

**PENGARUH *HEAT TREATMENT* ALUMINIUM COR 354
DARI BAHAN PISTON SEPEDA MOTOR TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata 1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

**TUHFATUL GUMELAR AHBAB
D200217249**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH *HEAT TREATMENT* ALUMINIUM COR 354
DARI BAHAN PISTON SEPEDA MOTOR TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

**TUHFATUL GUMELAR AHBAB
D200217249**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



(Dr. Ir. Ngafwan, M.T)

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH *HEAT TREATMENT* ALUMINIUM COR 354
DARI BAHAN PISTON SEPEDA MOTOR TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**

Oleh :

TUHFATUL GUMELAR AHBAB
D200217249

Telah diterima dan disahkan oleh dewan penguji

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada, 3 Mei 2022

1. **Dr. Ir. Ngafwan, MT.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Ir. Sunardi Wiyono, MT.**
(Anggota Dewan Penguji II)
3. **Dr. Agus Yulianto, ST. MT.**
(Anggota Dewan Penguji II)

(.....)
(.....)
(.....)



Dekan Fakultas Teknik

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIDN : 0603027401

PERNYATAAN

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

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenara dalam pernyataan saya diatas, maka akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 13 Juli 2022

Penulis,



TUHFATUL GUMELAR AHBAB
D200217249

PENGARUH *HEAT TREATMENT* ALUMINIUM COR 354 DARI BAHAN PISTON SEPEDA MOTOR TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN

Abstrak

Aluminium cor 354 memiliki sifat mekanik yang unggul diantaranya sifat ketangguhan yang baik, ketahanan korosi baik, mampu las baik tetapi memiliki kelemahan dalam hal kekuatannya. Aluminium cor 354 termasuk heat treatable alloy yang dimana peningkatan kekuatan dapat dilakukan dengan memberikan perlakuan panas (*heat treatment*) Salah satu metode efektif untuk meningkatkan kekuatannya yaitu dengan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa pengaruh perlakuan panas terhadap suhu dan waktu tahan pada aluminium cor 354 terhadap struktur mikro dan nilai kekerasan. Penelitian ini menggunakan perlakuan panas dengan temperatur solution 525°C dengan waktu tahan selama 10 jam dan di quenching dengan air, kemudian di artificial aging pada suhu 155°C dengan variasi waktu tahan selama 5 jam dan 10 jam kemudian di dinginkan pada temperatur suhu ruangan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai kekerasan pada raw material sebesar 114,94 VHN dan terjadi penurunan pada proses quenching menjadi 103,49 VHN. dan mengalami peningkatan kekerasan pada proses artificial aging dengan temperatur 155°C dengan variasi waktu tahan 5 jam dan 10 jam menjadi sebesar 116,02 VHN pada waktu tahan 5 jam dan 117,96 pada waktu 10 jam, hal ini disebabkan karena bahan belum melewati over aged. Dari hasil pengamatan struktur mikro menampakkan perbedaan ukuran butir yang signifikan antara raw material dan material yang mengalami perlakuan panas.

Kata Kunci: Aluminium cor 354, heat treatment, solution heat treatment, quenching, artificial aging, struktur mikro, kekerasan Vikers.

Abstract

Cast aluminum 354 has superior mechanical properties including good toughness, corrosion resistance, and weldability but has a weakness in terms of strength. Cast aluminum 354 is a heat treatable alloy wherein the increase in strength can be done by heat treatment. One effective method to increase its strength is by heat treatment. The purpose of this study was to analyze the effect of heat treatment on temperature and holding time of cast aluminum 354 on microstructure and hardness values. This study uses heat treatment with a solution temperature of 525°C with a holding time of 10 hours and quenched with water, then artificially aged at 155°C with variations in holding time for 5 hours and 10 hours then cooled at room temperature. The results of this study indicate the value of hardness in the raw material is 114.94 VHN and there is a decrease in the quenching process to 103.49 VHN. and increased hardness in the artificial aging process with a temperature of 155°C with variations in holding time of 5 hours and 10 hours to 116.02 VHN at 5 hours and 117.96 at 10 hours, this is because the material has not been over aged. From the

observation of the microstructure, it shows a significant difference in grain size between the raw material and the material undergoing heat treatment.

Keywords: Cast aluminum 354, heat treatment, solution heat treatment, quenching, artificial aging, microstructure, Vickers hardness.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan logam ferro saat ini seperti besi dan baja masih mendominasi dalam perancangan-perancangan mesin maupun dalam bidang konstruksi. Sedangkan penggunaan logam non ferro juga mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Kebutuhan aluminium di Indonesia per tahun mencapai 600.000-800.000 ton per tahun (Astria, 2013).

Pada industri otomotif pemakaian aluminium terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Banyak komponen otomotif yang terbuat dari paduan aluminium, contohnya: blok mesin, *cylinder head*, valve, piston dan lainnya. Penggunaan paduan aluminium untuk komponen otomotif dituntut untuk memiliki kekuatan yang baik. Supaya aluminium memiliki kekuatan yang baik biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur-unsur seperti: Cu, Si, Mg, Zn, Mn, Ni, dan sebagainya.

Pengolahan biji aluminium menjadi logam aluminium membutuhkan energi dan biaya yang mahal selain itu untuk mendapatkan logam aluminium masalah sebetulnya adalah keterbatasan biji aluminium yang ada di alam, karena biji aluminium adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui untuk mengatasi masalah ini dengan cara melakukan daur ulang. Karena keterbatasan yang ada seperti pada industri kecil, tidak semua menggunakan bahan baku murni, tetapi memanfaatkan aluminium scrap atau material yang di *reject* dari peleburan sebelumnya untuk dituang ulang (*remelting*). Dari hasil pegecoran industri kecil (*velg* misalnya) pada saat digunakan mengalami beban yang berulang-ulang dan terkadang beban kejut sehingga peralatan tersebut harus mendapatkan jaminan terhadap kerusakan akibat retak-lelah, sehingga aman dalam penggunaan atau memiliki usia pakai (*life time*) lebih lama.

Aluminium adalah logam yang cukup banyak tersedia di alam, kira-kira 8% dari bumi mengandung aluminium, sisanya adalah mineral dan bebatuan.

Aluminium merupakan logam non fero yang bahan dasarnya adalah bauksit dan kreolit. melalui cara bayer diperoleh tanah tawas kemudian tanah tawas direduksi menjadi aluminium melalui elektrolisis. Secara luas aluminium lebih ekonomis dibandingkan bahan baku lainnya. Sehingga penggunaan aluminium terus meningkat setiap tahunnya. (Budinski, 2001)

Alumunium murni merupakan logam yang lunak, tahan lama, ringan, dan dapat ditempa dengan penampilan luar bervariasi antara keperakan hingga abu-abu, tergantung kekasaran permukaannya. Kekuatan tarik aluminium murni 90 Mpa, sedangkan aluminium paduan memiliki kekuatan tarik hingga 600 Mpa. Aluminium memiliki berat yang ringan yaitu satu pertiga baja, mudah ditekuk, diperlakukan dengan mesin, dicor, ditarik (*drawing*), dan diekstrusi. Resistansi terhadap korosi terjadi akibat fenomena pasivasi, yaitu terbentuknya lapisan aluminium oksida ketika aluminium terpapar dengan udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini yang mencegah terjadinya oksidasi lebih lanjut. Aluminium paduan dengan tembaga kurang tahan terhadap korosi akibat reaksi galvanik dengan paduan tembaga. Dalam keadaan aluminium murni terlalu lunak, terutama kekuatan sangat rendah untuk dapat dipergunakan pada berbagai keperluan teknik.

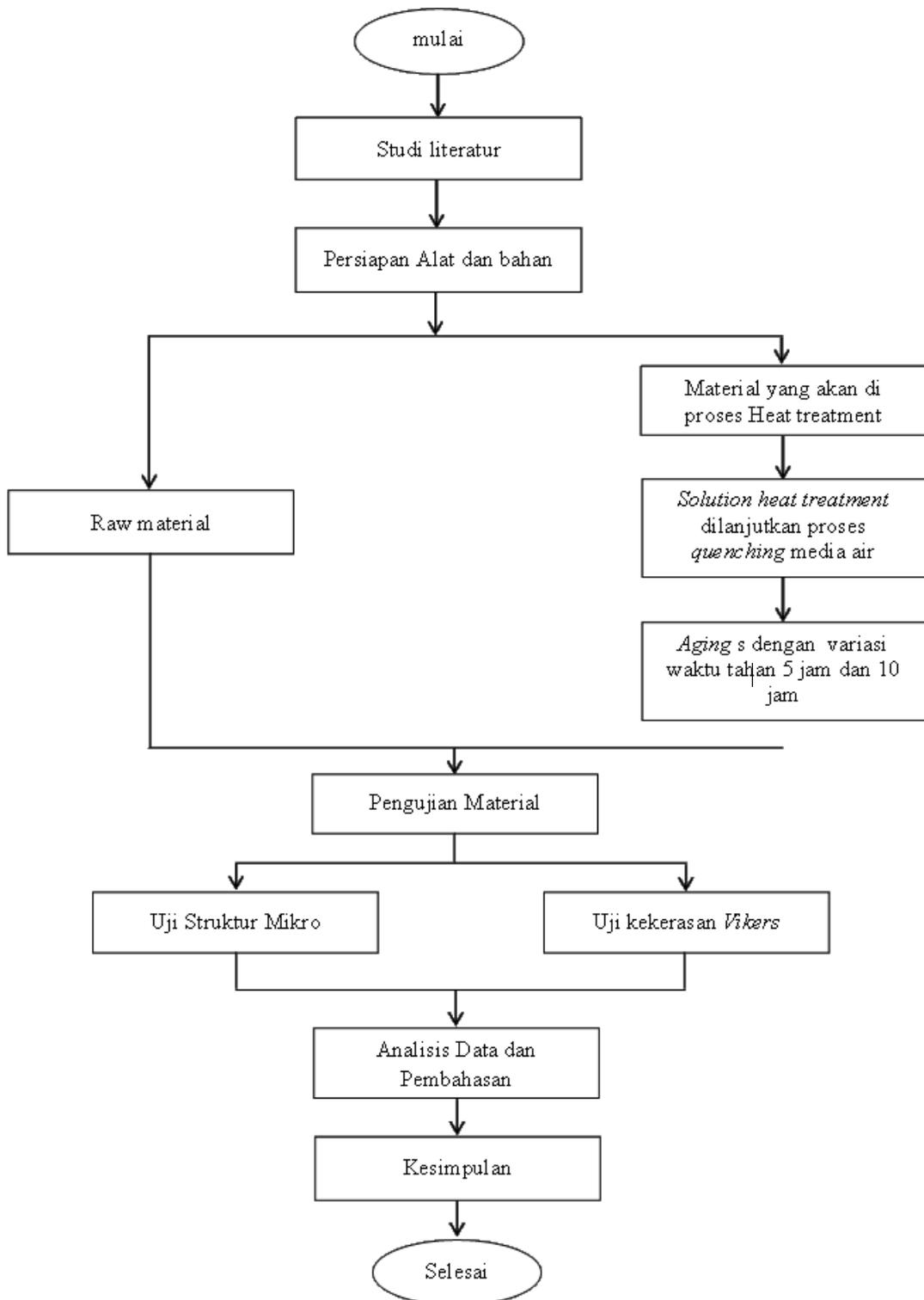
Agar bahan material hasil dari daur ulang dapat digunakan dengan baik dan aman, maka perlu dilakukan *treatment* (perlakuan) untuk memperbaiki sifat aluminium piston dari pengecoran ulang. Dari uraian diatas maka perlu penelitian tentang “Pengaruh *Heat Treatment* Aluminium Cor 354 dari Bahan Piston Sepeda Motor Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan”.

1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui kekerasan dan menganalisa struktur mikro dari proses *solution heat treatment* yang di *quenching* pada media air.
- b. Mengetahui kekerasan dan menganalisa struktur mikro dari proses *aging* pada temperatur 155⁰C dan waktu tahan 5 jam
- c. Mengetahui kekerasan dan menganalisa struktur mikro dari proses *aging* pada temperatur 155⁰C dan waktu tahan 10 jam.

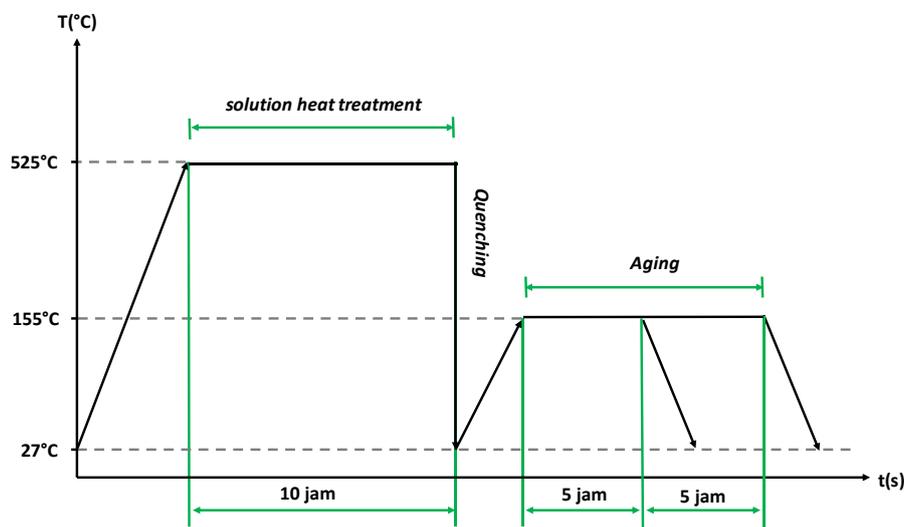
2. METODE



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan aluminium cor 354 hasil dari penelitian sebelumnya Temperatur *solution treatment* dibatasi pada suhu 505°C dan waktu tahan 10 jam Temperatur *aging* dalam rentan suhu 155°C dan waktu variasi penahanan 5 jam dan 10 jam. *Solution heat treatment*, *Quenching* dan *aging* dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. adapun tempat Pengujian kekerasan *Vickers*, Polishing, autosol dan etsa spesimen uji Struktur mikro dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Teknik Universitas Gadjah Mada.

2.1 Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment)



Gambar 1 Skema Proses Heat Treatment

Proses Perlakuan Panas (Heat Treatment) dilakukan dilaboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Dalam melaksanakan proses heat treatment ada tiga tahapan yang perlu dilakukan. Pertama proses perlakuan panas pelarutan *solution heat treatment* yaitu spesimen dimasukkan ke dalam tungku (*furnace*) dengan menaikkan suhu sampai 525°C dengan waktu tahan 10 jam. Dalam hal ini acuan untuk pemilihan menaikkan suhu spesimen hingga 525°C dengan waktu tahan 10 jam adalah mengacu pada ASTM B917/B 917M-01. Kemudian yang kedua adalah proses pendinginan cepat (*quenching*), proses ini dilakukan setelah spesimen dikenai perlakuan panas. Media *quenching* umumnya ada dua yaitu media air dan oli, pada penelitian ini memakai media air. Hal ini dilakukan untuk mempertahankan kondisi larutan padat yang terbentuk kedalam

kondisi temperatur yang lebih rendah. Lamanya proses *quenching* dilakukan sampai temperatur spesimen sama dengan temperatur media celup. Kemudian proses ketiga yaitu *Aging* dengan memanaskan kembali spesimen pada suhu 150°C dengan variasi waktu tahan 5 jam dan 10 jam dengan tujuan untuk mendapatkan perubahan berupa presipitasi atau endapan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

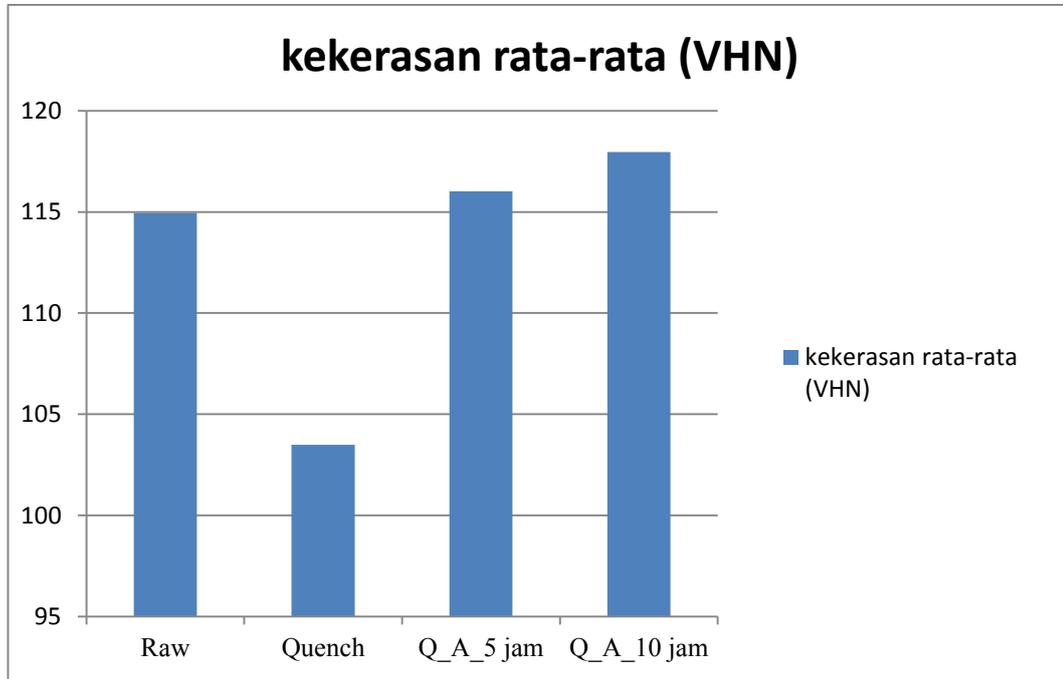
3.1 Uji Kekerasan Vickers

Hasil pengujian kekerasan menghasilkan data nilai kekerasan rata-rata (VHN) ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Kekerasan Vickers

Variasi	Titik Uji	D1 (mm)	D2 (mm)	D rata-rata (mm)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan rata rata (VHN)
Raw	1	0,40	0,40	0,40	115,88	114,94
	2	0,40	0,40	0,40	115,88	
	3	0,40	0,40	0,40	115,88	
	4	0,40	0,40	0,40	115,88	
	5	0,40	0,40	0,40	115,88	
	6	0,41	0,41	0,41	110,29	
Quench	1	0,42	0,42	0,42	105,10	103,49
	2	0,43	0,43	0,43	100,27	
	3	0,42	0,42	0,42	105,10	
	4	0,42	0,42	0,42	105,10	
	5	0,43	0,43	0,43	100,27	
	6	0,42	0,42	0,42	105,10	
Q_A_5 jam	1	0,39	0,39	0,39	121,89	116,02
	2	0,39	0,39	0,39	121,89	
	3	0,40	0,40	0,40	115,88	
	4	0,40	0,40	0,40	115,88	
	5	0,41	0,41	0,41	110,29	
	6	0,41	0,41	0,41	110,29	
Q_A_10 jam	1	0,38	0,38	0,38	128,39	117,96
	2	0,40	0,40	0,40	115,88	
	3	0,40	0,40	0,40	115,88	
	4	0,40	0,40	0,40	115,88	
	5	0,40	0,40	0,40	115,88	
	6	0,40	0,40	0,40	115,88	

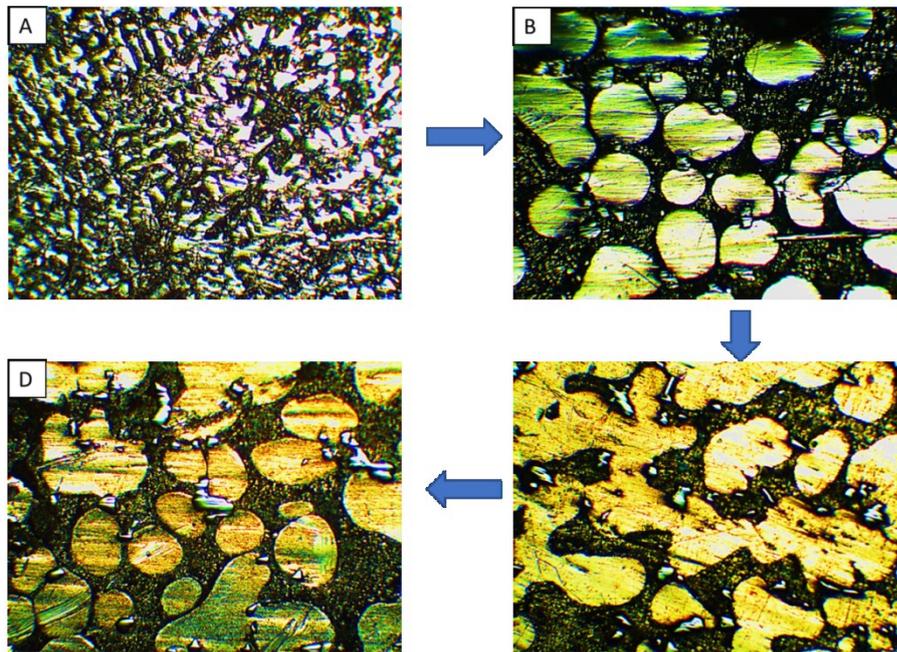
Dari tabel 1 mengenai perhitungan kekerasan *vickers* kemudian dibuat menjadi histogram seperti ditunjukkan pada gambar 3.



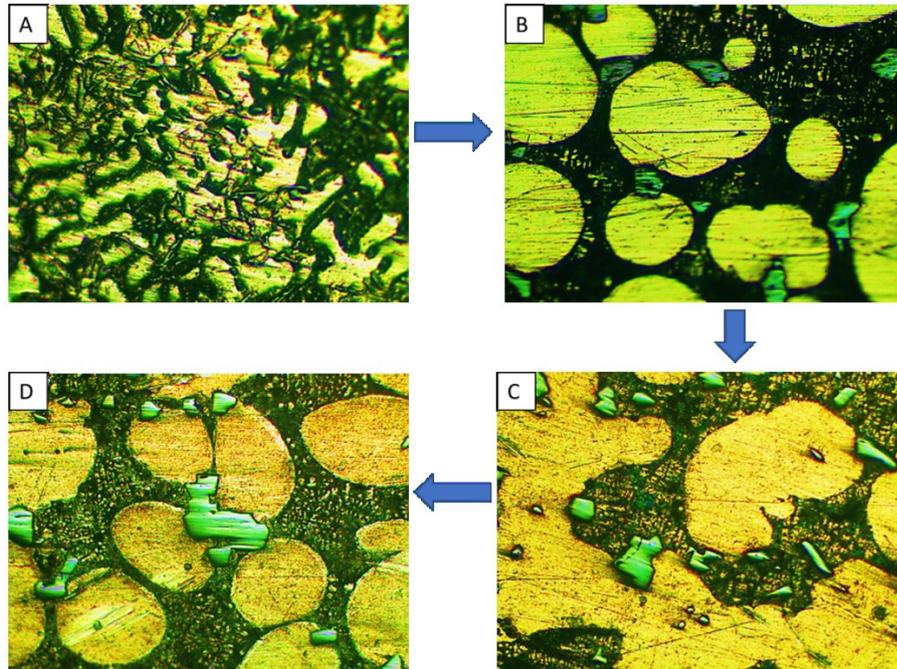
Gambar 3 Kekerasan Rata Rata (VHN)

3.2 Uji Struktur Mikro

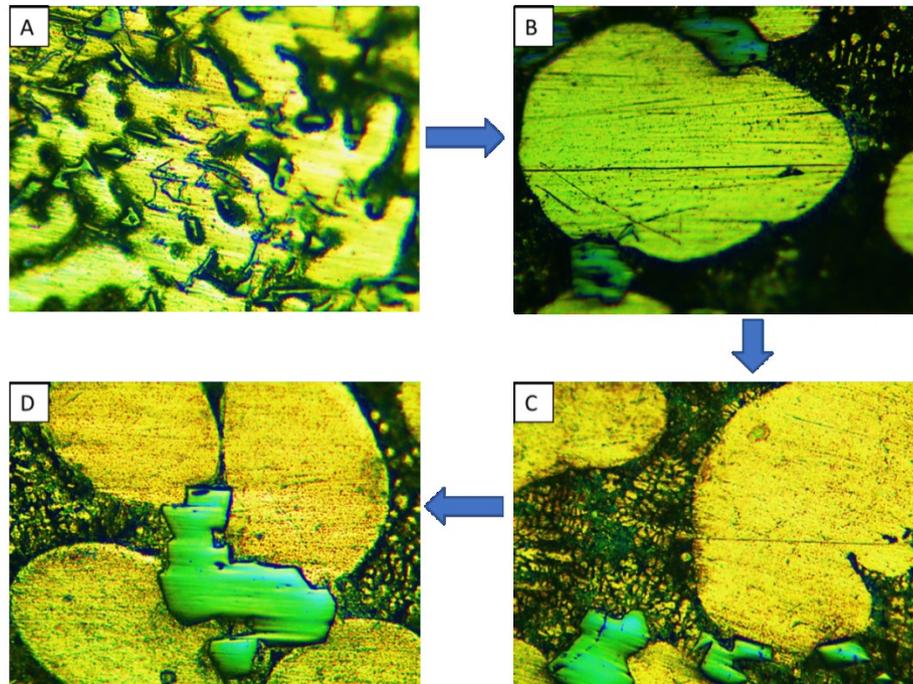
Pengamatan tekstur permukaan dilakukan dengan cara melihat spesimen secara langsung, kemudian mengambil foto makro spesimen menggunakan kamera dan membandingkan pada setiap variasi proses yaitu *solution heat treatment* dan *aging*.



Gambar 4 Foto Transformasi struktur mikro dengan pembesaran 50X: (A) raw material ,(B) *quenching* ,(C) *aging* 5 jam dan (D) *aging* 10 jam



Gambar 5 Foto Transformasi struktur mikro dengan pembesaran 100X: (A) raw material ,(B) *quenching* ,(C) *aging* 5 jam dan (D) *aging* 10 jam



Gambar 6 Foto Transformasi struktur mikro dengan pembesaran 200X: (A) raw material ,(B) *quenching* ,(C) *aging* 5 jam dan (D) *aging* 10 jam

3.3 Pembahasan

Pada penelitian ini, pada pengamatan struktur mikro raw material berbentuk seperti lonjong dan bergelombang kemudian setelah dilakukan perlakuan panas berubah menjadi berkumpul menjadi bulat atau pipih sedangkan matrik AlSi mulai mengendap seperti terlihat warna hijau pada gambar diatas. Hasil uji *Vickers* menunjukkan bahwa Al cor yang belum mendapat perlakuan panas (raw) memiliki kekerasan sebesar 114,94 VHN.

Pada material yang sudah di *quenching* mengalami penurunan nilai kekerasan menjadi 103,49 VHN karena pada proses *solution heat treatment* terjadi pelarutan antara fasa α (aluminium) dan β (Si dan unsur lain) di bawah titik lebur. Tujuan dari *solution heat treatment* yaitu untuk mendapatkan larutan padat yang mendekati homogen. Kemudian didinginkan cepat supaya atom terlarut tetap ada dalam larutan yang menyebabkan susunan terdiri dari β tidak setimbang (*non-equilibrium*) dan larutan lewat jenuh (*super saturated*) α .

Pada proses *aging* pada suhu 155°C. Dalam waktu 5 jam dan 10 jam. pada tahap aging fasa β mengalami presipitasi sehingga berpengaruh terhadap nilai kekerasan. Pada material yang sudah di *aging* terjadi perubahan bentuk matrik menjadi lebih besar di setiap peningkatan waktu tahanan. Proses *aging* membuat pengendapan unsur lain kepada unsur utama sehingga meningkatkan kekerasan di setiap peningkatan waktu tahanan. Sehingga pada setelah dilakukan proses *aging* dengan waktu 5 jam menghasilkan material dengan kekerasan 116,02 VHN dan Pada proses aging dengan waktu 10 jam diperoleh peningkatan kekerasan menjadi 117,96 VHN. Hal ini disebabkan pada saat *aging* dengan waktu yang lebih lama, memberikan waktu yang lebih untuk difusi fasa β . Selain itu, proses *aging* juga belum melewati waktu *over aging*.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dan analisa data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil dari pengujian kekerasan pada raw didapat 114,94 VHN mengalami penurunan nilai kekerasan setelah proses *solution heat treatment* menjadi 103,49 VHN. Pada foto mikro mengalami perubahan bentuk yang semula lonjong dan bergelombang menjadi bulat atau pipih.
- b. Dari hasil dari pengujian kekerasan pada *aging* 5 jam didapat 116,02 VHN mengalami peningkatan nilai kekerasan. Pada foto mikro memiliki bentuk bulat atau pipih lebih besar dari *solution heat treatment*.
- c. Dari hasil dari pengujian kekerasan pada *aging* 10 jam didapat 117,96 VHN mengalami peningkatan nilai kekerasan. Pada foto mikro memiliki bentuk bulat atau pipih lebih besar dari *aging* 5jam.

4.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian antara lain :

- a. Memahami terlebih dahulu mengenai dasar-dasar perlakuan panas

sebagai referensi pendukung.

- b. Dalam penelitian selanjutnya melakukan lebih banyak lagi pengujian supaya penelitian semakin sempurna.
- c. Masih dapat dilakukan penelitian dengan varisai waktu tahan aging yang lebih lama untuk menemukan kekerasan optimalnya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, F. 2010. *Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas (Tesis)*. Semarang: Universitas Diponegoro.

American Standard Testing and Material (ASTM). 2018. *Standart Practice For Heat Treatment of Aluminium-Alloy casting from All processes*. United states: American Standard Testing and Material ASTM

ASTM. 2001. *Standar Practice for Heat Treatment of Aluminium -alloy casting from All*. West Conshohocken: ASTM.

ASTM. 2005. *Standard Test Method for Microindentation Hardness of Materials1*. United states: American Standard Testing and Material ASTM.

Astria, R. 2013. *Kementrian Perindustrian Republik Indonesia*. [Online] Available at: <https://kemenperin.go.id/artikel/7672/Antam-Pasok-Alumina-ke-Inalum-2017> [Accessed 2 mei 2021].

Budinski. 2001. *Engineering Materials Properties and Selection*. New Delhi: PHI.

Callister. 2007. *Materials Science and Engineering an Introduction*. New York: John Wiley & Sons.

Majanasastra, B.S. 2016. *Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming Pada Material Tembaga (Cu) C84800 Dan Aluminium Al 6063*. Jurnal Imiah Teknik Mesin.

Respati,S.M.B. 2008. *Macam-Macam Mikroskop dan Cara Penggunaan*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim pp.42-44

Saefuloh, I. et al. 2018. *Studi Karakterisasi Sifat Mekanik Dan struktur Mikro Material Piston Alumunium-Silikon Alloy*. Serang: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

- Saktisahdan, T.J. 2019. *Pengaruh Proses Heat Treatment Terhadap Perubahan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah*. Jurnal Laminar, pp.28-33.
- Schonmetz. 1990. *Pengerjaan Logam dengan Mesin*. Bandung: Angkasa.
- Smith. 1995. *Material Science and Engineering*. Second Ed. ed. New York: Mc Graw-Hill Inc.
- Sudira, T. & Saito, S. 1987. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Pradya Paramita.
- Wardoyo & Sumpena. 2018. *Pengaruh Variasi Temperatur Quenching pada Aluminium Paduan AlMgSi-Fe12% Terhadap Keausan*. Jurnal ENGINE, pp.33-39.
- Zubair, A. & Hamzah, N. 2019. *Pengaruh Solution Treatment dan Artificial Aging Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Paduan Aluminium A383*. Bidang Ilmu Teknik Mesin, pp.68-77.
- Zulfia, a. et al. 2010. *Proses Penuaan (Aging) pada Paduan Aluminium AA 333 Hasil Proses Sand Casting*. Jurnal Teknik Mesin Vol 1, pp.13-20.