

ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS *ARTIFICIAL AGING* PADA VELG OEM (Al-Si) DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR, AIR ES,OLI SAE 140) TERHADAP NILAI KEKERASAN



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi S1 pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

GILANG ANGGA RUCI

D200160047

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS *ARTIFICIAL AGING*
PADA VELG OEM (Al-Si) DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR,
AIR ES, OLI SAE 140) TERHADAP NILAI KEKERASAN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:



GILANG ANGGA RUCI

D200160047

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Masyrukan, M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS *ARTIFICIAL AGING*
PADA VELG OEM (Al-Si) DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR,
AIR ES, OLI SAE 140) TERHADAP NILAI KEKERASAN**

**OLEH
GILANG ANGGA RUCI
D200160047**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Kamis, 10 Desember 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Masyrukan, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)

(.....*Kaw*.....)

2. Amin Sulistyanto, S.T., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)

(.....*A*.....)

3. M. Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....*Al Fatih*.....)

Dekan Fakultas Teknik,



5012021
Dr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 22 Desember 2020

Penulis



GILANG ANGGA RUCI

D200160047

**ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS *ARTIFICIAL AGING*
PADA VELG OEM (Al-Si) DENGAN VARIASI MEDIA PENDINGIN (AIR,
AIR ES, OLI SAE 140) TERHADAP NILAI KEKERASAN**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendinginan (air, air es dan oli SAE 140) pada proses artificial aging terhadap nilai kekerasan velg OEM (Al-Si). Pembuatan spesimen dari bahan material velg OEM. Proses pembuatan spesimen menggunakan pengecoran metode sand casting. Spesimen uji diproses dengan langkah awal solution heat treatment temperatur 500°C waktu tahan 5 menit. Kemudian quenching dengan variasi media pendingin air, air es dan oli SAE 140. Setelah quenching, dilakukan perlakuan panas artificial aging temperatur 180°C waktu tahan 4 jam. Hasil pengujian kekerasan setelah proses artificial aging terhadap raw material setelah remelting meningkat pada media pendingin air dari 52.61 BHN menjadi 60.06 BHN, media air es dari 52.61 BHN menjadi 60.06 BHN dan media oli SAE 140 dari 52.61 BHN menjadi 55.25 BHN. Persentase kenaikan tertinggi terjadi pada media pendingin air dan air es sebesar 14.16%.

Kata kunci : artificial aging, kekerasan, media pendingin, perlakuan panas, velg OEM.

Abstract

This research aims to determine the effect of variations in cooling media (water, ice water and SAE 140 oil) on artificial aging processes on OEM wheels hardness (Al-Si) values. Manufacture of specimens from OEM wheels material. The process of making specimens uses the casting method sand casting. The test specimen is processed with the initial step of solution heat treatment temperature 500°C lasting time 5 minutes. Then quenching with a variety of water cooling media, ice water and SAE 140 oil. After quenching, artificial aging heat treatment is carried out at a temperature of 180°C lasting time of 4 hours. Results of hardness testing after artificial aging process against raw material after remelting increased in water cooling media from 52.61 BHN to 60.06 BHN, ice water media from 52.61 BHN to 60.06 BHN and SAE oil media 140 from 52.61 BHN to 55.25 BHN. The highest percentage increase occurred in water cooling media and ice water by 14.16%.

Key words: artificial aging , hardness, cooling media, heat treatment, OEM wheels.

1. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya industri manufaktur otomotif pada era modern saat ini akan selalu diikuti dengan permintaan produk-produk dengan kualitas yang semakin baik pula. Berbagai cara ditempuh sebuah perusahaan untuk menciptakan

produk yang lebih baik dari sebelumnya, salah satunya dengan memodifikasi sifat material yang banyak digunakan diberbagai aspek kehidupan manusia. Hal tersebut bertujuan agar mempermudah berbagai macam kegiatan manusia sebagai pengguna teknologi. Dalam dunia industri seperti sekarang ini pemilihan bahan dan proses dalam pembuatan sebuah produk yang diproduksi oleh sebuah perusahaan harus sesuai dengan fungsi dan tujuan diproduksinya produk tersebut. Dengan demikian seorang konsumen akan merasa puas dalam menggunakan produk hasil produksi perusahaan tersebut karena kualitas yang didapatkan sesuai.

Ada berbagai jenis material yang dapat digunakan oleh perusahaan dalam pembuatan sebuah produk salah satu material yang banyak diaplikasikan dalam dalam industri otomotif adalah aluminium. Penggunaan aluminium itu sendiri digunakan untuk kebutuhan otomotif, seperti ; velg, piston, blok silinder dan lain-lain. Hal tersebut dikarenakan aluminium memiliki beberapa kelebihan antara lain, antara lain ; ringan (*light*), tahan terhadap korosi dan berbagai macam bahan kimia (*resistance to corrosion an many chemical*), mudah dalam proses permesinan (*machinability*), dan temperatur lebur yang relatif rendah (650°C-750°C). (ASM International,1993)

Paduan aluminium didasarkan pada enam jenis yaitu : aluminium-copper, aluminium-manganese, aluminium-silicon (*with or without magnesium*), aluminium-magnesium, aluminium-magnesium-silicon, aluminium-zinc (with or without copper) (Vargel, 2020 : 19). Paduan aluminium juga dapat dibedakan berdasarkan penomorannya, antara lain : series 1xxx untuk aluminium murni, 2xxx untuk tembaga, 3xxx untuk mangan, 4xxx untuk silikon, 5xxx untuk magnesium, 6xxx untuk magnesium dan silikon, 7xxx untuk zinc, 8xxx untuk elemen lain (misalnya besi atau timah). Berdasarkan series di atas, paduan aluminium dapat dikelompokkan menjadi *heat-treatable alloy* dan *non-heat-treatable alloy*. Aluminium series 2xxx, 6xxx, dan 7xxx masuk ke dalam jenis *heat-treatable alloy*, sedangkan aluminium series 3xxx, 4xxx, 5xxx, masuk ke dalam jenis *non-heat-treatable alloy*.(Vasudevan dan Doherty, 1989)

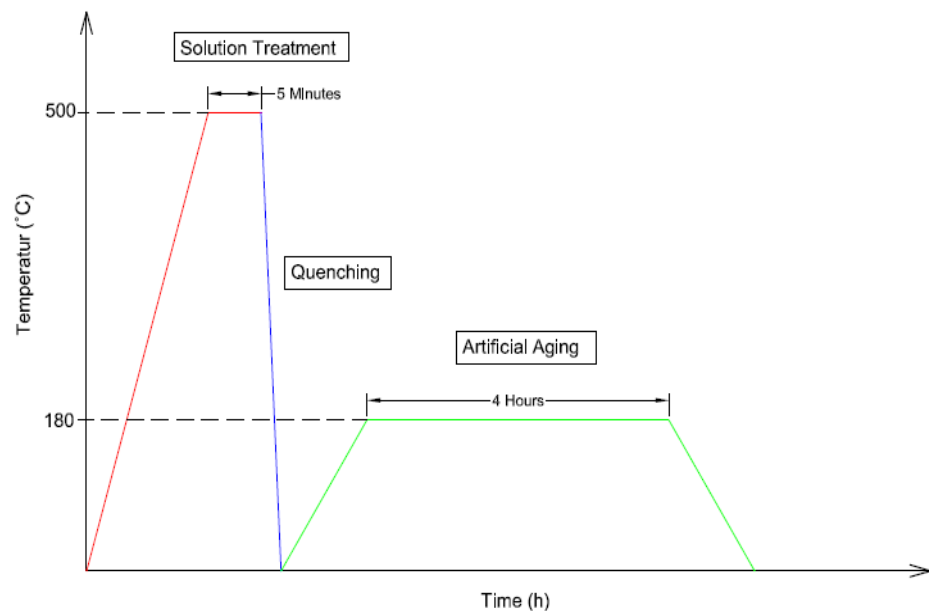
Salah satu perlakuan panas (*heat treatment*) yang dapat dilakukan pada paduan aluminium adalah *natural aging* dan *artificial aging*. *Natural aging* adalah

proses penuaan secara alami. Sedangkan artificial aging adalah penuaan secara buatan. *Artificial aging* dilakukan dengan cara memanaskan spesimen sampai mencapai fasa tunggal (α) dan ditahan beberapa saat, kemudian dilakukan pendinginan secara mendadak (*quenching*). Setelah dilakukan proses *quenching*, kemudian spesimen dipanaskan kembali dengan suhu maksimal 200°C dan ditahan dengan waktu yang lama sebelum dilakukan pendinginan secara lambat dan berkala. (HMMA Rashed dan Rashid, 2017)

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *heat treatment* khususnya artificial aging terhadap nilai kekerasan dan perubahan struktur mikro pada paduan aluminium (Al-Si) dari hasil re-melting velg OEM dengan variasi media pendingin (air , air es, dan oli SAE 140).

2. METODE

2.1 Tahap Penelitian



Gambar 1. Skema Proses *Artificial Aging*

Berikut merupakan langkah – langkah yang dilakukan dalam proses *artificial aging* antara lain Mempersiapkan spesimen yang akan di *treatment*. Mempersiapkan oven untuk proses *heat treatment*. Mempersiapkan wadah yang

berisi media pendingin (air, oli SAE 140 dan air es) sebanyak 3 L. Oven dihidupkan kemudian spesimen dimasukkan ke dalam oven. Tutup oven, kemudian *setting* suhu 500°C ditahan selama 5 menit untuk tahap *solution heat treatment*. Setelah berjalan selama 1.5 jam, spesimen di keluarkan kemudian dimasukkan ke dalam masing – masing wadah media pendingin atau disebut proses *quenching*. Mengambil beberapa spesimen dari masing – masing wadah media pendingin untuk dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro. Setelah proses *quenching*, spesimen dimasukkan kembali ke dalam oven. Dimana suhu oven harus kembali pada suhu awal. Tutup oven, kemudian *setting* suhu 180°C ditahan selama 4 jam atau disebut proses *artificial aging*. Setelah 4 jam berjalan, keluarkan spesimen dari oven. Dimana oven ditunggu hingga suhu awal. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro pada spesimen.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

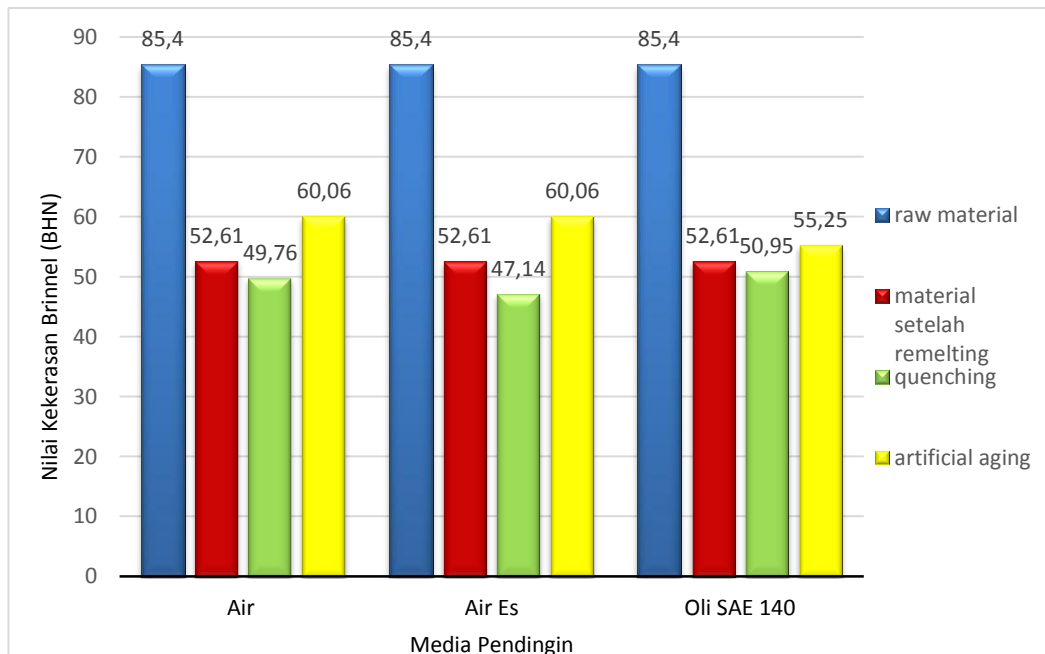
Berdasarkan hasil pengujian pada raw material aluminium tabel 1 tersebut terdapat 12 unsur paduan, dimana terdapat 5 unsur paduan yang paling dominan yaitu Silikon (Si) 6.09%, Besi (Fe) 0.0880%, Magnesium (Mg) 0.0681% , Seng (Zn) 0.0275% dan Tembaga (Cu) 0.0230%. Unsur yang paduan yang paling besar adalah paduan Silikon (Si) 6.09%.

3.2 Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell*

Pengujian kekerasan bertujuan untuk mengetahui dan membandingkan nilai kekerasan dari paduan Al-Si *raw material*, material sebelum perlakuan panas, sesudah *quenching* media air, oli SAE 140, air es dan sesudah proses *artificial aging* temperatur 180°C waktu tahan 4 jam dengan pembebanan 31.25 kgf.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell*

<i>Heat Treatment</i>	Media Pendingin	Nilai Kekerasan (BHN)	Nilai Rata-Rata (BHN)
Raw Material		84,5	85,4
		84,5	
		87,1	
Material Sebelum <i>Heat Treatment</i>		52,18	52,61
		53,46	
		52,18	
Quenching	Air	49,76	49,76
		49,76	
		49,76	
	Air Es	47,50	47,14
		46,42	
		47,50	
	Oli SAE 140	50,95	50,95
		50,95	
		50,95	
Artificial Aging	Air	60,57	60,06
		60,57	
		59,04	
	Air Es	60,57	60,06
		59,04	
		60,57	
	Oli SAE 140	53,46	55,25
		56,15	
		56,15	



Gambar 2. Diagram Hasil Uji Kekerasan Metode *Brinell*

3.3 Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan *Brinell*

Hasil pengujian kekerasan pada *raw* material didapat nilai kekerasan sebesar 85,4 BHN. Sedangkan nilai kekerasan pada material setelah peleburan (*remelting*) didapat sebesar 52,61 BHN. Hal ini menunjukkan bahwa proses peleburan (*remelting*) tersebut mengakibatkan penurunan nilai kekerasan. Proses peleburan (*remelting*) juga menyebabkan hilangnya perlakuan panas yang terbentuk pada material bahan.

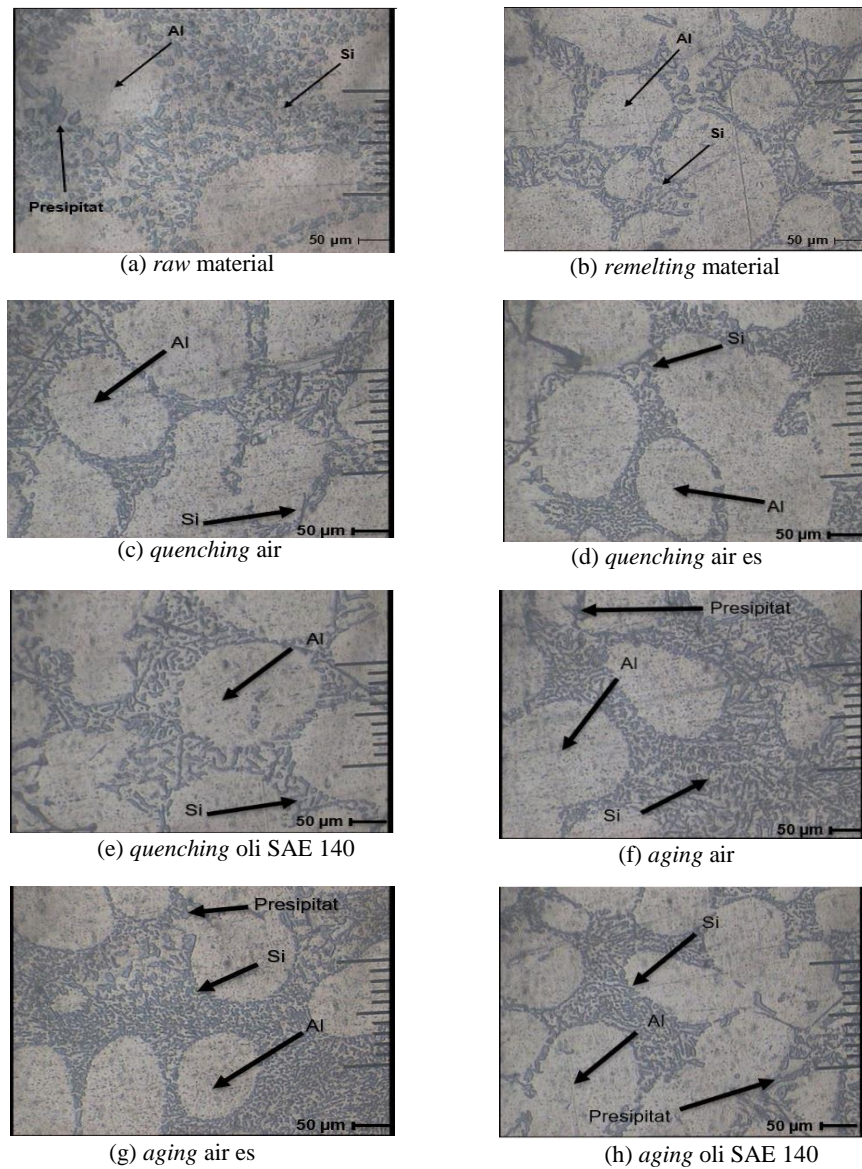
Hasil pengujian kekerasan pada proses *quenching* terhadap material pengecoran didapat nilai kekerasan mengalami penurunan pada masing-masing media pendingin air sebesar 49.76 BHN, air es sebesar 47.14 BHN dan oli SAE 140 sebesar 50.95 BHN. Fenomena diatas menunjukkan bahwa laju pendinginan pada media *quenching* oli SAE 140 lebih cepat dibandingkan dengan media air dan air es. Dengan demikian, semakin cepat laju pendinginan pada media *quenching* maka nilai kekerasan yang didapat akan semakin tinggi.

Hasil pengujian kekerasan pada proses *artificial aging* temperatur 180°C dengan waktu penahanan 4 jam, nilai kekerasan mengalami kenaikan masing-masing media pendingin sebesar 60.09 BHN(20.69%) pada media pendingin air ,60.09 BHN(29.18%) pada media pendingin air es dan pada media oli SAE 140 sebesar 55.25 BHN(8.43%). Nilai kekerasan pada *artificial aging* meningkat dikarenakan temperatur tersebut menyebabkan ukuran struktur silikon (Si) membesar dan meluas. Pada media pendingin oli SAE 140 memiliki kenaikan nilai kekerasan paling rendah karena pertumbuhan dan penyebaran luasan butiran Silikon (Si) yang menyebabkan penambahan nilai kekerasan pada media pendingin oli SAE 140 lebih lambat dan tertahan dibandingkan media air dan air es.

Presentase kenaikan nilai kekerasan pada *artificial aging* terhadap material setelah *remelting* pada media pendingin air sebesar 14,16%, air es sebesar 14,16% dan oli SAE 140 sebesar 5%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan panas mengakibatkan peningkatan nilai kekerasan pada material bahan velg OEM.

3.4 Hasil Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengamati bentuk, ukuran dan penyebaran butiran pada spesimen sebelum dan sesudah *artificial aging*. Berikut ini adalah hasil pengujian struktur mikro.



Gambar 3. Foto Struktur Mikro Material Uji

Dari hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat bahwa raw material sudah mengalami proses heat treatment. Hal tersebut dilihat dengan adanya presipitat yang sudah terbentuk. Raw material memiliki kekerasan yang tinggi karena ukuran serta luasan struktur silikon (Si) yang terbentuk terlihat besar dan merata.

Struktur mikro pada material setelah remelting memiliki luasan struktur silikon (Si) sempit, karena luasan struktur silikon (Si) maka didapat nilai kekerasan yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa proses remelting (peleburan) menyebabkan perubahan luasan struktur silikon (Si)

Struktur mikro pada proses *quenching* dengan media pendingin air es dan air memiliki butiran silikon (Si) yang relatif kecil dan merata. Sementara pada media pendingin oli SAE 140 memiliki butiran silikon (Si) yang besar dan saling berjauhan. Fenomena diatas menunjukkan bahwa laju pendinginan pada media pendingin air es dan air lebih lambat dibandingkan dengan media pendingin oli SAE 140. Dengan demikian semakin lambat laju pendinginan pada media pendingin menghasilkan butiran silikon (Si) semakin kecil dan merata.

Struktur mikro pada proses *artificial aging* dengan media pendingin air es dan air memiliki luasan butiran silikon (Si) yang merata sementara pada media pendingin oli SAE 140 memiliki luasan yang sempit. Proses *artificial aging* memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibanding proses *quenching* karena temperatur dan waktu penahanan yang digunakan cukup sehingga mengakibatkan struktur silikon (Si) yang terbentuk mengalami pertumbuhan dan penyebaran luasan. Dengan demikian, temperatur dan waktu penahanan pada *artificial aging* mempengaruhi pertumbuhan dan penyebaran luasan struktur silikon (Si) pada material.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian komposisi kimia pada *raw* material velg OEM terdapat komposisi berupa aluminium (Al) 93.59%, silikon (Si) 6.09%, besi (Fe) 0.0880%, magnesium (Mg) 0.0681%, seng (Zn) 0.0275% dan tembaga 0.0230%. Sehingga dari unsur tersebut maka logam aluminium termasuk kedalam paduan aluminium-silikon (Al-Si) karena unsur silikon (Si) merupakan paduan terbesar 6.09%. Dari hasil pengujian kekerasan pada proses *artificial aging* temperatur 180°C dengan waktu penahanan 4 jam didapat nilai kekerasan pada masing-masing media pendingin air sebesar 60.09 BHN, air es sebesar 60.09 BHN dan oli SAE sebesar

55.25 BHN. Persentase kenaikan nilai kekerasan pada proses *artificial aging* terhadap *quenching* media pendingin air sebesar 20.69%, air es sebesar 29.18% dan oli SAE 140 sebesar 8.43%. Nilai kekerasan pada *artificial aging* meningkat dikarenakan temperatur dan waktu tahan tersebut menyebabkan struktur silikon (Si) menyebar dan meluas. Dengan demikian, temperatur dan waktu penahanan pada *artificial aging* menyebabkan perubahan struktur silikon (Si) yang terbentuk sehingga mempengaruhi nilai kekerasan pada material.

Dari hasil pengujian struktur mikro pada proses *artificial aging* temperatur 180°C dengan waktu penahanan 4 jam pada media pendingin air dan air es memiliki luasan struktur silikon (Si) yang merata. Sedangkan pada media pendingin oli SAE 140 memiliki luasan struktur silikon (Si) yang sempit. Proses *artificial aging* memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibanding proses *quenching* karena temperatur dan waktu penahanan yang digunakan cukup sehingga mengakibatkan struktur silikon (Si) yang terbentuk menyebar dan merata. Fenomena diatas menunjukkan bahwa temperatur dan waktu penahanan pada proses *artificial aging* mempengaruhi pertumbuhan dan penyebaran luasan struktur silikon (Si) pada material.

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya antara lain menambahkan variasi penahanan pada proses *solution heat treatment* untuk mendapatkan fasa yang lebih homogen. Perlu dilakukan variasi waktu penahanan dan temperatur pada proses *artificial aging* agar dapat terlihat perbedaan nilai kekerasan yang lebih baik. Menambah variasi media pendingin yang lebih banyak agar dapat terlihat jelas perbedaan struktur mikro yang terbentuk dan nilai kekerasan yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Fuad (2010), *Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas*. Program Studi Magister Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- ASM International Vol.3 (1992), *Alloy Phase Diagrams*. ASM International: The Materials Information Company.
- ASM Metals Handbook Vol.2 (1990), *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. ASM International: The Materials Information Company
- Anwar, S. (2019), *Pengaruh Variasi Suhu Artificial Aging (150°C, 175C, dan 200C) terhadap Hasil Coran Aluminium Menggunakan Cetakan Pasir Hitam dengan Bentonit 7%*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Callister, D. William (2018), *Materials Science and Engineering An Introduction Tenth Edition*. Departement of Metallurgy Engineering The University of Iowa.
- H, Avner Sidney (1974), *Introduction to Phsycal Metallurgy Second Edition*. New York City Community College City University of New York.
- Hatch, John. E (1984), *Aluminium Properties and Physical Metallurgy*. ASM International United States of America.
- HMMA Rashed dan AKM Bazlur Rashid (2017), *Heat Treatment of Aluminium Alloys*. University of Engineering and Technology Bangladesh.
- Kaufman, J Gilbert (2000), *Introduction to Aluminium Alloys and Tempers*. ASM International United States of America.
- Majanasastra, R. S. (2015). *Pengaruh Variables Waktu (Aging Heat Treatment) terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan dan Struktur Mikro Kepala Piston Sepeda Motor Honda Vario*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 3, No. 2 Agustus 2015 Universitas Islam 45 Bekasi.
- Mu'afax, Ferdiaz Dinov (2017), *Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Hasil Remelting Al-Si Berbasis Limbah Piston Bekas Dengan Perlakuan Degassing*. Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan , Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Rajan, T.V (2011), *Heat Treatment Principles and Techniques Second Edition*. Department of Metallurgy and Materials Engineering Malaviya National Institute of Technology Jaipur.
- S, Affandy (2015), *Pengaruh Suhu Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Komposit Al-Mg-Si*. Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Subyanto, A. (2015). *Pengaruh Suhu Artificial Aging terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Komposit Al-Mg-Si*. Tugas Akhir S-1, Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Tata Surdia dan Shinroku Saito (1999), *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Pradnya Paramita Jakarta.
- Totten, George E (2003), *Handbook of Aluminum Volume 1 Physical Metallurgy and Processes*. Marcel Dekker, Inc. New York Basel
- Widyatmoko, M Riky (2019), *Perbandingan Artificial Aging dengan Natural Aging Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Pada Aluminium (Al-Cu)*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Zeren, Muzaffer (2006), *The Effect Of Heat Treatment On Aluminum Based Piston Alloys*. Departement Of Metallurgical and Materials Kocaeli University.