

Pengaruh Variasi Suhu Tuang dengan Heat Treatment T4 terhadap Sifat Mekanis pada Aluminium Paduan 2024

Arif Pambekti¹, Hasan Akhyar², Priyo Tri Iswanto¹

¹ Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

² Departemen Teknik Mesin, Universitas Syiah Kuala, Aceh, Indonesia

Kata kunci:

Al 2024, sifat mekanis, suhu tuang.

Email penulis:

Arif.pambekti@gmail.com

Abstract

Aluminium paduan 2024 adalah jenis logam yang memiliki beberapa keunggulan. Pengujian dilakukan untuk mempelajari pengaruh suhu tuang 688°C, 738°C, 788°C terhadap sifat mekanis pada Al 2024. Heat treatment T4 dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanis Al 2024. Hasilnya kekuatan tarik tertinggi diperoleh 193,89 MPa pada suhu tuang 788°C dan kekerasan tertinggi diperoleh 144 kgf/mm² pada suhu tuang 688°C.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi semakin berkembang dan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Begitupun dengan material yang mengalami perkembangan. Aluminium adalah jenis logam yang memiliki ketahanan korosi yang baik, kekuatan mekanik yang baik, konduktivitas panas tinggi, konduktivitas listrik tinggi, tidak beracun dan memiliki berat yang lebih ringan dibanding logam *ferrous* (Wessel, 2004). Aluminium pertama kali ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted pada tahun 1825 (Surdia & Saito, 1995). Aluminium juga merupakan salah satu jenis logam yang mudah diproduksi dan dapat dimanfaatkan dalam bentuk daur ulang. Dalam daur ulang, aluminium dilebur hingga *melting point* ±660.32 °C dan kemudian dituang kedalam cetakan sesuai dengan bentuk produk yang akan dipakai. Pada proses pengecoran ulang aluminium (*remelting*), porositas sering terbentuk karena gas yang terjepit saat injeksi logam cair.

Paduan aluminium - tembaga telah menarik perhatian besar karena sifatnya yang unik. Aluminium paduan 2024 merupakan salah satu aluminium paduan dengan unsur Cu sebagai paduan utama. Komposisi aluminium paduan 2024 terdiri dari Al 90.7–94.7%, Cu 3.8–4.9%, dan Mg 1.2–1.8% sebagai paduan utamanya (Wessel, 2004). Paduan aluminium 2024 dapat diberi perlakuan panas (*heat-treatable*) untuk meningkatkan kekuatannya.

Perlakuan panas (*heat treatment*) adalah paduan antara pemanasan, penahanan temperatur dan pendinginan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat mekanik seperti kekerasan, kekuatan, keuletan, ketangguhan (Callister, 2007). Penelitian sebelumnya dilakukan pada aluminium paduan 2024 dengan metode penuaan dua tahap. Spesimen dilakukan pemanasan sampai 505°C selama 1 jam untuk memastikan keseragaman suhu, kemudian dilanjutkan penuaan. Penuaan tahap pertama dilakukan pada suhu 110°C selama 8 jam dan kemudian penuaan tahap kedua dilakukan pada suhu 190°C dengan variasi waktu selama 6 jam, 12 jam, 24 jam, 48 jam (Song dkk, 2017).

Penelitian selanjutnya mengenai perbedaan *heat treatment* dilakukan pada sambungan las (*PWHT*) material aluminium paduan 2024. Sambungan las diberikan *heat treatment* untuk mengetahui perbedaan sifat fisis dan mekanis. *Heat treatment* T4 dilakukan pada suhu 510°C selama 2,5 jam dengan *natural aging* sedangkan *heat treatment* T6 dilakukan pada suhu 510°C selama 2,5 jam dengan variasi *aging* 100°C dan 190°C selama 10 jam (Hakan dkk, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi suhu tuang dari perlakuan panas (*heat treatment*) T4 dengan *natural aging* terhadap struktur mikro, nilai kekuatan tarik dan nilai kekerasan.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi penelitian

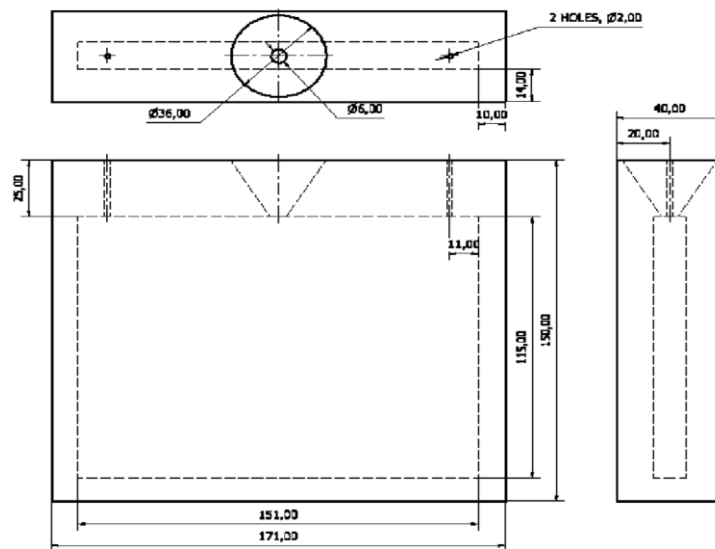
Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium paduan 2024 yang di remelting pada tiga variasi suhu yaitu 688°C, 738°C, dan 788°C. Penelitian ini dilakukan di laboratorium bahan teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

2.2. Proses Pengecoran

Peleburan aluminium paduan 2024 dilakukan menggunakan *furnace* pada tiga variasi suhu 688°C, 738°C, dan 788°C. Kemudian dituangkan ke dalam cetakan logam yang sudah dipanaskan pada suhu 220°C. Untuk seluruh kondisi pengecoran suhu diukur dengan termometer yang berada pada *funace*.

2.3. Cetakan Permanen

Bahan cetakan yang digunakan adalah baja karbon EMS/17330 dengan pertimbangan bahan ini mampu untuk menahan aluminium cair karena titik leburnya diatas aluminium. Cetakan logam untuk mencetak spesimen untuk kebutuhan pengujian. Pengujian tersebut diantaranya adalah struktur mikro, uji tarik, uji kekerasan. Dimensi ukuran cetakan diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1: Cetakan Permanen

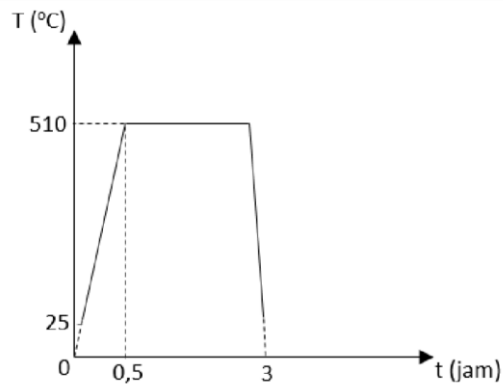
2.2. Heat Treatment

Heat treatment adalah paduan antara pemanasan, penahanan temperature dan pendinginan dengan tujuan untuk meningkatkan sifat mekanik seperti kekerasan, kekuatan, keuletan, ketangguhan dll. Proses pemanasan menggunakan alat *furnace* yang diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2: Furnace Hoffman untuk Proses Heat Treatment

Gambar 3 menunjukkan grafik *heat treatment* dilakukan pada suhu 510 °C dan ditahan selama 2,5 jam kemudian dilakukan pendinginan cepat (*quenching*) (Hakan dkk. 2008).

Gambar 3: Grafik *Heat Treatment*

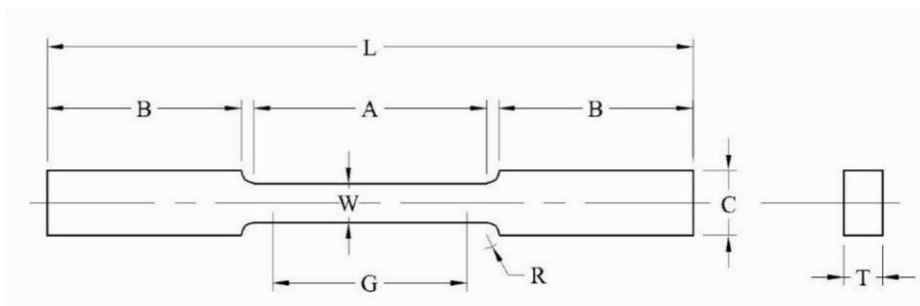
2.4. Pengujian

2.2.1 Pengujian Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui struktur dari aluminium paduan 2024 dalam keadaan sudah diampelas menggunakan ampelas ukuran 5000 mesh dan di poles menggunakan *autosol metal poles* kemudian dilakukan etsa menggunakan 3ml HF dan 100ml Aquades (ASTM E407, 2004). Pengamatan struktur mikro dilakukan di laboratorium bahan teknik, Universitas Gadjah Mada. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dan alat optilab seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. Pengamatan gambar dilakukan dengan perbesaran 100X kemudian diambil gambarnya di daerah permukaan yang ingin diamati.

2.2.2 Pengujian Tarik

Pengujian tarik pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik maksimal (*ultimate tensile strength*) dan kekuatan luluh (*yield strength*) dan pertambahan panjang dari spesimen dengan *heat treatment* T4. Pengujian dilakukan menggunakan mesin *Servopulser*. Beban yang digunakan dalam pengujian adalah sebesar 2 ton. Spesimen uji tarik dibuat berdasarkan standar ASTM E8 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Spesimen Uji Tarik (ASTM E8)

Dengan ukuran sebagai berikut :

G = Gauge length	= 25 mm
T = Thickness	= 6 mm
W = Width	= 6 mm
A = Cross sectional area	= $a \times b = 36 \text{ mm}^2$
B = Length of Grip Section	= 30 mm
C = Width of Grip Section	= 10 mm
R = Radius fillet	= 25 mm
L = Overall length	= 100 mm

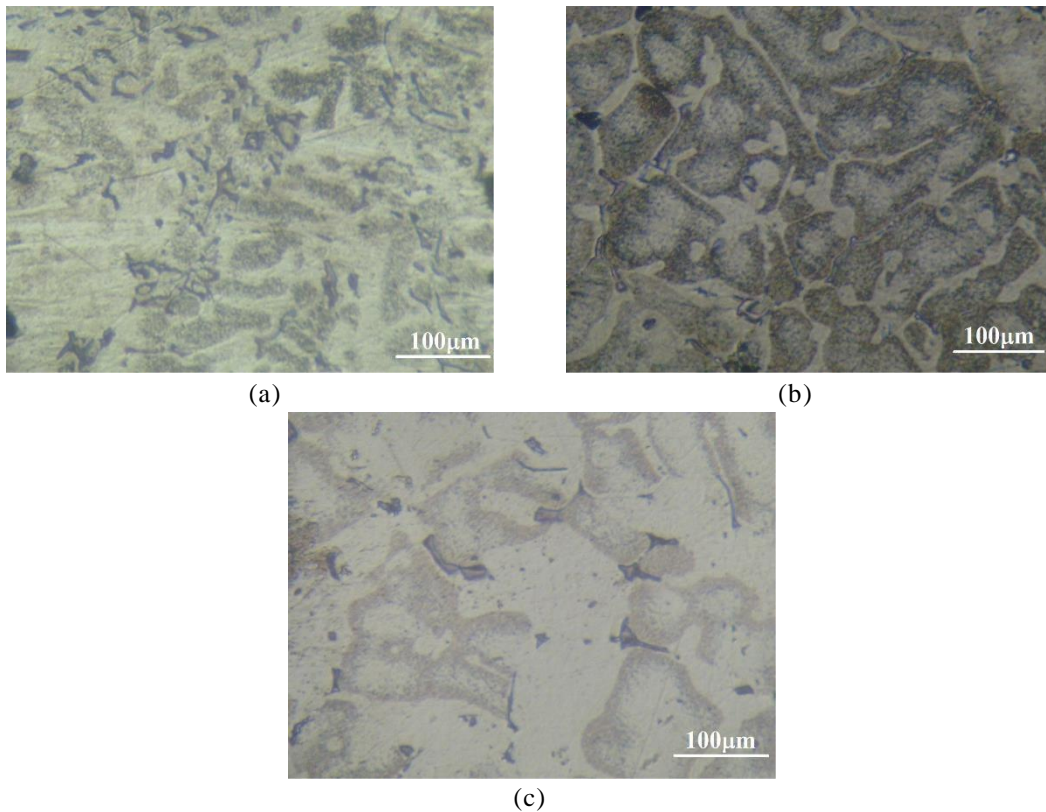
2.2.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini bertujuan untuk melihat perbedaan nilai kekerasan dari aluminium paduan 2024 yang dicor dengan variasi suhu, yaitu 688 °C, 738 °C, 788 °C dengan *heat treatment* T4. Metode yang digunakan dalam pengujian kekerasan ini adalah dengan pengujian *brinell*. Dari pengujian kekerasan

didapatkan jumlah garis pada diagonal bekas pijakan indentor. Dalam pengujian ini diambil 10 titik untuk masing-masing spesimen.

3. Hasil dan Pembahasan

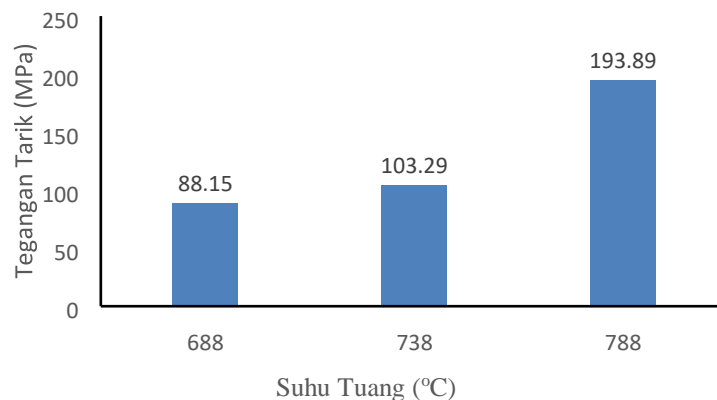
3.1. Hasil Pengujian Struktur Mikro



Gambar 5: (a) *Heat treatment* T4 suhu 688 °C, (b) *Heat treatment* T4 suhu 738 °C, (c) *Heat treatment* T4 suhu 788 °C

Dari pengujian struktur mikro dapat dilihat bahwa suhu tuang saat pengecoran berpengaruh pada ukuran butiran. Semakin tinggi suhu tuang pengecoran semakin besar ukuran butirannya. Hal ini dikarenakan cooling rate semakin tinggi dan berpengaruh pada pertumbuhan butiran. Pengaruh terhadap sifat mekanis ditunjukkan pada hasil pengujian tarik dan kekerasan.

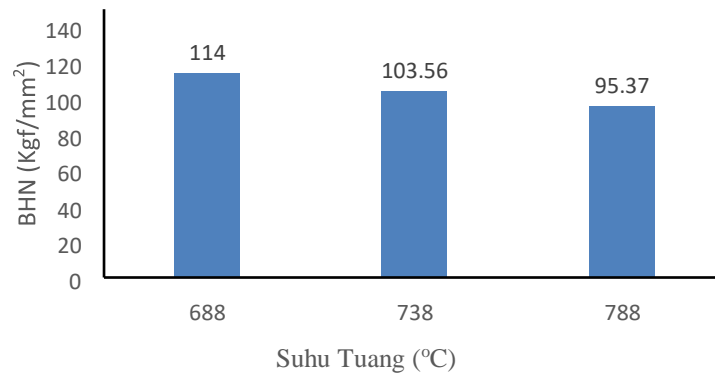
3.2. Hasil Pengujian Tarik



Gambar 6: Hasil Pengujian Tarik

Hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik tertinggi pada suhu tuang 788°C yaitu 193,89 MPa dan kekuatan terendah pada suhu 688°C yaitu 88,15 MPa. Semakin tinggi suhu tuang maka semakin tinggi nilai kekuatan tariknya.

3.3. Hasil Pengujian Kekerasan



Gambar 7: Hasil Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan menunjukkan kekerasan tertinggi pada suhu tuang 688°C yaitu 144 kgf/mm² dan kekerasan terendah pada suhu 788°C yaitu 95,37 kgf/mm². Semakin tinggi suhu tuang maka semakin rendah nilai kekerasannya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu tuang maka ukuran butiran semakin besar. Sehingga saat dilakukan indentasi pengujian kekerasan dislokasi antar batas butir mudah terjadi dan menyebabkan nilai kekerasan rendah.

Kesimpulan

1. Suhu tuang saat pengecoran mempengaruhi ukuran butiran aluminium paduan 2024. Semakin tinggi suhu tuang maka semakin besar ukuran butirannya.
2. Nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada suhu tuang 788 yaitu 193,89 MPa.
3. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada suhu tuang 688°C yaitu 144 kgf/mm².

Daftar Pustaka

- ASTM E8. (2004). Standard Test Method for Tension Testing of Metallic Materials.
- ASTM E407. (2004). Standard Practice for Microetching Metals and Alloys.
- Callister, J.W.D. (2007). Materials Science and Engineering: an Introduction, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Hakan A., Bayram A., Uguz A., & Akay K. S. (2008). Tensile Properties of Friction Stir Welded Joints of 2024 Aluminum Alloys in Different Heat-Treated-State, *Elsevier*, 30, 2211-2221.
- Hakan A., Bayram A., Durgun I. (2009). The Effect of Post-Weld Heat Treatment on The Mechanical Properties of 2024-T4 Friction Stir-Welded Joints, *Elsevier*, 31, 2568-2577.
- Song Y. F., Ding X. F., Xiao L. R., Zhao X. J., Cai Z. Y., Guo L., Li y. W., Zheng Z. Z. (2017). Effects of Two-Stage Aging on The Dimensional Stability of Al-Cu-Mg Alloy, *Elsevier*, 701, 508-514.
- Surdia, T., & Saito, S. (1999). Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan 4, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Wessel, J.K. (2004). Handbook of Advanced Materials, Wiley-Interscience, USA.