



MEKANIKA – JURNAL TEKNIK MESIN

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 5 No. 2 (2019)

ISSN (p) : 2460-3384 | ISSN (e) : 2686-3693

KAJI EKSPERIMEN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AGING DAN WAKTU AGING PADA PROSES PERLAKUAN PANAS ALUMINIUM 2024 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO

Ichlas Wahid, Risqi Fatoni, Amirul Angga Fahrudin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: ichlaswahid@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur *aging* 130⁰ C, 160⁰C, 190⁰C dengan waktu *aging* 40 menit, 80 menit, 120 menit. Setelah proses perlakuan panas dilakukan pengujian sifat mekanis meliputi uji kekerasan, uji tarik, dan struktur mikro. Dalam penelitian ini penulis menggunakan material aluminium 2024.

Dari hasil penelitian didapatkan hasil uji kekerasan tertinggi terletak pada aluminium 2024 tanpa perlakuan panas sebesar 82,4 HRB dan untuk hasil uji kekerasan terendah terletak pada aluminium 2024 setelah diberi perlakuan panas dengan temperatur *aging* 190⁰ C dan waktu tahan *aging* 120 menit sebesar 67,8 HRB. Untuk nilai tarik tertinggi terletak pada aluminium 2024 tanpa perlakuan panas sebesar 59,68 Kg/mm² dan nilai tarik terendah terletak pada aluminium 2024 setelah diberi perlakuan panas dengan temperatur *aging* 190⁰C dan waktu tahan *aging* 120 menit sebesar 40,56 Kg/mm². Ukuran butir struktur mikro paling besar terletak pada aluminium 2024 setelah perlakuan panas dengan temperatur *aging* 190⁰C dengan waktu tahan 120 menit ukuran butir rata-rata sebesar 60,47 µm dan ukuran butir paling kecil terletak pada aluminium 2024 tanpa perlakuan panas ukuran butir rata-rata sebesar 42,2 µm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aluminium 2024 dengan diberi proses perlakuan dengan variasi temperatur dan waktu *aging* dapat menurunkan sifat mekanis dan dapat merubah ukuran butir struktur mikro menjadi lebih besar pada aluminium 2024.

Kata kunci: Perlakuan panas, sifat mekanis, struktur mikro, aluminium 2024

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang berkembang pesat terutama di bidang industri logam, menyebabkan kebutuhan naik secara otomatis dari tahun ke tahun. Dari banyaknya kebutuhan itulah penulis mengembangkan dan mempelajari sifat mekanis bahan. Bahan yang baik adalah bahan yang memiliki sifat mekanis yang baik pula, sehingga dapat digunakan sesuai kebutuhan. Aluminium

digunakan di berbagai bidang, seperti pada perindustrian sparepart otomotif, bahan pesawat terbang, kapal, konstruksi pembanguna dan sebagainya. Berdasarkan dari jurnal teknik mesin S-1, Vol.4, No.1, Tahun 2016 yang berjudul Pengaruh Penambahan Unsur Tembaga (Cu) Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Material *Chassis* Berbahan Dasar Limbah Aluminium Hasil Pengecoran HPDC Yang Disertai

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*). Hasil pengujian tarik dengan kandungan 4 % Cu setelah mengalami perlakuan panas adalah yang optimum sebesar 190,3 Mpa, namun nilai kekerasannya rendah sebesar 53,95 HRB. Hasil struktur mikro menunjukkan bahwa semakin banyak unsur tembaga semakin kecil ukuran butirnya. (PandhuMadyantoroArdi, Athanasius Priharyoto Bayuseno, 2016).

Sedangkan pada penelitian ini saya akan melanjutkan jurnal diatas dengan menganalisa kaji eksperimen pengaruh variasi temperatur *aging* dan waktu *aging* pada proses perlakuan panas aluminium 2024 terhadap sifat mekanis dan struktur mikro.

Aluminium

Aluminium dan aluminium paduan merupakan salah satu logam yang banyak digunakan dalam industri otomotif, perkapalan, pesawat terbang dan lain sebagainya. Aluminium murni memiliki sifat yang ringan, lunak, tahan terhadap korosi pengantar listrik dan panas yang baik.

Sifat mekanik aluminium yang rendah dapat dinaikkan dengan menambahkan unsur paduan Cu, Si, Zn, Mg, Mn, Ni dan lain-lain. Dengan menambahkan unsur Cu dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatannya namun mengurangi pertambahan panjang aluminium saat ditarik (*elongasi*). Unsur Cu paling optimal untuk campuran aluminium adalah 4-6 %. Unsur Mg dapat meningkatkan kekuatan aluminium dan menurunkan nilai *ductility*-nya. *Weldtability* dan ketahanan korosinya juga baik.

Aluminium seri 2xxx (Al-Cu)

Aluminium seri 2xxx merupakan aluminium dengan unsur paduan utamanya adalah tembaga, dan ada unsur paduan lainnya seperti Mg dan unsur-unsur lain namun hanya sedikit. Dengan menambahkan tembaga dapat meningkatkan kekerasan aluminium namun ketahanan korosinya menurun.

Aluminium 2024

Aluminium 2024 (*Super Duralumin*) merupakan jenis logam aluminium yang

banyak digunakan dalam industri pesawat terbang, otomotif dan sebagainya. Unsur utama paduannya adalah tembaga (Cu) sebesar 3,8-4,9 % dan terdapat unsur Magnesium (Mg) sebesar 1,2-1,8 %. Aluminium dengan unsur paduan Cu dapat diperlakukan dan sifat mekaniknya menyamai dari kekuatan baja lunak.

Sifat Mekanis Aluminium

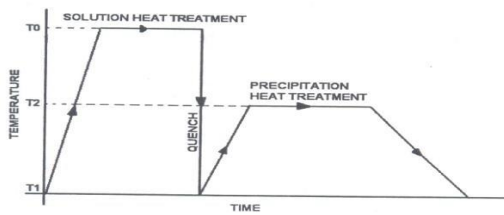
Sifat mekanis adalah kemampuan suatu bahan dalam menerima beban dari luar sebelum mengalami kerusakan. Untuk mengetahui sifat mekanis dari suatu bahan maka diperlukan suatu pengujian yakni pengujian tarik, kekerasan dan masih ada pengujian lain untuk mengetahui sifat mekanik suatu material, sedangkan untuk mengetahui struktur mikro suatu logam dapat dilakukan dengan pengujian metalografi. Sifat mekanis dan struktur mikro aluminium dan aluminium paduan dipengaruhi oleh unsur paduan yang digunakan dan dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan pada aluminium tersebut.

Perlakuan Panas

Perlakuan panas pada aluminium dilakukan dengan cara memanaskan aluminium sampai menjadi fase tunggal kemudian ditahan sampai beberapa waktu dan didinginkan dengan cepat. Setelah proses pendinginan cepat apabila aluminium tersebut dibiarkan sampai beberapa waktu maka akan terjadi proses penuaan alami (*Natural Aging*) dan apabila setelah proses pendinginan secara cepat kemudian di panaskan kembali di dalam oven maka akan terjadi proses penuaan buatan (*Artificial Aging*).

Proses perlakuan panas adalah salah satu cara untuk menaikkan kekerasan dan kekuatan paduan aluminium namun tidak semuanya. Berikut adalah tahapan dalam proses perlakuan panas :

1. *Solution Treatment*
2. *Quenching*
3. *Artificial Aging*



Gambar 1. Siklus perlakuan panas

1) Solution Heat Treatment (Perlakuan Panas Pelarutan)

Solution Heat Treatment adalah proses memanaskan aluminium di dalam *Furnace* (Tanur) dengan temperatur tertentu. Dalam perlakuan panas pelarutan akan terjadi pelarutan fasa-fasa berubah menjadi larutan padat. Tujuan dari perlakuan panas pelarutan yaitu untuk mengubah larutan padat yang serasi (*homogen*).

2) Quenching (Pendinginan)

Quenching adalah proses pendinginan secara cepat dengan cara mencelupkan logam setelah dipanaskan didalam tanur secara cepat ke dalam air atau media pendingin lainnya sampai mendekati temperatur kamar. Tujuan dari dari pendinginan secara cepat adalah supaya larutan padat yang di bentuk pada proses perlakuan panas pelarutan tidak berubah dan tetap pada tempatnya.

3) Artificial Aging

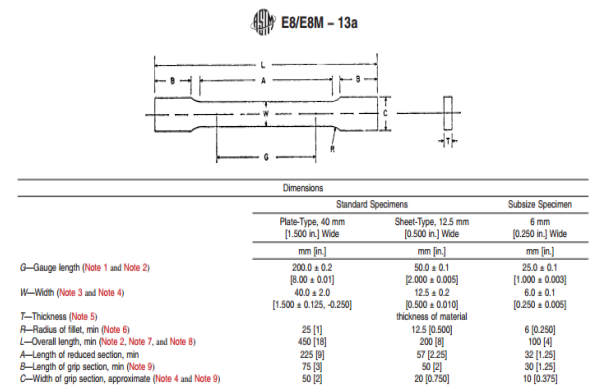
Artificial Aging adalah proses pemanasan kembali setelah proses pendinginan cepat, dalam proses *Artificial Aging* dapat dilakukan beberapa variasi temperatur dan waktu tahannya. Temperatur *aging* berlangsung pada temperatur antara 100°C - 200°C dan dengan lamanya waktu penahanan antara 1 sampai 24 jam. (Schonmetz, 1990)

Dalam proses *Artificial Aging* terjadi perubahan-perubahan fasa atau struktur yang akan mempengaruhi sifat mekanis aluminium tersebut.

Uji Tarik

Pengujian tarik, benda yang akan diuji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan

dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). Dari hasil pengujian tarik dapat diketahui kekuatan suatu material dalam menerima gaya atau beban dari luar sampai putus. Dalam penelitian kali ini menggunakan ASTM E8/E8M untuk bentuk dimensi ukuran spesimen benda yang akan diuji .



Gambar 2. Spesimen uji tarik ASTM E8/E8M

Kekuatan tarik dan pertambahan panjang suatu material dapat diketahui dari grafik hasil pengujian tarik yang nantinya akan bisa diketahui juga diagram tegangan-regangan suatu material menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F/P_{max}}{A_0}$$

dimana : σ = tegangan (kg/mm²)

P = beban tarik (kg)

A₀ = luas penampang mula-mula (mm²)

$$\epsilon = \Delta L / L_0 = (L - L_0) / L_0$$

dimana :

ϵ = regangan (%)

L₀ = panjang “batang uji” mula- mula (mm)

L = panjang “batang uji” saat menerima beban (mm)

UJI KEKERASAN

Kekerasan adalah ketahanan sebuah material terhadap beban tekan yang diberikan

dari luar. Pengujian kekerasan yang sering digunakan adalah menggunakan metode *Brinell*, *Rockwell*, dan *Vickers*. Dalam pengujian kali ini menggunakan metode *Rockwell B* dengan indenter ball 1/16 inch dan beban penekanan 100 kg.



TABLE 1 Rockwell Hardness Scales

Scale Symbol	Indenter	Total Test Force, kgf	Dial Figures	Typical Applications of Scales
B	1/16-in. (1,588-mm) ball	100	red	Copper alloys, soft steels, aluminum alloys, malleable iron, etc. Steel, hard cast irons, pearlitic malleable iron, titanium, deep case hardened steel, and other materials harder than B100.
C	diamond	150	black	
A	diamond	60	black	
D	diamond	100	black	Cemented carbides, thin steel, and shallow case-hardened steel. Thin steel and medium case hardened steel, and pearlitic malleable iron.
E	1/4-in. (3,175-mm) ball	100	red	Cast iron, aluminum and magnesium alloys, bearing metals. Annealed copper alloys, thin soft steel metals.
F	1/4-in. (3,175-mm) ball	60	red	
G	1/4-in. (3,175-mm) ball	150	red	Malleable irons, copper-nickel-zinc and copper-nickel alloys. Upper limit G92 to avoid possible flattening of ball. Aluminum, zinc, lead.
H	1/4-in. (3,175-mm) ball	60	red	
K	1/4-in. (3,175-mm) ball	150	red	Bearing metals and other very soft or thin materials. Use smallest ball and heaviest load that does not give anvil effect.
L	1/4-in. (3,175-mm) ball	60	red	
M	1/4-in. (3,175-mm) ball	100	red	
P	1/4-in. (3,175-mm) ball	150	red	
R	1/4-in. (3,175-mm) ball	60	red	
S	1/4-in. (3,175-mm) ball	100	red	
V	1/4-in. (3,175-mm) ball	150	red	

TABLE 2 Rockwell Superficial Hardness Scales

Total Test Force, kgf (N)	Scale Symbols				
	N Scale, Diamond Indenter	T Scale, 1/16-in. (1,588-mm) Ball	W Scale, 1/16-in. (3,175-mm) Ball	X Scale, 1/16-in. (3,175-mm) Ball	Y Scale, 1/16-in. (3,175-mm) Ball
15 (147)	15N	15T	15W	15X	15Y
30 (294)	30N	30T	30W	30X	30Y
45 (441)	45N	45T	45W	45X	45Y

Gambar 3. Rockwell Hardness Scales (ASTM E18-17)

STRUKTUR MIKRO

Struktur mikro adalah gambaran dari sekumpulan fasa yang bisa dilihat dengan pengujian metalografi. Struktur mikro logam dapat dilihat dengan menggunakan alat mikroskop, sebelum melakukan pengamatan struktur mikro di mikroskop terlebih dahulu benda yang akan diamati harus di amplas sampai halus kemudian di poles sampai mengkilap seperti kaca kemudian di etsa. Dalam penelitian kali ini cairan etsa yang digunakan adalah 3 ml HCL, 2 ml HF, 5 ml HNO₃, 190 ml air. Komposisi cairan etsa ditentukan dari ASTM E407-07 untuk aluminium seri 2xxx.

PLANIMETRI JEFFERIES

Metode ini digunakan untuk menghitung besar butir dengan cara membuat lingkaran berdiameter 5000 mm² di foto hasil pengujian metalografi dan menghitung jumlah butir yang tidak bersinggungan dengan garis dan yang bersinggungan dengan garis, kemudian dimasukkan ke persamaan sebagai berikut :

$$G = [3,322 \text{ Log} (Na) - 2,95]$$

$$\text{dan } Na = f(n1+n2/2)$$

Dimana:

G = besar butir dirujuk ke table ASTM E-112 untuk mencari nilai diameter butir

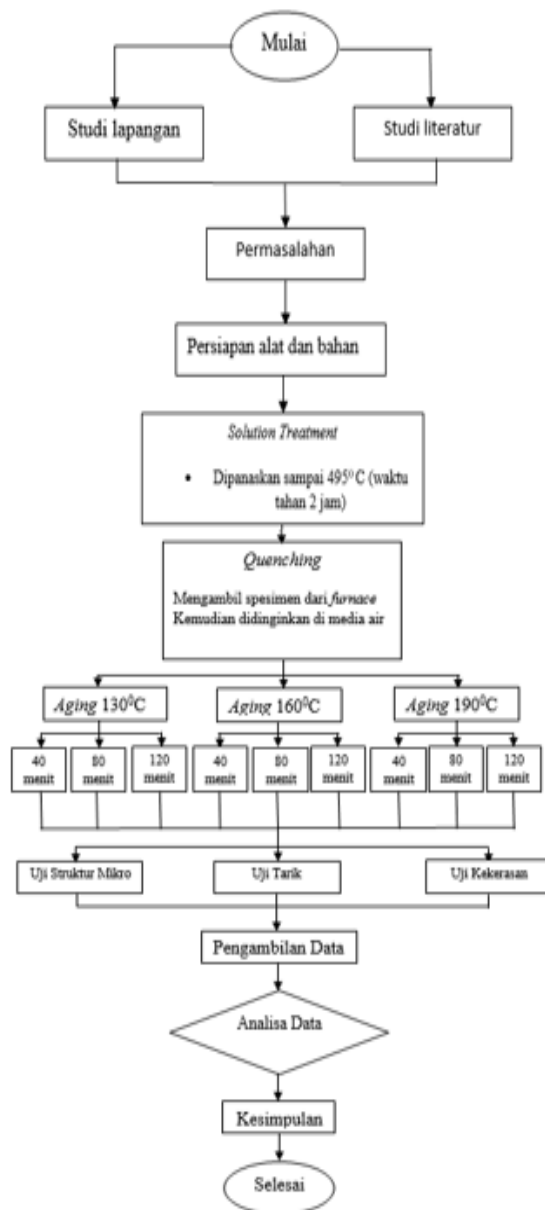
Na = jumlah butir

n1 = jumlah butir dalam lingkaran

n2 = jumlah butir yang bersinggungan dengan garis lingkaran

f = factor pengali pada table Jefferies

PROSEDUR EKSPERIMEN



Gambar 4. Alur Penelitian

