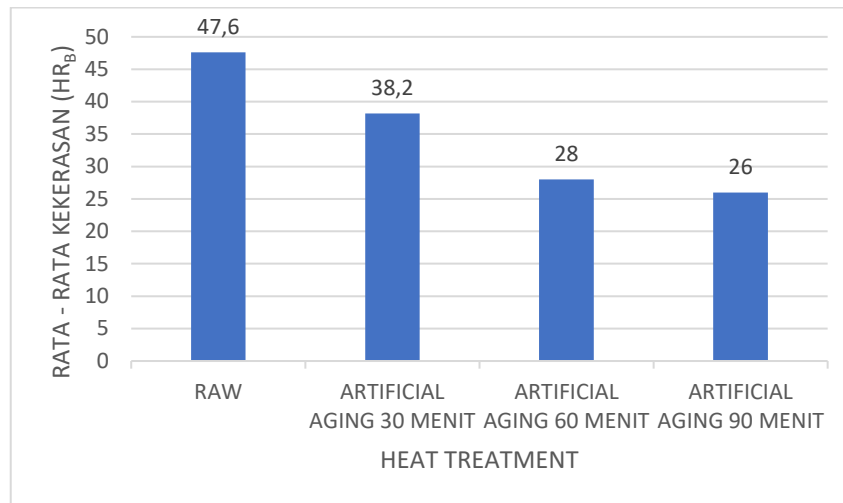
Pada diagram fasa Al-Si yang ada diatas, dapat dilihat bahwa batasan paduan aluminium yang dapat diberi perlakuan panas memiliki kandungan Si maksimal sebesar 1,65%. Sedangkan kandungan Si yang terkandung dalam spesimen yang akan diteliti sebesar 5,91%, sehingga spesimen yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kedalam kategori *Non-heat treatable*.

3.2 Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan bertujuan untuk membandngkan nilai kekerasan pada spesimen sebelum dan sesudah mengalami proses *artificial aging*. Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta dan PT. Dynatech International Jakarta. Pengujian ini menggunakan metode uji kekerasan *Rockwell* dengan skala HR_B dan pembebanan 100 kgf. Indentor yang dipakai pada pengujian ini yaitu berjenis bola baja dengan waktu penekanan selama 10 detik. Data hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kekerasan

NO	SPESIMEN	INDENTASI (HR _B)			RATA-RATA
		1	2	3	
1	RAW	47,6	47,7	47,5	47,6
2	<i>ARTIFICIAL AGING</i> 30 MENIT	36,4	38,0	40,4	38,2
3	<i>ARTIFICIAL AGING</i> 60 MENIT	28,4	25,3	30,1	28,0
4	<i>ARTIFICIAL AGING</i> 90 MENIT	29,9	22,9	25,2	26,0



Gambar 3 Diagram Hasil Pengujian Kekerasan

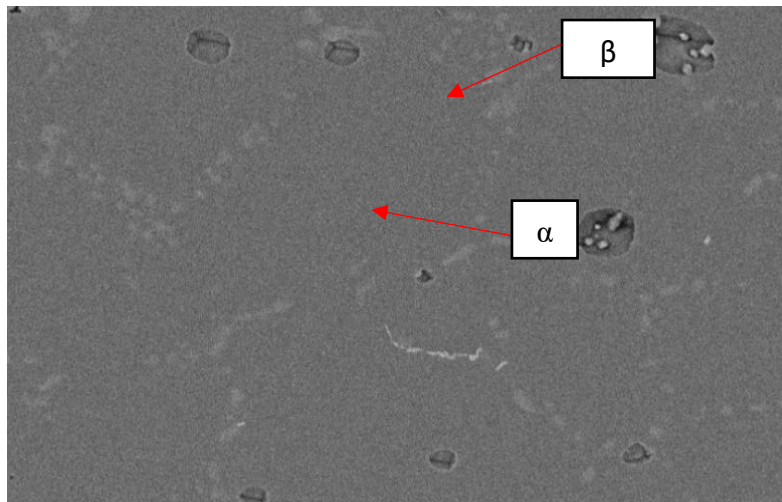
3.3 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan Rockwell

Berdasarkan data hasil pengujian kekerasan pada tabel diatas, spesimen *raw material* didapatkan nilai kekerasan sebesar 47,6 HR_B, setelah spesimen diberi perlakuan *artificial aging* selama 30 menit spesimen mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 38,2 HR_B. Lalu pada spesimen yang telah diberi perlakuan *artificial aging* selama 60 menit adalah sebesar 28,0 HR_B yang mana terjadi penurunan dibandingkan dengan spesimen yang diberi perlakuan *artificial aging* 30 menit. Selanjutnya pada spesimen yang diberi perlakuan *artificial aging* selama 90 menit didapatkan nilai kekerasan sebesar 26,0 HR_B yang mana terjadi penurunan juga dibandingkan dengan spesimen yang diberi perlakuan *artificial aging* selama 30 menit dan 60 menit.

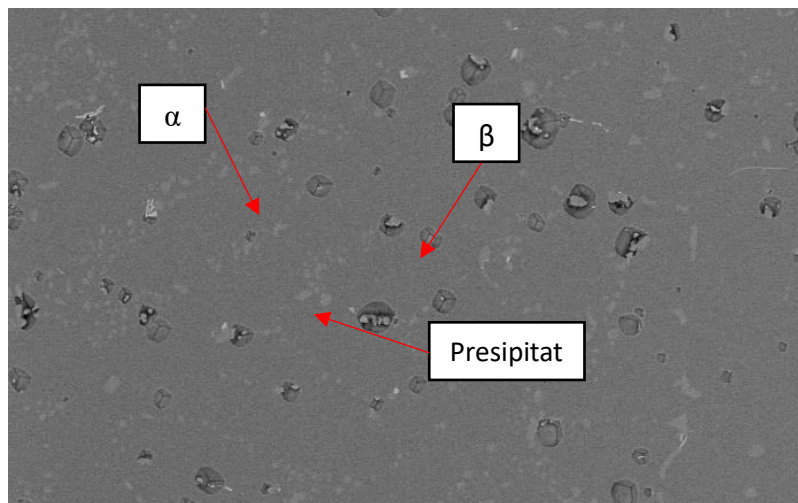
Setelah di *quenching*, spesimen masuk dalam fasa larutan padat lewat jenuh (*super saturated solid solution*) dimana nilai kekerasan masih kecil karena presipitat yang terbentuk belum terlalu terlihat. Selanjutnya pada saat proses *artificial aging* suhu atau temperatur furnace tidak stabil yang mana menyebabkan fasanya masuk kedalam fasa *overaged*. Pada fasa *overaged*, presipitat yang terbentuk cenderung besar sehingga menyebabkan spesimen menjadi lunak kembali serta nilai kekuatan dan kekerasan cenderung menurun.

3.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro

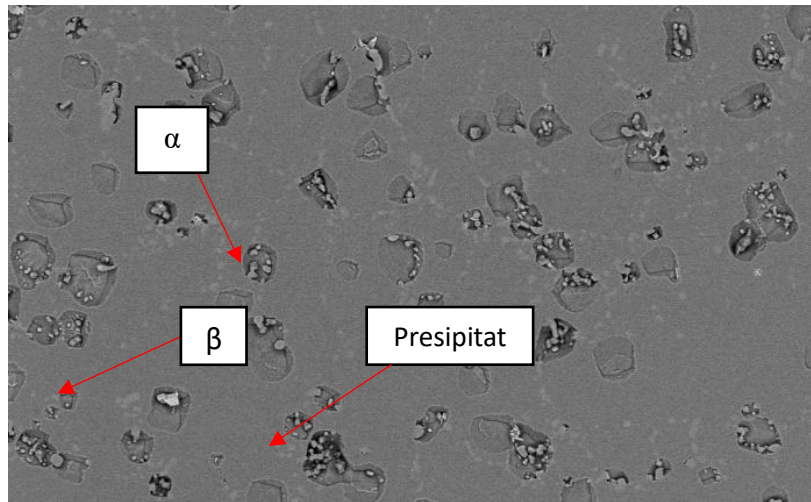
Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengamati bentuk, ukuran, dan penyebaran butiran pada spesimen yang terjadi sebelum dan sesudah dilakukan proses artificial aging. Hasil pengujian struktur mikro pada spesimen-spesimen yang telah diuji dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



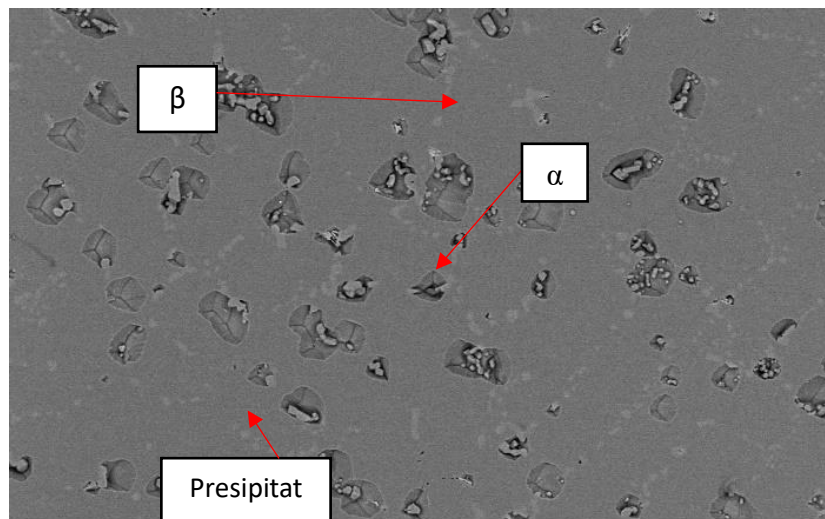
Gambar 4 Struktur Mikro *Raw Material*



Gambar 5 Struktur Mikro *Artificial Aging 30 Menit*



Gambar 6 Struktur Mikro Artificial Aging 60 Menit



Gambar 7 Stuktur Mikro Artificial Aging 90 Menit

3.5 Pembahasan Hasil Pengujian Struktur Mikro

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa proses *artificial aging* menyebabkan perubahan bentuk struktur mikro yang mana hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kekerasan pada spesimen tersebut. Hasil pengamatan struktur mikro pada *raw material* sebelum melewati proses *artificial aging* seperti gambar 4.2 memiliki ukuran butiran silikon (Si) yang kecil dan rapat. Pada gambar 4.3 spesimen yang telah melewati proses *artificial aging* selama 30 menit pada suhu 100°C memiliki ukuran butiran silikon (Si) agak kecil dan renggang, ini membuat nilai kekerasan dari spesimen ini lebih rendah dibanding *raw material*. Pada gambar 4.4 spesimen yang telah melewati proses *artificial aging* selama 60 menit pada suhu 100°C memiliki ukuran butiran silikon (Si) yang besar dan renggang, ini membuat nilai kekerasan dari spesimen ini lebih rendah dibanding yang di *artificial aging* selama 30 menit. Pada gambar 4.5 spesimen yang telah melewati proses *artificial aging* selama 90 menit pada suhu 100°C memiliki ukuran butiran silikon (Si) yang lebih besar dan rapat, ini membuat nilai kekerasan dari spesimen ini paling rendah.

Setelah proses *quenching*, spesimen akan masuk kedalam fasa larutan padat lewat jenuh (*super saturated solid solution*) dimana dalam fasa ini presipitat sudah terbentuk namun belum terlalu terlihat. Setelah melalui proses *artificial aging*, spesimen tidak berhenti di fasa *peak aged* seperti yang diharapkan yang mana di fasa ini akan didapatkan tingkat kekuatan dan kekerasan yang optimal karena presipitat yang terbentuk cenderung banyak dan tersebar merata, tetapi spesimen justru berlanjut ke fasa *overaged*. Pada fasa *overaged* inilah presipitat yang terbentuk cenderung besar sehingga menyebabkan nilai kekuatan dan kekerasan cenderung menurun.

4. PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : (1) Dari hasil pengujian komposisi kimia pada spesimen velg mobil, didapatkan unsur terbanyak yaitu aluminium (Al) sebanyak 93,55% dan silikon (Si) sebanyak 5,91%, sehingga termasuk kedalam logam aluminium silikon (Al-Si). (2) Didapatkan nilai kekerasan sebesar 47,6 HRB pada *raw material*, 38,2 HRB pada spesimen yang di *artificial aging* selama 30 menit pada suhu 100°C, 28,0 HRB pada spesimen yang di *artificial aging* selama 60 menit pada suhu 100°C, dan 26,0 HRB pada spesimen yang di *artificial aging* selama 90 menit pada suhu 100°C. (3)

Berdasarkan pengujian struktur mikro yang telah dilakukan, spesimen yang dilakukan proses artificial aging masuk kedalam fasa overaged dikarenakan suhu dalam furnace yang cenderung berubah-ubah. Pada fasa ini presipitat yang terbentuk cenderung besar-besar sehingga menyebabkan nilai kekuatan dan kekerasan cenderung menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. (2010). Pengaruh Temperatur Dan Waktu Penahanan Artificial Aging Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Paduan 50% Piston Bekas Dan 50% Adc 12 Untuk Material Piston Motor Bensin. *Traksi*, 10(1), 44–55.
- Aljufri, & Putra, R. (2018). Pengaruh Porositas Las Terhadap Kekuatan Tarik Pada Material Aisi 1050 Yang Menggunakan Kampuh Las V 90°. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–7.
- ASTM. (2021). Astm: E18-15. *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/E0018-15.2>
- Bagus Suryasa Majanasastra, R. (2015). Pengaruh Variable Waktu(Aging Heat Treatment) Thd Peningkatan Kekerasan. In *Jurnal Imiah Teknik Mesin* (Vol. 3, Issue 2).
- Budinski, K. G. (1992). Properties and Selection. In *Engineering Materials - Properties and Selection*.
- Callister Jr, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). Structures and Properties of Ceramics. In *Materials Science and Engineering - An Introduction*.
- Campanella, O. H. (2015). Heat Treatment: Principles and Techniques. In *Encyclopedia of Food and Health*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00371-8>
- Design, M. P. (2004). *Handbook of*.
- Girão, A. V., Caputo, G., & Ferro, M. C. (2017). Application of Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS). *Comprehensive Analytical Chemistry*, 75, 153–168. <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.10.002>

- Hasanah, I. U., Suryana, S., & Hapsari, D. A. (2020). Pengaruh waktu solution treatment dan artificial aging aluminium matrix composite ADC12 terhadap sifat mekanik. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 317. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9191>
- Periyanto. (2016). Analisa Pengaruh Media Perlakuan Panas Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(1), 1–34.
- Pranata, D. E. M., Alfirano, & Mujiat, J. (2016). Analisis Struktur Mikro Dan Sifat Mekanik Paduan Al 2014 Hasil Proses Aging dengan Variasi Temperatur dan Waktu Tahan. In *Jurnal Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*.
- Rashed, H. M. M. A., & Bazlur Rashid, A. K. M. (2017). Heat Treatment of Aluminum Alloys. In *Comprehensive Materials Finishing* (Vols. 2–3). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.09194-3>
- Ratih Ponco K . S ., E. S. dan S. D. (2016). Pengaruh Unsur Silikon Pada Aluminium Alloy (Al – Si) Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Ratih Ponco K . S ., Erwin Siahaan dan Steven Darmawan Pendahuluan Logam umumnya digunakan dalam industri karena memiliki beberapa keunggulan seperti kuat ,. *Teknik Mesin*, 14, 49–56.
- Sidney. (1992). Introduction to Physical Metallurgy. In *McGraw Hill Book Company*.
- Surdia, T., & Saito, S. (1985). *Pengetahuan Bahan Teknik*.