

**PENGARUH TEMPERATUR ARTIFICIAL AGING TERHADAP
KEKERASAN PADA PERLAKUAN PANAS ALUMINIUM PADUAN
A356**

SKRIPSI

*Laporan Ini Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kelulusan Sarjana Strata-1 Jurusan Teknik
Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan Bandung*

Oleh:

Edang Gutawan

153030010



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PASUNDAN

BANDUNG

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH TEMPERATUR ARTIFICIAL AGING TERHADAP KEKERASAN PADA PERLAKUAN PANAS ALUMINIUM PADUAN

A356



Nama : Edang Gutawan

NPM : 153030010

Pembimbing I

(Ir. Bukti Tarigan, MT.)

Pembimbing II

(Dr.Ir. Widiyanti Kwintarini, MT.)

ABSTRAK

Paduan aluminium A356 merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam pembuatan velg kendaraan bermotor. Paduan Aluminium A356 sering digunakan karena memiliki banyak keunggulan. Salah satu keunggulannya adalah sifatnya yang ringan. Selain itu paduan aluminium 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, artificial aging dan double aging. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur aging terhadap sifat mekanik pada paduan aluminium A356 sehingga dapat menganalisis sifat kekerasannya. Penelitian dilakukan dengan cara melakukan proses heat treatment terhadap paduan aluminium A356 yang dilakukan pada temperatur 540°C dengan holding time selama 5 jam. Setelah itu dilakukan proses single stage aging dengan temperatur 150°C , 165°C , dan 180°C dengan holding time 2 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. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan, nilai kekerasan mengalami kenaikan. Pada sampel as cast kekerasan yang di dapat sebesar 74,15 BHN, pada sampel quenching (Q) temperatur 500°C dengan holding time 5 jam menggunakan media pendingin air kekerasan yang di dapat sebesar 68,24 BHN, artificial aging (A1) dengan temperatur 150°C holding time 2 jam kekerasan yang di dapat sebesar 80,38 BHN, artificial aging (A2) dengan temperatur 165°C holding time 2 jam kekerasan yang di dapat sebesar 83,80 BHN, sedangkan artificial aging (A3) menggunakan variasi artificial aging 180°C dengan nilai kekerasan 86,07 (BHN).

Kata Kunci: Paduan aluminium, solid solution treatment, variasi single stage aging, kekerasan, uji metalografi dan uji scanning electron microscope.

ABSTRACT

A356 aluminium alloy is one of the materials that is often used in the manufacture of motor vehicle wheels. A356 Aluminium Alloy is often used because it has many advantages. One of its advantages is its light weight. In addition, the A356 aluminium alloy is also resistant to corrosion. The hardness value of aluminium 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, artificial aging and double aging. The research was carried out by means of a heat treatment process on aluminium 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 temperatures of 150 °C, 165 °C, and 180 °C with a holding time of 2 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. Based on the results of hardness testing, the hardness value has increased. In the as cast sample, the hardness obtained is 74.15 BHN, in the quenching (Q) sample at a temperature of 500°C with a holding time of 5 hours using water cooling media, the hardness obtained is 68.24 BHN, artificial aging (A1) with a temperature of 150°C holding time 2 hours hardness is 80,38 BHN, artificial aging (A2) with a temperature of 165°C holding time 2 hours hardness is 83.80 BHN, while artificial aging (A3) uses artificial variations aging 180°C with a hardness value of 86.07 (BHN).

Keywords: Aluminium alloy, solid solution treatment, single stage aging variation, hardness, metallographic test and scanning electron microscope test.

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.4 Batasan Masalah | 2 |
| 1.5 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1 Aluminium dan Paduannya | 4 |
| 2.1.1 Paduan Al-Si | 7 |
| 2.1.2 Paduan Al-Si-Mg | 8 |
| 2.2 <i>Heat Treatment</i> | 9 |
| 2.2.1 <i>Solid Solution Treatment</i> | 10 |
| 2.2.2 Pendinginan Cepat (<i>quencing</i>)..... | 11 |
| 2.2.3 Penuaan (<i>Aging</i>) | 12 |
| 2.3 Uji Komposisi Kimia Optical Emission Spectrometer | 12 |
| 2.4 Pengujian Kekerasan | 13 |
| 2.5 Pengamatan Metalografi | 15 |

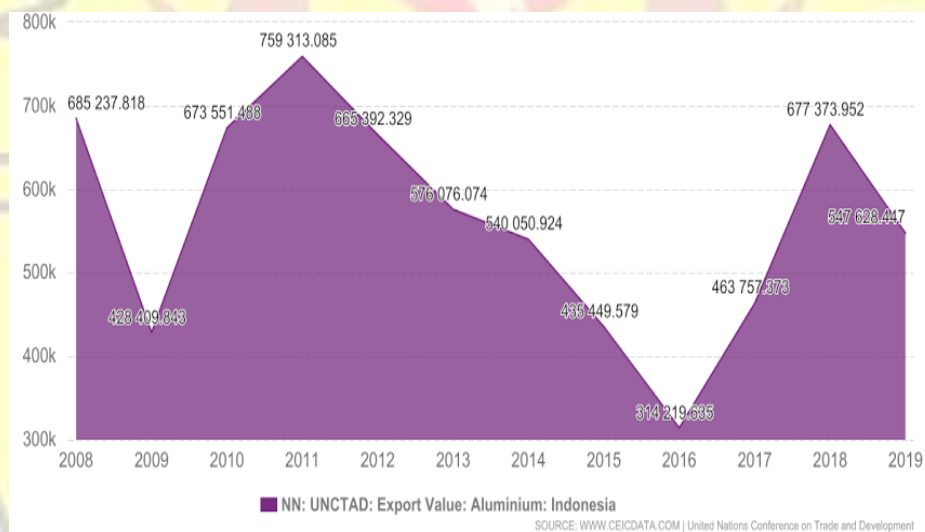
| | | |
|--------------------------------------|--|-----------|
| 2.6 | Pengujian <i>Scanning Elektron Microscopy</i> (SEM) | 17 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 19 |
| 3.1 | Diagram Alir Rencana Proses Penelitian | 19 |
| 3.2 | Penjelasan Diagram Alir | 22 |
| 3.3 | Prosedur Percobaan | 23 |
| 3.3.1 | Prosedur Proses <i>Heat Treatment</i> | 23 |
| 3.3.2 | Prosedur Uji Komposisi | 24 |
| 3.3.3 | Prosedur Uji Metalografi | 25 |
| 3.3.4 | Prosedur Uji Kekerasan | 27 |
| 3.3.4 | Prosedur uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) | 28 |
| BAB IV DATA DAN ANALISIS | | 29 |
| 4.1 | Data Hasil Penelitian | 29 |
| 4.1.1 | Hasil Pengujian Komposisi Kimia | 29 |
| 4.1.2 | Hasil Pengujian Metalografi | 30 |
| 4.1.3 | Hasil Pegujian Kekerasan | 33 |
| 4.1.4 | Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) | 36 |
| 4.2 | Analisis | 38 |
| 4.2.1 | Analisis Pengujian Komposisi Kimia Pada Paduan Aluminium A356 | 38 |
| 4.2.2 | Analisis Pengamatan Metalografi Pada Paduan Aluminium A356 | 39 |
| 4.2.3 | Analisis Pengamatan SEM Pada Paduan Aluminium A356 | 44 |
| 4.2.4 | Analisis Pengaruh Temperatur <i>Aging</i> terhadap Nilai Kekerasan Paduan Aluminium A356 | 48 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 50 |
| 5.1 | Kesimpulan | 50 |
| 5.2 | Saran | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 51 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Menurut Kementerian Perindustrian (2017), total kebutuhan aluminium untuk industri domestik mencapai 600-900 ribu ton per tahun. Dengan situasi ini, aluminium memiliki tingkat konsumsi yang tinggi di Indonesia. Salah satu hal yang menyebabkan tingkat konsumsi aluminium tinggi adalah sifat-sifat fisik yang dimiliki oleh paduan aluminium sehingga berdampak pada luasnya penggunaan dalam berbagai macam produk, banyak di antaranya sangat diperlukan dalam kehidupan modern. Akan tetapi, dengan konsumsi yang tinggi pada setiap tahunnya produsen lokal tidak cukup memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Oleh karena itu, sampai pada tahun 2017 Indonesia masih melakukan impor dari beberapa negara dengan jumlah tertentu untuk memenuhi kebutuhan akan konsumsi aluminium. Grafik impor aluminium di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Impor Aluminium di Indonesia

Aluminium memiliki keunggulan diantaranya sifat ringan, tahan korosi, kuat, dan tangguh yang cukup baik. Aluminium pada saat ini terus berkembang sebagai bahan utama dalam pembuatan alat transportasi seperti: kapal induk, kereta api, kapal, perahu, bus, dan kendaraan bermotor lainnya menggunakan paduan aluminium karena kekuatan dan bobotnya. Kerangka kendaraan, eksterior, kabel, dan sistem listrik di pesawat menggunakan paduan aluminium. Ketahanan terhadap korosi dan kemampuan untuk membentuk paduan dengan logam lain membuatnya sangat efisien untuk secara luas digunakan dalam industri transportasi dan

otomotif. Pada paduan aluminium A356 merupakan salah satu paduan aluminium yang cocok dipakai untuk material *velg-racing* mobil. Karena paduan ini mempunyai beberapa kelebihan seperti: ringan, dan tahan korosi, 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 paduan Al, Si, Mg bertujuan untuk merubah sifat pada paduan dan juga dapat meningkatkan kekerasan pada paduan tersebut. Maka dari itu pada penelitian ini akan difokuskan pada pengaruh *heat treatment* berupa variasi temperatur *artificial aging* terhadap paduan aluminium A356.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perubahan struktur dan sifat mekanik sebelum di *heat treatment*.
2. Bagaimana perubahan struktur dan sifat mekanik setelah di *heat treatment*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis Sifat Kekerasan paduan Aluminium A356.

1.4 Batasan Masalah

Pada penulisan laporan penelitian tugas akhir, penulis membatasi masalah pengaruh *heat treatment* dan *artificial aging* terhadap paduan aluminium A356 yaitu sebagai berikut:

1. Material paduan aluminium A356.
2. Heat treatment mencakup proses *solid solution treatment* dan *artificial aging*.
3. Pengujian yang dilakukan yaitu uji komposisi kimia, uji kekerasan, uji metalografi dan uji SEM.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan proposal tugas akhir ini disusun berdasarkan beberapa bab. Pada setiap babnya tersusun secara sistematis dan bertahap, dengan susunan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori – teori yang akan menjadi dasar dalam penelitian tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metodologi dan langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian tugas akhir ini.

BAB IV DATA DAN ANALISIS

Pada bab ini berisi tentang data-data yang didapat dalam melakukan penelitian, dan analisis dari data-data tersebut sesuai dengan jenis pengujiannya.

BAB V KESIMPILAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil data dan analisis hasil pengujian yang telah dilakukan, dan saran yang dapat dijadikan inspirasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisikan buku acuan atau jurnal yang digunakan penulis dalam pembuatan skripsi.

LAMPIRAN

Memuat data-data yang mendukung penulisan skripsi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] KEMENPERIN;, “Kementrian Perindustrian Republik Indonesia,” 23 Februari 2018. [Online]. Available: <https://www.kemenperin.go.id/artikel/18851/Kemenperin-Kejar-Produksi-Aluminium-Nasional-2-Juta-Ton-Tahun-2025>. [Diakses 11 Juni 2019].
- [2] Surdia, Tata. Saito. Shinrokku;, Pengetahuan Bahan Teknik, Jakarta: Pradnya Paramita, 2005.
- [3] Raharjo. Purwo, Wahyu;, "Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Struktur Mikro," *Mekanika*, vol. 7, pp. 29-30, 2008.
- [4] Suherman. Mizhar, susri. Winoto, Agung;, “Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor,” *Mekanika*, vol. 3, p. 10, 2016.
- [5] M, Furqon;, “Pengaruh Waktu Solution Treatment Pada Penguatan Presifitasi,” *Metal Indonesia*, vol. 35, p. 35, 2013.
- [6] M, Tash. H, Samuel. F, Mucciardi. H, Doty W, “Effect of Metallurgical Parameters On The Hardness And Microstructural Characterization Of As-Cast And Heat-Treated 356 And 319 Aluminum Alloys,” *Materials Science and Engineering*, 2006.
- [7] Abdillah, Fuad;, “Perlakuan Panas Paduan Al-Si Pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas,” Universitas Dipenogoro, Indonesia, 2010.
- [8] Murtiono. Arief;, “Pengaruh Quenching Dan Tempering Terhadap,” *e-Dinamis*, vol. 2, p. 61, 2012.
- [9] Revankar. Gopai;, “Introduction to Hardness Testing,” dalam *Mechanical Testing and Evaluation*, ASM Handbook Committee., 1998, pp. 416-613.
- [10] Wahyuni, Ika. Rojul, Ahmad Barkati. Nasocha, Erlin. Rosyi, Nindia Fauzia. Khusnia, Nurul. Ningsih, Oktaviana Retna;, “Uji Kekerasan Material dengan Metode Rockwell,” pp. 2-4.
- [11] V, Vlack;, Ilmu dan Teknologi Bahan, terj. Sriati Djaprie, Cetakan keempat, Jakarta: PT. Erlangga, 1994.
- [12] Inc, Mc Graw Hill;, Introduction to Physical Metalurgi, Sydney: H.A, 1974.
- [13] ST. MT. Dyah Sawritri;, “Perancangan Mekanik Mesin Poles,” pp. 2-4.

- [14] Saito. MS, Surdia T. Shinroku;, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: PT. PradnyaParamita, 1985.
- [15] Darmawan, Ali;, “Pembentukan Fasa Intermetalik α -Al₈Fe₂Si dan β -Al₅FeSi pada Paduan Al-7wt%Si dengan Penambahan Unsur Besi dan Stronsium,” *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 2008.
- [16] Hendra. Kurniawan. Febrian;, “Pengaruh Penambahan 0,067, 0,081 dan 0,115 wt % Ti Terhadap karakteristik paduan AC4B Hasil Low Pressure Die Casting,” *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 2008.
- [17] Syakur, Abdul ;, “Pengaruh Unsur Besi dan Stronsium terhadap pembentukan fasa intermetalik α -Al₈Fe₂Si dan β -Al₅FeSi pada Paduan Aluminium Silikon Eutektik,” *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 2008.

