



**ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN  
PENAMBAHAN TEMBAGA TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN  
STRUKTUR MIKRO PADA PENGECORAN ALUMINIUM**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S1)  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik*



★ Disusun Oleh: ★ ★ ★ ★

**Achmad Fatoni Iqbal Bagha**

**NPM: 216.0105.2059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2021**

## ABSTRAK

**Achmad Fatoni.I.B.2021. Analisis pengaruh variasi media pendingin dan penambahan tembaga terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran aluminium. Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Ir. Hj. Unung Lesmana, M.T. dan Mochammad Basjir,ST.,MT**

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh nilai kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran aluminium dengan penambahan tembaga menggunakan variasi media pendingin. Aluminium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium piston dengan sampel uji 589/20-S1517 (%) aluminium 76,08 standar deviasi 0,198 dan magnesium menggunakan tembaga batang. Pada penelitian ini menggunakan 9 spesimen kekerasan dan uji struktur mikro dengan menggunakan media pendingin air garam, air dan Oli. Hasil penelitian ini menyimpulkan nilai rata-rata kekerasan tertinggi terdapat pada pengecoran aluminium dengan penambahan tembaga sebesar 10% menggunakan media pendingin air garam yaitu 86,7 HRB, sedangkan nilai rata-rata terendah terdapat pada penambahan tembaga sebesar 6% menggunakan media pendingin oli yaitu 54,5 HRB. Kemudian nilai persentase struktur mikro perlit tertinggi terdapat pada pengecoran aluminium penambahan tembaga sebesar 10% menggunakan media pendingin air garam dengan nilai persentase 88%, sedangkan persentase Ferit tertinggi terdapat pada saat pengecoran Aluminium dengan penambahan Tembaga (Cu) sebesar 6% menggunakan media pendingin oli dengan nilai persentase Ferit 84%.

*Kata kunci: Pengecoran logam, aluminium paduan tembaga, kekerasan, struktur mikro*

## ABSTRACT

**Achmad Fatoni.I.B.2021. Analysis of the effect of variations in cooling media and the addition of copper to the hardness value and microstructure of aluminum casting. Thesis, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Supervisor: Ir. Hj. Unung Lesmana, M.T. and Mochammad Basjir, ST., MT**

This study aims to determine the effect of hardness and microstructure values on aluminum casting with the addition of copper using a variety of cooling media. The aluminum used in this research is aluminum piston with a test sample of 589/20-S1517 (%) aluminum 76.08 standard deviation 0.198 and magnesium using copper rods. In this study, 9 specimens of hardness and microstructure test were used using the cooling medium of salt water, water and oil. The results of this study conclude that the highest average hardness value is found in aluminum casting with the addition of copper by 10% using salt water cooling media, which is 86.7 HRB, while the lowest average value is found in the addition of copper by 6% using oil cooling media, which is 54 ,5 HRB. Then the highest percentage value of pearlite microstructure is found in aluminum casting with the addition of copper by 10% using salt water cooling media with a percentage value of 88%, while the highest percentage of ferrite is found in aluminum casting with the addition of copper (Cu) of 6% using oil cooling media with Ferrite percentage value 84%.

Keywords: Metal casting, copper aluminum alloy, hardness, microstructure

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Industri dalam bidang pengecoran banyak sekali penggunaan aluminium sebagai material pengecoran karena memiliki sifat yang ringan, dapat dibentuk dengan baik dan tahan terhadap korosi yang sangat tinggi tetapi di kehidupan sehari-hari banyak faktor yang menyebabkan daya guna material ini menurun.

Aluminium mempunyai banyak kelebihan dari pada logam lainnya, tetapi dalam pengaplikasian dibidang teknik aluminium masih memiliki kelemahan yaitu sifat mekanik aluminium kurang baik terutama pada kekerasan, batas cair, dan regangannya. Sehingga membuat aluminium murni tidak dapat dipakai sebagai bahan konstruksi. Unsur-unsur paduan yang digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik aluminium adalah tembaga, silikon, mangan, magnesium, dan unsur-unsur lainnya. Dimana paduan aluminium tersebut dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu: jenis Al-murni, jenis Al-Cu, jenis Al-Cu-Si, jenis Al-Si, jenis Al-Si-Mg, jenis Al-Mg, jenis paduan Al tahan panas, dll.

Paduan aluminium dengan silikon memperbaiki permukaan menjadi baik, tanpa kegetasan panas dan sangat baik untuk paduan coran. Selain itu, paduan aluminium dengan silikon mempunyai ketahanan korosi yang baik, ringan, koefisien pemuaian yang kecil serta mampu menghantarkan listrik dengan baik. Aluminium dengan tembaga akan meningkatkan sifat mekanik, aluminium dengan magnesium akan menyebabkan paduan bertambah ringan serta meningkatkan ketahanan terhadap *impact*, dan sebagainya. (Alfiana et al., 2019).

Penambahan unsur tembaga pada paduan aluminium-silikon yang sesuai dapat meningkatkan kekuatan mekanik yang diinginkan. Pengaruh penambahan tembaga terhadap sifat mekanik atau kekerasan yang menggunakan paduan aluminium-silikon ditambahkan tembaga dalam bentuk silinder pejal dengan variasi 0% - 4% menghasilkan kekerasan yang meningkat tetapi untuk ekspansi termalnya pada komposisi 2% yang memiliki titik maksimum sebesar  $230 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ . Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis sangat baik jika mencoba memilih penambahan tembaga (Cu) diatas 4% dan menggunakan tembaga jenis lainnya.(Kimiarta, 2016).

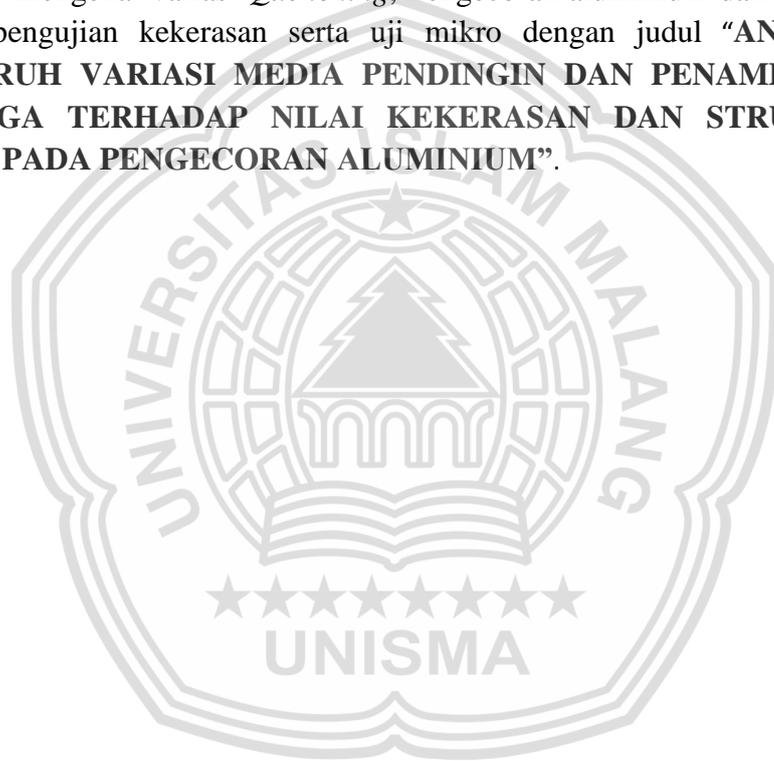
Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Saputra membahas analisis pengaruh penambahan tembaga (Cu) dengan variasi (7%, 8%, 9%) pada paduan aluminium silikon (Al-Si) terhadap sifat fisis dan mekanis. Pada penambahan Cu 7%, unsur Al sebesar 98,65%, Si 0,30% dan Cu 0,3090%. Pada Cu 8%, unsur Al sebesar 97,92%, Si 0,40% dan Cu 0,9350%. Pada penambahan Cu 9%, unsur Al 96,16%, Si 1,00% dan Cu 1,9290%. Hasil uji *impact* diketahui bahwa semakin banyak kadar penambahan Cu ke paduan Al-Si semakin rendah nilai *impact*. Kemudian pada material yang mengalami proses *heat treatment*, nilai *impact* meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses *heat treatment* maka nilai *impact* semakin meningkat. Hasil uji tarik diketahui bahwa semakin banyak penambahan Cu ke paduan Al-Si kekuatan tarik meningkat. Hasil uji kekerasan diketahui bahwa semakin banyak penambahan Cu ke paduan Al-Si kekerasan meningkat. Kemudian material yang mengalami proses *heat treatment* kekerasannya semakin meningkat dan semakin lama waktu tahan pada proses *heat treatment* kekerasannya semakin meningkat lagi.(Anderson et al., 2018)

Mempertimbangkan hal tersebut, maka dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan material Aluminium (Al) paduan Tembaga (Cu) dengan media variasi *Quenching* dan diharapkan paduan hasil coran mempunyai sifat mekanik yang baik sehingga dapat meningkatkan daya guna paduan aluminium dengan mengatur komposisi berat tembaga (Cu) dan jenis tembaga yang digunakan, sehingga sangat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hasil material dari penelitian ini juga diharapkan

dapat diaplikasikan sebagai bahan baku teknik pembuatan pada industri aluminium sektor bangunan seperti pembuatan paku keling yang memerlukan kekerasan cukup tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekerasan variasi media *quenching* menggunakan air, air garam, dan *quenching oil* pada hasil *remelting* aluminium (Al) dengan penambahan tembaga (Cu), serta untuk mengetahui struktur mikro variasi media *quenching* menggunakan air, air garam, *quenching oil* pada hasil *remelting* aluminium.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian mengenai variasi *Quenching*, Pengecoran aluminium dan tembaga dengan pengujian kekerasan serta uji mikro dengan judul “ANALISIS PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN DAN PENAMBAHAN TEMBAGA TERHADAP NILAI KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PENGECORAN ALUMINIUM”.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu adanya suatu rumusan masalah agar peneliti lebih fokus dan terarah pada suatu objek permasalahan yang akan diteliti, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin (*quenching*) dan penambahan tembaga terhadap nilai kekerasan pada hasil pengecoran aluminium.
2. Bagaimana pengaruh variasi media pendingin (*quenching*) dan penambahan tembaga terhadap nilai struktur mikro pada hasil pengecoran aluminium

## 1.3 Batasan Masalah

Supaya penelitian tidak melebar dari apa yang dikehendaki peneliti maka perlu adanya suatu batasan masalah, adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Material benda kerja yang digunakan adalah Aluminium murni dengan penambahan 6%, 8%, dan 10% Tembaga (Cu).
2. Menggunakan variasi media *Quenching* air, air garam, dan *oil*.
3. Menguji nilai kekerasan dan struktu mikro
4. Menggunakan metode pengecoran *Casting*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan batasan masalah yang telah dipaparkan diatas maka Tujuan dari skripsi ini adalah untuk mengetahui besar pengaruh jenis material benda kerja terhadap nilai kekerasan dan setruktur mikro dari hasil Pengecoran almunium (Al) dengan penambahan Tembaga (Cu).

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian ini adalah dapat membandingkan nilai kekerasan dan struktur mikro pada pengecoran Aluminium (Al) dengan penambahan Tembaga (Cu), juga dapat menambah wawasan tentang pengecoran.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami isi keseluruhan dari penelitian ini maka sistematika penulisannya adalah sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang dibuatnya penelitian, perumusan pokok masalah, batasan permasalahan, tujuan yang akan dicapai, manfaat yang dapat dihasilkan, dan metodologi yang digunakan serta sistematika dari penulisan skripsi ini.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, guna mendukung, melandasi dan memperkuat penelitian yang didapat dari buku, jurnal ilmiah, literatur serta penelitian terdahulu.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ketiga membahas mengenai langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. Hal ini bertujuan supaya dalam metode pengambilan data, pengumpulan data, diagram alur penelitian dan pengolahan data hasil dari eksperimen ini menjadi lebih terarah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

**BAB IV : ANALISIS DATA**

Dalam bab ini merupakan laporan hasil dari fenomena-fenomena pelaksanaan penelitian dan membahas mengenai analisis data yang telah diperoleh.

**BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan pokok dari penelitian sesuai tujuan yang ingin dicapai, serta saran untuk penelitian selanjutnya. Setelah adanya bab ini dilanjutkan dengan daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Bedasarkan penelitian analisis kekerasan pengecoran Aluminium dan Tembaga dengan variasi media pendingin *Quenching*. Maka dapat disimpulkan bahwa :

##### A. Kekerasan

Hasil pengecoran Aluminium dan penambahan Tembaga(Cu) sebesar 6%, 8% dan 10% nilai kekerasan tertinggi terdapat pada penambahan Tembaga(Cu) sebesar 10% dengan nilai kekerasan 464,3 HRB.

Hasil pengecoran Aluminium dan penambahan Tembaga(Cu) sebesar 6%, 8% dan 10% dengan media pendingin air garam, air dan oli didapatkan nilai kekerasan yang tertinggi pada saat penambahan Tembaga(Cu) sebesar 10% dengan menggunakan media pendingin air garam dengan nilai kekerasan 480,4 HRB.

Ditinjau dari perhitungan manual analisa uji ANOVA (*Analysis Of Variance*) analisis yang didapat sebagai berikut :

- a)  $H_0$  ditolak karena ada perbedaan hasil pengecoran Aluminium dengan variasi campuran Tembaga, ditolak pada  $\alpha = 0,05$  ( $27,86 > 4,26$ ).
- b)  $H_0$  ditolak karena ada perbedaan hasil pengecoran Aluminium dengan variasi media pendingin, ditolak pada  $\alpha = 0,05$  ( $79,16 > 4,26$ ).
- c)  $H_0$  diterima karena tidak ada efek interaksi pada pengecoran Aluminium dengan variasi penambahan Tembaga(Cu) dan media pendingin, dapat diterima pada  $\alpha = 0,05$  ( $0,90 < 3,63$ ).

## B. Struktur Mikro

Dari hasil struktur mikro pada pengecoran Aluminium dan penambahan Tembaga(Cu) sebesar 6%, 8% dan 10% menggunakan media pendingin air garam, air dan oli didapatkan nilai persentase Perlit tertinggi pada saat pengecoran Aluminium dengan penambahan Tembaga(Cu) sebesar 10% menggunakan media pendingin air garam dengan nilai persentase Perlit 88%. Dan untuk nilai persentase Ferit tertinggi didapatkan pada saat pengecoran Aluminium dengan penambahan Tembaga(Cu) sebesar 6% menggunakan media pendingin oli dengan nilai persentase Ferit 84%.

### 5.2 Saran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian adalah :

1. Untuk melaksanakan penelitian selanjutnya diharapkan jangan ada rasa takut dengan data yang harus diperoleh dari hasil penelitian.
2. Pilihlah jenis material yang akan digunakan dalam penelitian sangatlah berpengaruh dalam sifat mekaniknya. Hendaknya sebelum memilih material uji, penelitian mengetahui tentang spesifikasi, fungsi dan kegunaan material uji tersebut.
3. Mempersiapkan bahan dan alat-alat uji dengan baik sehingga didapatkan suatu hasil yang memuaskan.
4. Janganlah buru-buru saat melakukan penelitian agar nantinya didapatkan hasil yang memuaskan serta bermanfaat untuk para peneliti selanjutnya.

Ada atau tidaknya pengaruh terhadap hasil pengujian berupa data apapun merupakan suatu data referensi bagi pelaksana pada penelitian berikutnya agar dapat mendukung bagi pengembangan teknologi manufaktur selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfiana, F., Mujiarto, S., & Widodo, S. (2019). Pengaruh variasi penambahan tembaga terhadap nilai kekerasan dan struktur mikro pada remelting piston. *Teknik Mesin Merc (MECHANICAL ENGINEERING RESEARCH COLLECTION)*, 02.
- Anderson, W., Rudianto, H., & Haryadi, D. (2018). Pengaruh Komposisi Cu Terhadap Sifat Mekanik Dan Stuktur Mikro Dari Pengecoran Al-Si. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 23(2), 146–154.  
<https://doi.org/10.35760/tr.2018.v23i2.2464>
- Angga, A. N. (2018). *PENGARUH AGING 200°C DENGAN WAKTU 1-9 JAM TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA Al-Cu REMELTING*.
- Bahtiar, Iqbal, M., & Supramono. (2014). Pengaruh Media Pendingin Minyak Pelumas Sae 40 Pada Proses Quenching Dan Tempering Terhadap Ketangguhan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Mekanikal*, 05(01), 455–463.
- Fahreza, M. I., Farhriza, & Hamdan. (2017). Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja Aisi 1050 Dengan Metode Pack Carburizing. *Mesin Sains Terapan*, 1(1), 1–5.
- Imawan, D. (2017). *Pengaruh Variasi Pendinginan Pada Proses Quenching Terhadap Nilai Kekerasan, Struktur Mikro Dan Ketangguhan Hasil Pengecoran Aluminium Limbah Piston*.
- Kimiarta, A. (2016). *PENGARUH PENAMBAHAN TEMBAGA (Cu) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN ALUMINIUM-SILIKON (Al-Si) MELALUI PROSES PENGECORAN*. 1–5.
- Lesmanah, U., Marsyahyo, E., & Vitasari, P. (2013). Optimasi Sifat Mekanis Kekuatan Tarik Baja St 50 Dengan Perlakuan Gas Carburizing Variasi Holding Time Untuk Peningkatan Mutu Baja. *Jurnal Mekanikal*, 4(2), 366–375.
- Sakti, P. A. dan A. M. (2014). Analisis variabel proses produk pengecoran logam menggunakan cetakan sand casting. *Jurnal Teknik Mesin*, 02(02), 70–78.
- Setiawan, H. (2014). *heat treatment, age hardening* ). 31–36.
- Setyawan, S. (2006). Pengaruh Variasi Penambahan Tembaga ( Cu ) Dan Jenis Cetakan Pada Proses Pengecoran Terhadap Tingkat Kekerasan Paduan Aluminium Silikon ( Al-Si ). *Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta*, 1–60.
- Willson F, T. (2019). Analisa Kekuatan Tarik, Kekuatan Puntir, Kekerasan, dan Mikrografi Baja ST 60 Sebagai Bahan Poros Propeller Setelah Proses Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time). *Jurnal Teknik Perkapalan*, Vol. 7(2), 2.

