

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS DOUBLE AGING TERHADAP
KEKERASAN PADA ALUMINIUM PADUAN A356**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Strata Satu di Program Studi Teknik
Mesin Universitas Pasundan*

Oleh :

Mahmud Salim Asmawi

153030019



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PERLAKUAN PANAS DOUBLE AGING TERHADAP KEKERASAN PADA ALUMINIUM PADUAN A356



Nama : Mahmud Salim Asmawi

NPM : 153030019

Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bukti Tarigan'.

(Ir. Bukti Tarigan, MT.)

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Widiyanti Kwitarini'.

(Dr. Ir. Widiyanti Kwitarini, MT.)

ABSTRAK

Aluminium paduan A356 merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam pembuatan velg kendaraan bermotor. Aluminium paduan A356 sering digunakan karena memiliki banyak keunggulan. Salah satu keunggulannya adalah sifatnya yang ringan. Selain itu aluminium paduan A356 juga tahan terhadap korosi. Nilai kekerasan aluminium juga dapat ditingkatkan dengan proses pengerjaan dingin atau dengan proses perlakuan panas (heat treatment). Pada proses heat treatment terdapat beberapa proses diantaranya solid solution treatment (SST), quenching, single aging dan double aging. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur aging terhadap kekerasan pada aluminium paduan A356 sehingga dapat menganalisis kekerasannya. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan proses heat treatment terhadap paduan aluminium paduan A356 yang dilakukan pada temperatur 540° C dengan holding time selama 5 jam. Setelah itu dilakukan proses single stage aging dengan temperatur 130 °C dan double stage aging 190 °C dengan holding time 2 jam dan 3 jam. Pengujian yang dilakukan adalah pengamatan perubahan struktur mikro dan muncul fasa-fasa baru. Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan struktur mikro material akibat adanya proses heat treatment. Dilakukan pengujian Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui perubahan struktur mikro, topologi dan morfologi dengan pembesaran hingga 3000 kali akibat proses heattreatment. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan, nilai kekerasan mengalami kenaikan pada variasi double aging dengan temperatur 190°C dengan holding time 3 jam di banding dengan variasi single aging dengan temperatur 130°C dengan holding time 2 jam. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada sampel D menggunakan variasi double aging dengan nilai kekerasan 91,70 BHN dan nilai kekerasan pada sampel SA menggunakan variasi single aging dengan nilai kekerasan 78,91 BHN.

Kata Kunci: Paduan aluminium, solid solution treatment, variasi double aging, kekerasan, uji metalografi dan uji scanning electron microscopy (SEM).

ABSTRACT

A356 aluminum alloy is one of the materials that is often used in the manufacture of motor vehicle wheels. A356 aluminum alloy is often used because it has many advantages. One of its advantages is its light weight. In addition, A356 aluminum alloy is also resistant to corrosion. The hardness value of aluminum can also be increased by a cold working process or by a heat treatment process. In the heat treatment process, there are several processes including solid solution treatment (SST), quenching, single aging and double aging. This study aims to determine the effect of variations in aging temperature on the hardness of aluminum alloy A356 so that it can analyze its hardness. The research was carried out by means of a heat treatment process on aluminum alloy A356 which was carried out at a temperature of 540°C with a holding time of 5 hours. After that, a single stage aging process was carried out with a temperature of 130 °C and a double stage aging process of 190 °C with a holding time of 2 hours and 3 hours. The tests carried out were observations of changes in the microstructure and the emergence of new phases. The results of the research show that there is a change in the microstructure of the material due to the heat treatment process. Scanning Electron Microscope (SEM) was tested to determine changes in microstructure, topology and morphology with magnification up to 3000 times due to the heat treatment process. Based on the results of the hardness test, the hardness value increased in the double aging variation with a temperature of 190°C with a holding time of 3 hours compared to the single aging variation with a temperature of 130°C with a holding time of 2 hours. The highest hardness value was found in sample D using the double aging variation with a hardness value of 91.70 BHN and the hardness value in the SA sample using a single aging variation with a hardness value of 78.91 BHN.

Keywords: *Aluminum alloy, solid solution treatment, double aging variation, hardness, metallographic test and scanning electron microscopy (SEM) test.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR.....	3
DAFTAR TABEL	5
BAB I PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang.....	6
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Batasan Masalah	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II STUDI LITERATUR	9
2.1 Aluminium.....	9
2.1.1 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya.....	10
2.2 Heat Treatment	15
2.3 Uji Komposisi Kimia.....	19
2.4 Pengujian Metalografi.....	20
2.5 Pengujian Kekerasan.....	23
2.5.1 Uji Kekerasan Brinell.....	24
2.6 Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	25
BAB III METODOLOGI.....	27
3.1 Penjelasan Diagram Alir	27
3.2 Uji Komposisi	29
3.3 Prosedur Percobaan.....	32

3.3.1	Prosedur Proses Heat Treatment	32
3.3.2	Uji Metalografi	34
3.3.3	Uji Kekerasan.....	36
3.3.4	Uji <i>Scanning Electron Mikroskopy</i> (SEM).....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Data Hasil Pengujian	38
4.1.1	Data Hasil Uji Komposisi Kimia	38
4.1.2	Hasil Pengamatan Metalografi	39
4.1.3	Hasil Uji Kekerasan.....	42
4.1.4	Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Mikroskopy</i> (SEM).....	44
4.2	Pembahasan.....	46
4.2.1	Analisis Hasil Uji Komposisi Kimia	46
4.2.2	Analisis Hasil Pengamatan Metalografi.....	46
4.2.3	Analisis Hasil Pengamatan <i>Scanning Electron Mikroskopy</i> (SEM)	51
4.2.4	Pembahasan Hasil Uji Kekerasan	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN.....		59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy dalam tahun 1809 sebagai suatu unsur dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H . C. Oersted, tahun 1825. Secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Perancis dan C . M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisis dari garam yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi aluminium. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah urutan yang kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi di antara logam *non ferro*.

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat – sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap, kekuatan mekaniknya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dsb. Secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi, bagian kendaraan.

Salah satunya cocok dipakai untuk material velg kendaraan karena memiliki kelebihan seperti ringan, tahan korosi, dan warnanya menarik. Dan aluminium yang sering digunakan untuk membuat velg pada kendaraan mobil adalah paduan aluminium A356. Karena paduan ini mempunyai beberapa kelebihan seperti ; ringan, tahan korosi, dan warnanya menarik, tetapi sifat mekaniknya belum memenuhi standar JIS H 5202. Oleh karena itu maka sifat mekaniknya perlu ditingkatkan. Sifat mekanik paduan dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, salah satunya dengan perlakuan panas.

Pada suatu paduan terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sifat mekaniknya yaitu: komposisi kimia, perlakuan panas (*heat treatment*), proses pengecoran dan proses pengerjaan. Dengan mengubah komposisi kimia sampai batas tertentu, dan memberi perlakuan panas, maka sifat mekanik paduan akan menjadi lebih baik sesuai dengan yang diinginkan. Perlakuan panas (*heat treatment*) yang mencakup *solid solution treatment* dan *artificial aging*.

Pada aluminium terdapat beberapa proses *heat treatment* yang dilakukan untuk meningkatkan kekuatan fisis dan mekanis logam, untuk memenuhi kebutuhan dan penggunaan aluminium proses yang dilakukan salah satunya yaitu *artificial aging*. Pada beberapa penelitian yang relevan mendapatkan hasil yang berbeda beda, sesuai dengan variasi waktu dan temperatur yang berbeda-beda.

Berdasarkan uraian teori dan hasil penelitian diatas maka proses *heat treatment* sering dilakukan pada paduan aluminium untuk meningkatkan kekuatannya. Pada penelitian ini akan melakukan penelitian dengan menggunakan aluminium A356 yang akan mendapat perlakuan panas pada temperatur 540 °C dengan waktu 5 jam dengan metode pendinginan *quenching* dan kemudian mendapat perlakuan *artificial aging* dengan temperatur *single stage aging* 130 °C dan *double stage aging* 200 °C dengan variasi *holding time* 2 jam dan 3 jam. Dari penelitian diatas maka akan mengetahui harga *kekerasan*, dan *struktur mikro, morfologi* pada aluminium sebelum dan sesudah mendapat perlakuan *heat treatment*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perubahan struktur dan sifat mekanik sebelum dan sesudah di *heat treatment*?
2. Seberapa besar pengaruh *heattreatment* terhadap nilai *kekerasan* material?

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan laporan penelitian skripsi, penulis membatasi masalah berikut:

1. Mengalisa perubahan *mikrostruktur* akibat adanya variasi *double aging*
2. *Heat treatment* mencakup proses *solid solution treatment* (SST), *quenching* dan *single stage aging* dan *double stage aging*.
3. Pengujian yang dilakukan yaitu uji *komposisi kimia*, uji *metalografi*, uji *kekerasan*, dan uji *scanning electron microscopy* (SEM).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis perubahan mikrostruktur akibat adanya variasi *double aging*
2. Menganalisis perubahan *kekerasan* akibat adanya variasi *double aging*

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penyusunan skripsi ini, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Bab ini berisikan teori – teori tentang definisi aluminium, *heat treatment (Solid solution treatment)*, *quenching*, *single stage aging*, dan *double stage aging*. Pengujian komposisi kimia, pengujian metalografi, pengujian kekerasan dan pengujian *scanning electron microscopy (SEM)*.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisi tentang langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang pengolahan data dan menganalisa pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan rangkuman akhir dan saran berlangsungnya proses penelitian,

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam pembuatan skripsi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Sejarah Aluminium,” 2012. [Online]. Available: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20315/5>. [Diakses Senin Mei 2019].
- [2] Anonim, “Thermal Logam,” 2010. [Online]. Available: <http://ft.unsada.ac.id/wp-content/uploads/2010/02/bab7b-mt.pdf>. [Diakses Minggu Juni 2019].
- [3] Hatch, Aluminum Properties and Physical Metallurgy, Ohio: ASM International , 1984.
- [4] HIMA, “TES METALOGRAFI,” [Online]. Available: (<http://hima-tl.ppns.ac.id/tes-metalografi/>). [Diakses 12 MARET 2019].
- [5] Jaya, “Heat Treatment,” 2015. [Online]. Available: <http://digilib.ac.id/141442/17/BAB%20II.pdf>.. [Diakses Selasa Mei 2019].
- [6] S. John A, Proses Manufaktur, Yogyakarta: Andi , 2009.
- [7] kemenperin, “produksi aluminium nasional,” kementerian perindustrian, [Online]. Available: (<https://www.kemenperin.go.id/artikel/18851/Kemenperin-Kejar-Produksi-Aluminium-Nasional-2-Juta-Ton-Tahun-2025>) . [Diakses 5 april 2019].
- [8] R. B. S. Majanasastra, “PENGARUH VARIABLE WAKTU(AGING HEAT TREATMENT) TERHADAP PENINGKATAN KEKERASAN PERMUKAAN DAN STRUKTUR MIKRO KEPALA PISTON SEPEDA MOTOR HONDA VARIO”.
- [9] Masgik, “Heat Treatment pada Aluminium paduan,” wordpress, 2010. [Online]. Available: <http://matrudin.files.wordpress.com/2013/10/material-teknik-08th.pdf>.. [Diakses Rabu Mei 2019].
- [10] S. T. Saito, Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1995.
- [11] S. R. H. Schonmetz, Pengerjaan Logam dengan Mesin, Bandung: Angkasa, 1990.
- [12] Smith, “Material Science and Engineering,” 1995. [Online]. Available: <http://trove.nla.gov.au/work/17704220>.. [Diakses Rabu Juni 2019].
- [13] N. I. Subagyo, “Analisis Pengaruh Artificial Aging terhadap sifat mekanis seri 6061”.
- [14] H. I. P. Nanda, “PENGARUH PENAMBAHAN Fe DAN Sr TERHADAP PEMBENTUKAN FASA INTERMETALIK DAN NILAI FLUIDITAS METODE VAKUM PADA PADUAN Al 7 % Si DAN Al 11 % Si,” 2010.
- [15] V. I. C. ASM Metals Handbook, Casting.

- [16] repository.umy.ac.id, “repository.umy.ac.id,” [Online]. Available:
<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/23544/H.%20BAB%20IV.pdf?sequence=8&isAllowed=y> . [Diakses 4 november 2019].
- [17] digilib, “digilib.unila.ac.id,” [Online]. Available:
<http://digilib.unila.ac.id/14142/17/BAB%20II.pdf>. [Diakses 1 agustus 2019].
- [18] taufiqurrokhman, “taufiqurrokhman.wordpress.com,” [Online]. Available:
(<https://taufiqurrokhman.wordpress.com/2018/07/15/kekerasan/>). [Diakses 3 agustus 2019].
- [19] R. Sinaga, ““MENINGKATKAN KEULETAN PADA CORAN PADUAN HYPOEUTEKTIK Al-Si,” ” *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan* , vol. 02, p. 99, 1999..

