

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA AL ALLOY 2014
TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEULETAN
DAN STRUKTUR MIKRO**



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

Oleh :

MUHAMMAD TAUFIQ
D200130165

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA AL ALLOY 2014
TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEULETAN
DAN STRUKTUR MIKRO**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

MUHAMMAD TAUFIQ
D200130165

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



(M. Syukron, S.T., M.Eng., Ph.D)

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA AL ALLOY 2014 TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEULETAN DAN STRUKTUR MIKRO

Oleh :

MUHAMMAD TAUFIQ
D200130165

Telah diterima dan disahkan oleh Dewan Penguji

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada Senin, 28 Desember 2020

Dewan penguji :

1. M. Syukron, S.T., M. Eng., Ph. D

(Ketua Dewan Penguji)

2. Agus Hariyanto, Ir, M.T

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Joko Sedyono, ST., M. Eng., Ph. D

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Dekan,



(Signature of Dekan)

Joko Sedyono, M.T., PhD., IPM.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak pernah 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 diatas, maka akan mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 28 Januari 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Muhammad Taufiq', written in a cursive style.

Muhammad Taufiq

PENGARUH PERLAKUAN PANAS PADA AL ALLOY 2014 TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEULETAN DAN STRUKTUR MIKRO

Abstrak

Aluminium sebagai logam non fero akhir-akhir ini penggunaannya semakin meningkat, antara lain mudah dikerjakan, mempunyai kekerasan yang cukup dan tahan terhadap korosi. Perlakuan panas (*heat treatment*) pada aluminium merupakan proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat mekanis dari material. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas (*heat treatment*) terhadap struktur mikro, uji tarik dan keuletan pada aluminium tipe 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil pengujian struktur mikro pada *raw material* memiliki butiran yang tersebar merata. Sedangkan material dengan perlakuan panas *artificial aging* 150°C memiliki butiran yang kecil dengan jumlah yang banyak dan jaraknya berdekatan. Pada material dengan perlakuan panas *artificial aging* 350°C terlihat bahwa bentuk butiran lebih besar dan batas butir yang tidak merata. Pada pengujian tarik *raw material* menunjukkan kekuatan tarik 297,6 MPa, pada pengujian tarik dengan variasi suhu *artificial aging* 150°C menunjukkan kekuatan tarik sebesar 268,3 MPa dan pada uji tarik variasi suhu *artificial aging* 350°C menunjukkan tegangan tarik maksimum 271,7 MPa. Raw material menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dimungkinkan pengaruh strain hardening lebih tinggi dibandingkan pengaruh *artificial aging* pada spesimen yang mengalami perlakuan panas. Pada pengujian tarik *raw material* menunjukkan nilai regangan sebesar 26%, pada variasi suhu *artificial aging* 150°C sebesar 34%, dan pada variasi suhu *artificial aging* 350°C sebesar 36%. Hasil pengujian tarik dari ketiga spesimen tersebut, spesimen yang mengalami *artificial aging* pada 350°C memiliki keuletan paling tinggi ditandai dengan nilai regangan sebesar 36%.

Kata kunci: heat treatment, struktur mikro, kekuatan tarik, keuletan.

Abstract

Aluminium as a non-ferrous metal has recently been increasingly used, among others, it is easy to work with, has sufficient hardness and is resistant to corrosion. Heat treatment (*heat treatment*) on aluminum is a process of controlled heating and cooling of the material with the intention of changing the mechanical properties of the material. This study aims to determine the effect of heat treatment on the microstructure, hardness and attractiveness of type 2014 aluminum. This study aims to determine the effect of heat treatment on the microstructure, tensile test and ductility of type 2014 aluminum. The results showed that the results of the microstructure test of the raw material had evenly distributed grains. Meanwhile, materials with heat treatment by artificial aging 150°C have small granules with a large number and are closely spaced. In materials with heat treatment artificial aging 350°C, it can be seen that the grain shape is bigger and grain boundaries are not evenly distributed. In the raw material tensile test showed a tensile strength of 297,6 MPa, the tensile test with a temperature variation of the artificial aging 150°C showed a tensile strength of 268,3 MPa and the tensile test of the artificial aging temperature variation was 350°C. indicates a maximum tensile stress of 271,7 MPa.

Raw material shows a higher tensile strength, possibly the effect of strain hardening is higher than the effect of artificial aging on specimens subjected to heat treatment. In the raw material tensile test showed a strain value of 26%, the artificial aging temperature variation of 150°C was 34%, and the artificial aging temperature variation of 350°C was 36%. The results of the tensile test of the three specimens showed that the specimens that were artificial aging at 350°C had the highest ductility marked with a strain value of 36%.

Keywords: heat treatment, microstructure, attractiveness, ductility.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dengan kebutuhan atas bahan produksi menyebabkan manusia berfikir untuk menghasilkan produk dengan bahan yang baik dan mendekati sempurna. Para perancang, pengambil keputusan dan ahli mesin produksi harus senantiasa memahami sifat bahan yang akan digunakan dalam memproduksi suatu produk, baik kekuatannya, kekerasannya, keuletannya, ketahanannya terhadap sifat kimia atau boleh dikatakan harus mengetahui sifat fisis dan mekanis dari bahan yang dapat digunakan karena merupakan faktor penting sehingga dalam arti luas dapat meningkatkan nilai produk.

Aluminium merupakan unsur logam yang banyak terdapat di alam, karena pada kerak bumi 8% adalah aluminium. Pertama kali aluminium ditemukan sebagai unsur oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809, kemudian di reduksi pertama kali sebagai logam oleh Hans Cristian Oersted tahun 1825. Pada tahun 1886 Paul Heroult di Prancis dan Charles Martin Hall di Amerika, secara terpisah telah memperoleh logam aluminium dari alumina dengan cara elektrolisa (Surdia, 1999).

Aluminium memiliki beberapa kelebihan dari pada logam lainnya. Penggunaan paduan aluminium untuk komponen otomotif dituntut memiliki kekuatan yang baik (Saefuloh, et.al, 2018). Fenomena ini perlu ditindaklanjuti dengan adanya perencanaan dan pengkajian terhadap perkembangan teknologi yang ada, diantaranya adalah aluminium. Dengan meluasnya penggunaan aluminium dalam beberapa sektor akan semakin meningkatnya kebutuhan aluminium. Oleh karena itu dengan menggunakan aluminium bekas akan menambah efisiensi dan pemanfaatannya.

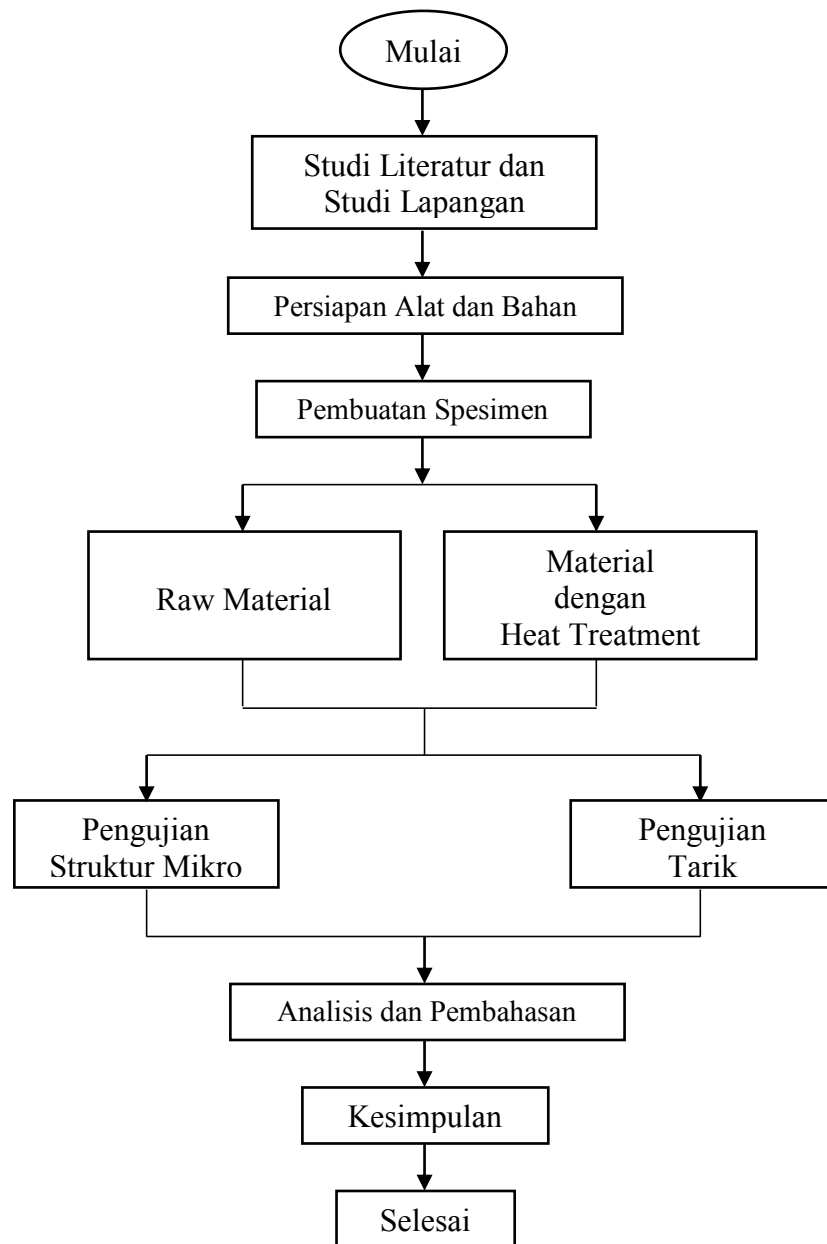
Perlakuan panas (*heat treatment*) pada aluminium merupakan proses pemanasan dan pendinginan material yang terkontrol dengan maksud merubah sifat

mekanis dari material tersebut. Pada umumnya tahapan *heat treatment* dibagi menjadi 3 tahap, yaitu: memanaskan spesimen hingga suhu tertentu, mempertahankan suhu pada waktu tertentu (*holding time*) hingga temperatur merata pada material, dan pendinginan menggunakan media oli, air, atau udara (Surono, 2011).

Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki ketahanan korosi dan sifat logam yang baik. Aluminium 2014, yang umum digunakan dalam penempaan, memiliki kandungan 0,25% Si, 0,43% Fe, 0,08% Cu, 0,44% Mn dan 0,59% Mg serta berbagai kandungan yang lain. Sifat-sifat mekanis seperti *tensile strength*, *hardness* dan *impact energy* dari aluminium meningkat setelah dilakukan proses *age hardening* untuk semua kandungan mangan yang terdapat pada Aluminium alloy hingga 4% dan energi impak umumnya turun dengan peningkatan kandungan Mangan (Abdulwahab, et.al, 2012).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu kiranya diadakan penelitian terhadap pengaruh perlakuan panas terhadap aluminium. Tentang struktur mikro, tingkat kekerasan dan daya tariknya disertai aplikasi teknologi yang berkembang sehingga dapat mendekati pada suatu kesamaan dari nilai produk atau setidaknya mendekati standar mutu yang ada di Indonesia.

2. METODE



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Proses pemotongan dan amplas spesimen uji mikro dan komposisi dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pembelian material aluminium 2014 dilakukan di CV. Aneka Metal Industri, Bakalan, Cepur, Kabupaten Klaten. Solution *heat treatment*, *precipitation heat treatment* dan *quenching* dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Pengujian struktur mikro aluminium 2014 dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik

Departemen Teknik Mesin dan Industri Teknik Universitas Gadjah Mada,
Pengujian daya tarik dilakukan di Laboratorium kejuruan las Balai
Latihan Kerja Surakarta.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Struktur Mikro

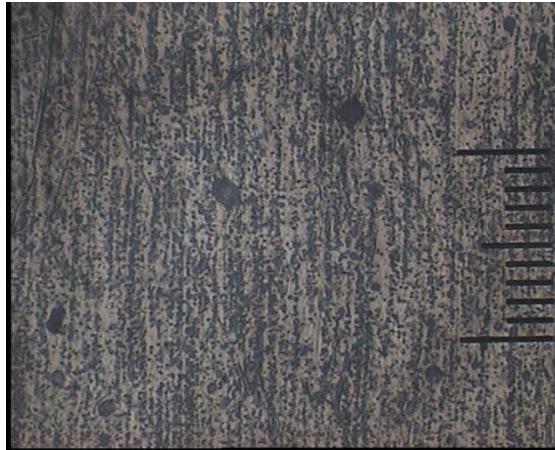
Pengujian struktur mikro dilakukan di vokasi D3 Universitas Gadjah mada yang bertujuan untuk mengetahui struktur mikronya. Hasil pengujian struktur mikro ditampilkan pada gambar 1, gambar 2, dan gambar 3 dengan menggunakan pembesaran 500×. Pengambilan gambar pada pengujian struktur mikro di ambil pada *raw material*, alumunium 2014 suhu *aging* 150°C, dan alumunium 2014 suhu *aging* 350°C.



Gambar 1. Foto struktur mikro *raw material* dengan pembesaran 500×



Gambar 2. Foto struktur mikro Al 2014 suhu *aging* 150°C dengan pembesaran 500×

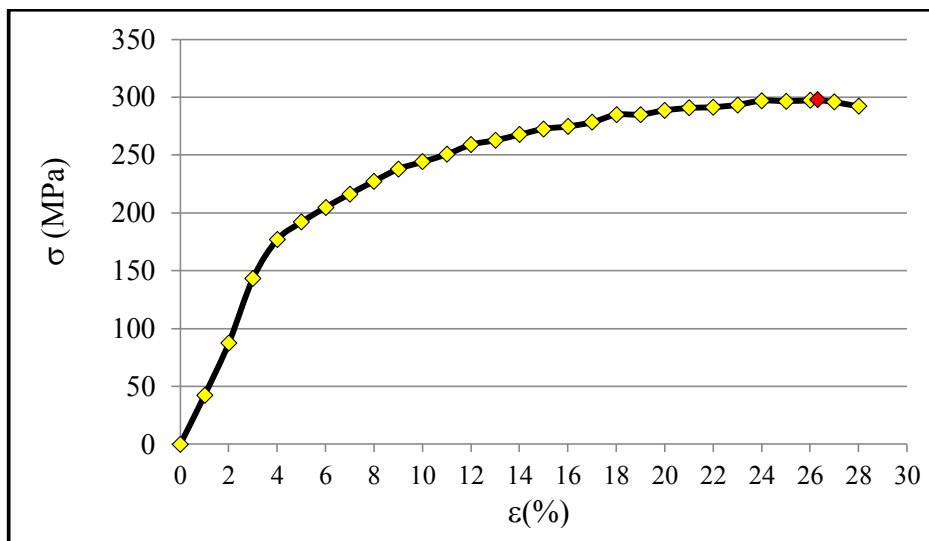


Gambar 3. Foto struktur mikro Al 2014 suhu *aging* 350°C dengan pembesaran 500×

Hubungan antara foto mikro dan dan pengujian tarik adalah untuk mengidentifikasi presipitasi yang terjadi, sifat mekanik seperti keuletan pada material uji. Dari gambar 1 dapat dilihat foto mikro dari *raw material* yang tidak mengalami perlakuan panas serta gambar 2 dan 3 merupakan hasil foto mikro yang diperlakukan panas dengan suhu *aging* 150°C dan suhu *aging* 350°C selama 4 jam. Dari gambar 2 dan gambar 3 terdapat dua fasa yaitu aluminium solid solution yang ditunjukkan warna abu-abu dan fasa Al₂Cu yang ditunjukkan dengan warna hitam. Kandungan Al dan Cu sangat mempengaruhi sifat mekanik dari aluminium jika kedua kandungan tersebut berada pada temperatur yang tepat, campuran ini akan membentuk fasa presipitasi. Terlihat perubahan struktur berupa ukuran dan bentuk butir partikel pada raw material, Al 2014 suhu *aging* 150°C, dan Al 2014 suhu *aging* 350°C. Pada *raw material* ukuran butir masih belum terlihat, karena tidak mengalami efek perlakuan panas. Tetapi pada Al 2014 suhu *aging* 150°C dan suhu *aging* 350°C butir mulai tampak terlihat karena mengalami perlakuan panas selama 4 jam. Pada suhu *aging* 150°C ukuran butir tampak lebih jelas, ini menunjukkan bahwa fasa Al₂Cu mulai terbentuk, sehingga sangat mempengaruhi sifat mekanik pada material yang menyebabkan penurunan harga kekerasan yang sangat signifikan.

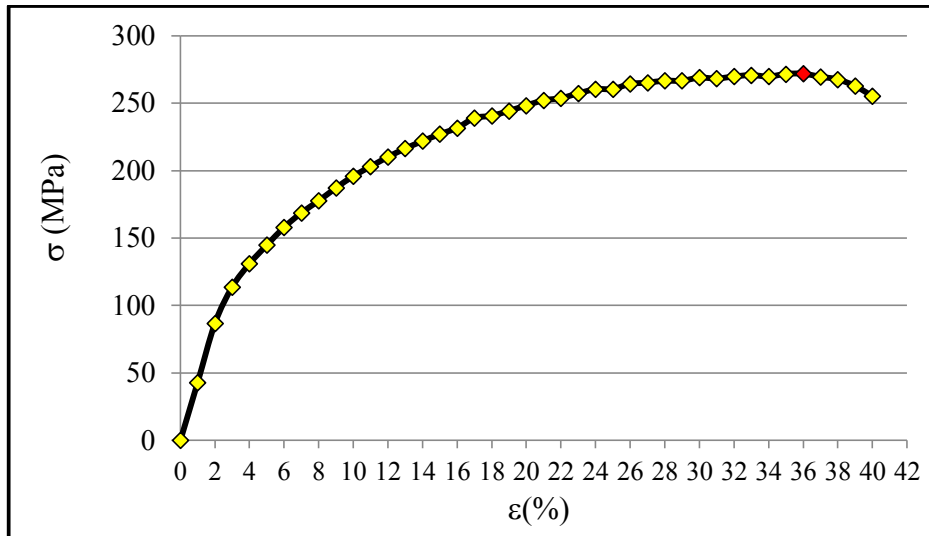
3.2 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Kejuruan Las Balai Latihan Kerja Surakartayang bertujuan untuk mengetahui tingkat kekuatan daya tarik aluminium 2014. Hasil pengujian tarik berdasarkan hasil proses *solution heat treatment* selama 8 jam kemudian diteruskan dengan waktu tahan (*holding time*) selama 4 jam pada material aluminium 2014 dengan variabel suhu *aging* 150°C dan 350°C.



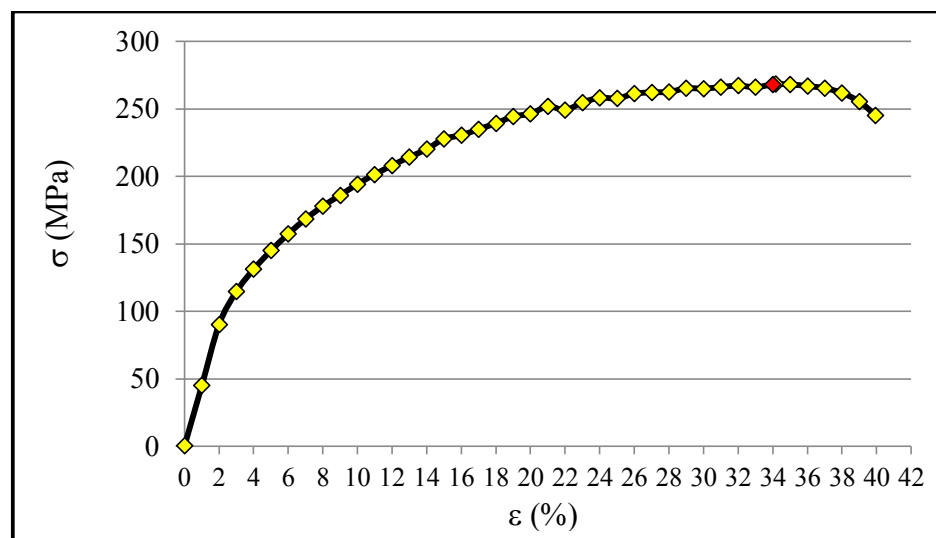
Gambar 4. Hasil uji tarik pada *raw material* aluminium 2014

Pada grafik uji tarik *raw material* pada gambar 4. menunjukkan tegangan tarik maksimum 297,6 MPa sedangkan nilai regangan maksimalnya adalah 26%.



Gambar 5. Hasil uji tarik pada suhu variasi 150°C aluminium 2014

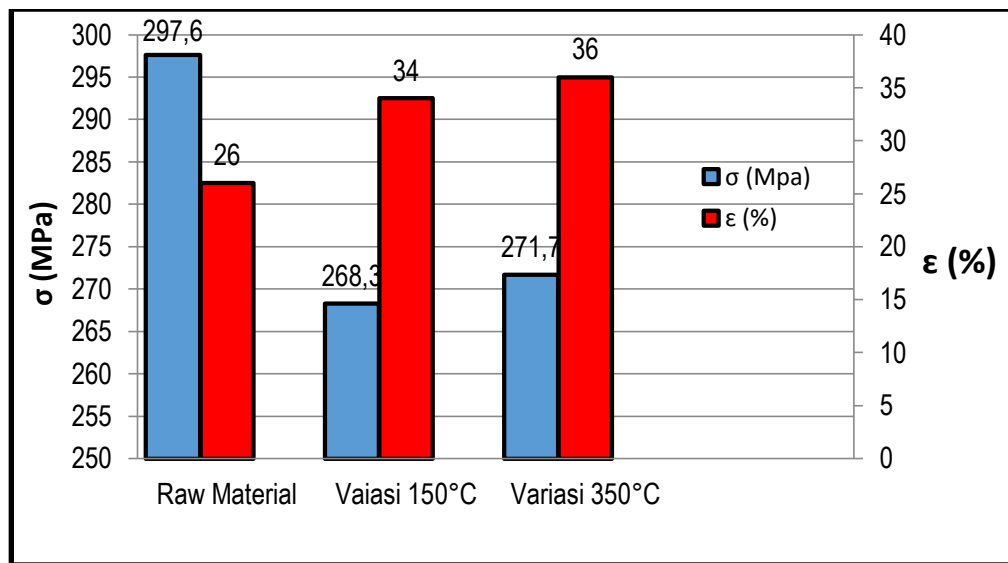
Pada grafik uji tarik variasi suhu *aging* 150°C pada gambar 5. menunjukkan tegangan tarik maksimum 268,3 MPa sedangkan nilai regangan maksimalnya adalah 34%.



Gambar 6. Hasil uji tarik pada suhu variasi 350°C aluminium 2014

Pada grafik uji tarik variasi suhu *aging* 350°C pada gambar 6. menunjukkan tegangan tarik maksimum 271,7 MPa sedangkan nilai regangan maksimalnya adalah 36%.

Berdasarkan gambar di atas pengujian tarik memperoleh hasil yang berbeda-beda di mana tegangan tarik yang paling besar ditunjukkan pada material variasi suhu 150°C sebesar 268,3 MPa ini terjadi karena adanya proses presipitasi dengan terbentuknya presipitat halus Al₂Cu yang menyebar merata dalam spesimen sehingga mampu menahan pergerakan dislokasi saat terjadinya deformasi. Nilai tegangan yang paling rendah adalah pada material variasi suhu 350°C sebesar 271,7 MPa. Hal ini dikarenakan pada suhu 350°C material tersebut mengalami kondisi *over aged*. Kondisi ini terjadi karena presipitasi kembali ke fasa setimbang yang diakibatkan dengan meningkatkan temperatur *aging*.



Gambar 8. Grafik histogram uji tarik

Berdasarkan variasi tiga pengujian di atas dapat diketahui tingkat keuletan yang berbeda-beda setiap spesimen uji. Pada spesimen *raw material* didapatkan nilai regangan sebesar 26%, sedangkan material yang sudah mendapatkan perlakuan panas (*Heat Treatment*) pada variasi *aging* 150°C didapatkan nilai regangan sebesar 34% sedangkan variasi temperatur *aging* 350°C didapatkan nilai regangan sebesar 36%. Hal ini sejalan dengan karakteristik secara umum material logam di mana kekuatannya meningkat maka keuletannya akan turun. Namun dari semua material yang diuji tergolong material yang ulet ($\epsilon > 10\%$).

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dilakukan pengujian dari setiap material dan dilakukan analisa terhadap hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dari hasil pengujian struktur mikro pada *raw material* memiliki butiran yang tersebar merata. Sedangkan material dengan perlakuan panas *artificial aging* 150°C memiliki butiran yang kecil dengan jumlah yang banyak dan jaraknya berdekatan. Pada material dengan perlakuan panas *artificial aging* 350°C terlihat bahwa bentuk butiran lebih besar dan batas butir yang tidak merata.
- b. Pada pengujian tarik *raw material* menunjukkan kekuatan tarik 297,6 MPa, pada pengujian tarik dengan variasi suhu *artificial aging* 150°C menunjukkan kekuatan tarik sebesar 268,3 MPa dan pada uji tarik variasi suhu *artificial aging* 350°C. menunjukkan tegangan tarik maksimum 271,7 MPa. *Raw material* menunjukkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dimungkinkan pengaruh strain hardening lebih tinggi dibandingkan pengaruh *artificial aging* pada spesimen yang mengalami perlakuan panas.
- c. Pada pengujian tarik *raw material* menunjukkan nilai regangan sebesar 26%, pada variasi suhu *artificial aging* 150°C sebesar 34%, dan pada variasi suhu *artificial aging* 350°C sebesar 36%. Hasil pengujian tarik dari ketiga spesimen tersebut, spesimen yang mengalami *artificial aging* pada 350°C memiliki keuletan paling tinggi ditandai dengan nilai regangan sebesar 36%.

4.2 Saran

- a. Riset atau penelitian membutuhkan sebuah perencanaan yang matang, sehingga kerjasama dan koordinasi antara anggota kelompok penelitian sangat penting dilakukan, sehingga diperoleh hasil penelitian yang valid.
- b. Diharapkan pada pengujian struktur mikro menggunakan alat uji yang lebih canggih agar bisa mendapatkan hasil yang maksimal.

- c. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna bagi pihak-pihak yang membaca laporan tugas akhir ini. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut sehingga didapatkan hasil penelitian yang lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulwahab, M., Madugu, IA., Yaro, SA., Popoola, API., 2012. Effects of Temper Conditions and Step-Quenching-Ageing on the Hardness Characteristics and Yield Strength of A356.0-type Al-Si-Mg Alloy. *Silicon*. vol. 4, pp.137–143.
- Ambaryanto, Eko, 2019, Pengaruh Jumlah Saluran Masuk (in-gate) 1,2,3 Terhadap Hasil Coran Aluminium (Al) Pada Produk Flange Dengan Cetakan Pasir Merah. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Avner, Sidney H., 1974. *Introduction to physical Metallurgy*, McGraw Hill International Edition, New York.
- Dieter, E. George. 1993. *Metallurgi Mekanik*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Gunawan, Sigit. 2014. Efek Perlakuan Panas *Aging* terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Impak Paduan Aluminium AA 514.0. *TRAKSI*. Vol. 16, No. 1, p. 42-50.
- Hartono, Anton J dan Tomijiro Kaneko., 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Nadca. 2007. *Alloy data; Aluminium Die Casting Alloys*. NADCA Product Specification Standards for Die Casting, Sec.3.
- Pranata, M.D.E; Alfirano dan Mujiat, J. 2016. Analisis Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Paduan Al 2014 Hasil Proses Aging dengan Variasi Temperatur dan Waktu Tahan. *Jurnal Untirta*. Bandung: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Pujiana, D; Sugita, I.K.G dan Kencanawati, CIP. K. 2019. Pengaruh *Heat Treatment* T5 terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Material Aluminium ADC12. *Jurnal Ilmu Teknik Desain Mekanika*. Vol. 8, No. 1, p. 437-439.
- Respati, S.M.B. 2008. Macam-Macam Mikroskop dan Cara Penggunaan. *Momentum*. Vol. 4, No. 2, p. 42-44.
- Saefuloh, I; Pramono, A; Jamaludin, W; Rosyadi, I dan Haryadi. 2018. Studi Karakterisasi Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Material Piston Aluminium-Silikon Alloy. *Fly Wheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta*. Vol. 4, No. 2, p. 56-62.

- Schulz, Kurt C, (2000), "*An Experimental and Analytical Study of the Properties of Precipitation Hardening Aluminum Alloys*", Of the School of Engineering Faculty at The University of the Pacific.
- Sibilia, John P., 1998. *A Guide to Materials Characterization and Chemical Analysis*. New York: VCH USA.
- Smith, F. William., 1995, "*Principles of Material Science and Engineering*", Second Edition. Mc Graw-Hill Publishing Company, New York.
- Sumanto, Sutrisna dan Subardi. 2007. Pengaruh Penambahan Unsur Tembaga (Cu) pada Aluminium (Al) terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro. *Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional.
- Suprpto, Sudjatmiko. 2017. *Pengaruh Nitridasi Plasma terhadap Kekerasan AISI 304 dan Baja Karbon Rendah*. Yogyakarta: PT. APB-Batan.
- Surdia, T., dan Saito Shinroku., 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan ke-4., PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Surono, Bagus. 2011. *Perubahan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Al-Mg-Si Akibat Variasi Temperatur Pemanasan*. Jakarta: Universitas Pembangunan Nasional Press.
- Susanto, Aris Dwi. 2007. Pengaruh Heat Treatment terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Aluminium Paduan dengan Komposisi Si 1,5%, 2,1% dan 2,7% Menggunakan Cetakan Pasir dan Cetakan Logam. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Yogantoro, A. 2010. Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Low Tempering, Medium Tempering dan High Tempering pada Medium Karbon Steel Produksi Pengecoran Batur-Klaten terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan (Toughness). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.