

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR TEMBAGA PADA ALUMINIUM DAUR ULANG TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK**

Diajukan sebagai Syarat Kelulusan Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Darma Persada



**Disusun Oleh:**

**Nama : Dien Alma Ariz**

**NIM: 2020250004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DARMA PERSADA JAKARTA  
TAHUN 2025**

## LEMBAR PERETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR TEMBAGA PADA  
ALUMINIUM DAUR ULANG TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT  
MEKANIK

Telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir untuk dipertahankan di depan

Dewan Penguji sebagai salah satu syarat guna memperoleh  
gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Mesin

Universitas Darma Persada, pada :

Hari : Jumat  
Tanggal : 14 Februari 2025

Disusun Oleh :  
Nama : Dien Alma Ariz  
NIM : 2020250004  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Erwin, ST., MT.  
NIDN: 0430107902

Mahasiswa



Dien Alma Ariz

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan Judul:

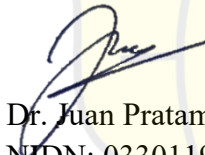
### ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN UNSUR TEMBAGA PADA ALUMINIUM DAUR ULANG TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK

Telah disidangkan pada Tanggal 14 Februari 2025 dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai Sarjana Teknik Mesin Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Mesin

Nama : Dien Alma Ariz  
NIM : 2020250004  
Program Studi : Teknik Mesin

Mengesahkan,

Dosen Penguji I



Dr. Juan Pratama, ST., M. Eng  
NIDN: 0330119002

Dosen Penguji II



Dr. Yefri Chan, ST.,MT .  
NIDN: 0421097801

Dosen Penguji III



Didik Sugiyanto, ST.,M.Eng.  
NIDN: 0625098201

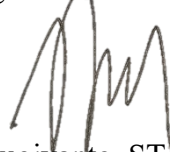
Dosen Penguji IV



Dr. Ir. Erwin, S.T., M.T.  
NIDN: 0430107902

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Didik Sugiyanto, ST.,M.Eng.  
NIDN: 0625098201

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dien Alma Ariz  
NIM : 2020250004  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik Universitas Darma persada  
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Penambahan Unsur Tembaga pada  
Pada Alumunium Daur Ulang Terhadap Struktur  
Mikro dan Sifat Mekanik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini saya susun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan dari buku-buku referensi terkait tema Tugas Akhir ini dengan menuliskan citasinya. Selanjutnya laporan Tugas ini bebas dari Plagiasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan bertanggungjawab atas semua yang ditulis dalam laporan Tugas Akhir ini.

Jakarta, 11 Februari 2025

Penulis



Dien Alma Ariz

2020250004

## KATA PENGANTAR

Atas keberhasilan penulis dalam menyelesaikan skripsi atau proyek akhir ini, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat, petunjuk, dan karunia-Nya. Salah satu prasyarat guna meraih gelar sarjana dari Universitas Darma Persada ialah penyelesaian skripsi ini.

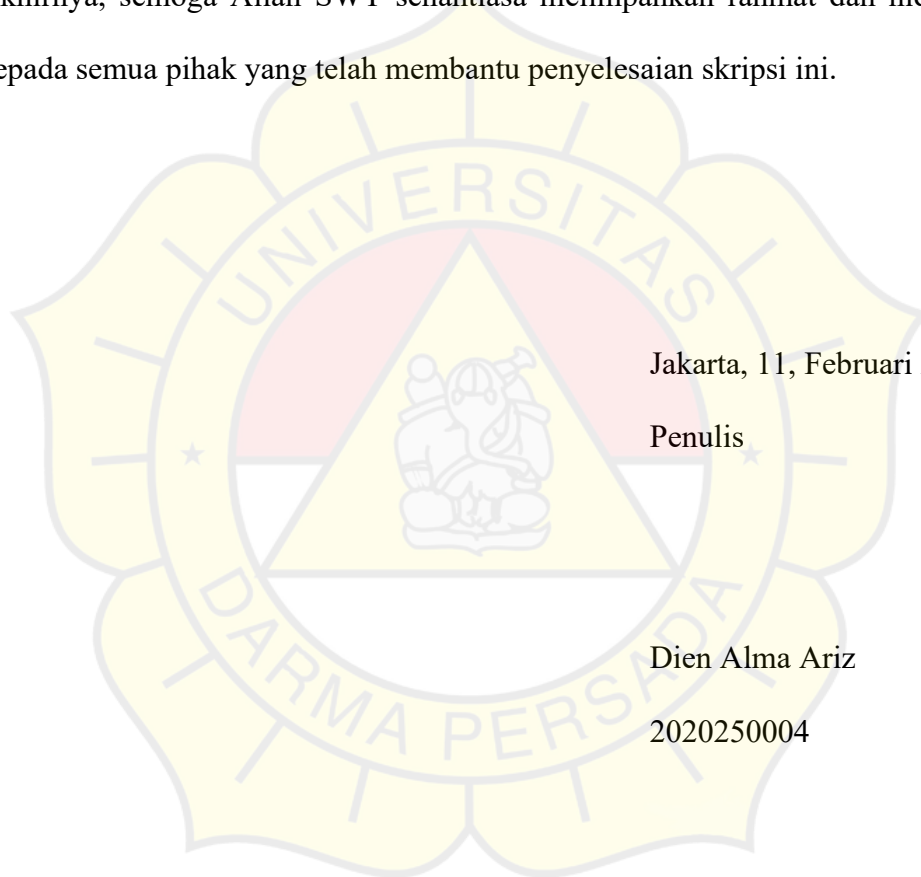
Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, arahan, dan dorongan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak mungkin dapat tersusun. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat iman, sehat dan kesempatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan segala tugas yang ada.
2. Bapak Dr. Ade Supriatna, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Darma Persada yang telah memberikan izin dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Didik Sugiyanto, ST.,M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas yang diperlukan.
4. Bapak Dr. Ir. Erwin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Para dosen Universitas Darma Persada, yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.
6. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, motivasi, serta dukungan moral dan material yang tiada henti.

7. Teman-teman seperjuangan, yang selalu memberikan semangat dan kebersamaan selama proses penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini masih jauh dari sempurna, sebagaimana diakui oleh penulis. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima saran untuk pengembangan di masa mendatang serta kritik yang bermanfaat. Diharapkan skripsi ini dapat membantu para pembaca dan mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang ini.

Akhirnya, semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini.



Jakarta, 11, Februari 2025

Penulis

Dien Alma Ariz

2020250004

## ABSTRAK

Pengecoran logam (*casting*) ialah salah satu metode manufaktur yang banyak digunakan dalam industri guna membentuk komponen logam dengan berbagai karakteristik mekanik. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi sifat akhir material ialah temperatur penuangan dan jenis cetakan yang digunakan dalam proses pengecoran. Penelitian ini bertujuan guna menganalisis pengaruh variasi temperatur penuangan dan jenis cetakan terhadap tingkat kekerasan material paduan aluminium-tembaga (Al-Cu).

Dalam penelitian ini, dilakukan pengecoran paduan Al-Cu dengan variasi temperatur penuangan serta penggunaan cetakan logam. Uji kekerasan Brinell digunakan guna mengukur tingkat kekerasan hasil coran pada beberapa titik pengujian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan temperatur penuangan berpengaruh terhadap ukuran butir dalam struktur mikro, yang berdampak langsung pada nilai kekerasan material. Selain itu, penggunaan cetakan logam menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan cetakan pasir, dikarenakan laju pendinginan yang lebih cepat, yang menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dan seragam.

Kesimpulan dari penelitian ini ialah bahwa baik temperatur penuangan maupun jenis cetakan memiliki pengaruh signifikan terhadap kekerasan paduan Al-Cu. Peningkatan temperatur penuangan cenderung menurunkan kekerasan akibat pertumbuhan butir yang lebih besar, sementara cetakan logam meningkatkan kekerasan karena pendinginan yang lebih cepat. Oleh karena itu, pemilihan parameter pengecoran yang tepat sangat penting guna mendapatkan sifat mekanik yang optimal pada material coran Al-Cu.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi masyarakat dengan menghadirkan solusi inovatif dalam pemanfaatan aluminium daur ulang yang diperkaya dengan unsur tembaga. Dengan menganalisis pengaruh penambahan tembaga terhadap struktur mikro dan sifat mekanik paduan aluminium, penelitian ini membuka peluang guna mendukung pengembangan material berkelanjutan, meningkatkan kualitas dan daya tahan produk, mendorong pertumbuhan industri lokal dan ekonomi, memberikan dasar ilmiah untuk pengembangan teknologi material. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi material, tetapi juga memberikan dampak positif yang nyata bagi masyarakat melalui peningkatan kualitas produk, pelestarian lingkungan, dan penguatan ekonomi berbasis sumber daya daur ulang.

Kata kunci: Pengecoran, Aluminium-Tembaga, Temperatur Penuangan, Jenis Cetakan, Kekerasan

## ABSTRACT

Metal casting is a widely used manufacturing method in the industry to shape metal components with various mechanical characteristics. One of the critical factors affecting the final properties of the material is the pouring temperature and the type of mold used in the casting process. This study aims to analyze the effect of pouring temperature variation and mold type on the hardness of aluminum-copper (Al-Cu) alloy.

In this research, Al-Cu alloy casting was carried out with variations in pouring temperature and the use of metal molds. The Brinell hardness test was used to measure the hardness levels of the cast samples at multiple test points. The results show that increasing the pouring temperature influences the grain size in the microstructure, directly affecting the material's hardness. Additionally, metal molds produced higher hardness values compared to sand molds due to the faster cooling rate, which resulted in a finer and more uniform microstructure.

The conclusion of this study is that both pouring temperature and mold type significantly affect the hardness of Al-Cu alloys. Higher pouring temperatures tend to decrease hardness due to larger grain growth, while metal molds increase hardness due to faster cooling. Therefore, selecting the appropriate casting parameters is crucial to achieving optimal mechanical properties in Al-Cu cast materials.

This research provides an important contribution to society by presenting an innovative solution in the utilization of recycled aluminum enriched with copper elements. By analyzing the effect of copper addition on the microstructure and mechanical properties of aluminum alloys, this research opens up opportunities to support the development of sustainable materials, improve product quality and durability, promote local industry and economic growth, and provide a scientific basis for the development of material technology. This research not only contributes to the development of material science and technology, but also provides a real positive impact on society through improving product quality, preserving the environment, and strengthening the economy based on recycled resources.

Keywords: Casting, Aluminum-Copper, Pouring Temperature, Mold Type, Hardness

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Mafaat Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Alumunium .....	6
2.2. Pengcoran (Casting).....	12
2.3. Mekanisme Penguatan Logam.....	16
2.4. Paduan Al-Cu.....	16

2.5. Pengecoran Logam.....	18
2.6. Mekanisme Solidifikasi Pada Pengecoran Logam.....	20
2.7. Pengaruh Temperatur Penuangan dan Cetakan .....	22
2.8. Metode Pengujian Kekerasan .....	25
2.9. Mikro Struktur .....	26
2.10. Hiposkripsi Penelitian .....	28



### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian .....	29
3.2. Variabel Penelitian.....	31
3.3. Bahan dan Alat.....	32
3.4. Desain Eksperimen .....	35
3.5. Langkah Penelitian.....	38
3.6. Jadwal Penelitian .....	41

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian .....	42
4.2. Hasil Pengujian Kekerasan Brinell dan Pembahasan .....	52
4.3. Hasil Pengujian Struktur Mikro dan Pembahasan .....	60

### BAB V PENUTUP

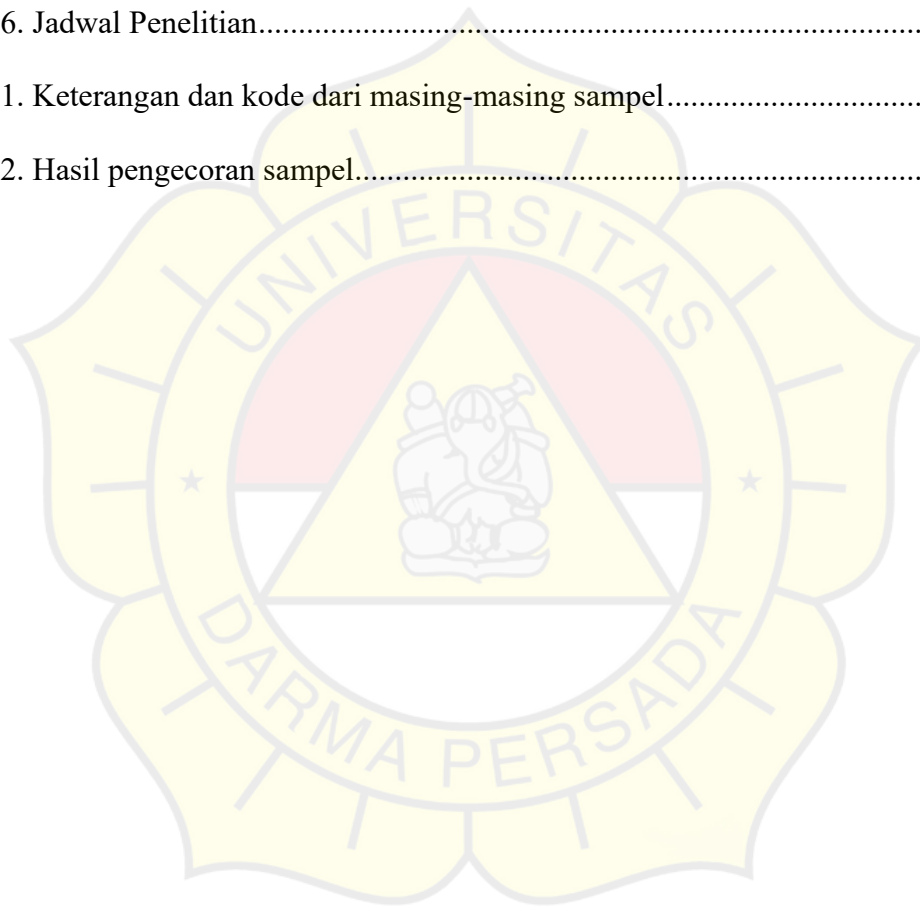
5.1. Kesimpulan .....	69
5.2. Saran.....	70

DAFTAR PUSTAKA .....	72
----------------------	----

LAMPIRAN.....	73
---------------	----

## DAFTAR TABEL

2.1. Sifat fisik dari alumunium.....	9
2.2. Alumuum dan Paduanya JIS H4000 ~ H4180 .....	9
2.3. Sifat fisik dari alumunium murni.....	13
2.4. Koefisien pemuaiian pemuaiian termal alumunium.....	16
3.6. Jadwal Penelitian.....	41
4.1. Keterangan dan kode dari masing-masing sampel.....	47
4.2. Hasil pengecoran sampel.....	49



## DAFTAR GAMBAR

2.1. Diagram Fasa Al - Cu .....	14
2.2. Struktur kristal FCC .....	15
2.3. Alur proses pengecoran logam.....	21
2.4. Skema Pembentukan Logam.....	23
2.5.(a) nukleasi dimulai (b) pembentukan <i>chill zone</i> (c) pembentukan <i>columnar</i> , dan (d) pembentukan daerah <i>equiaxed</i> .....	21
2.6. Diagram Fasa Al-Cu .....	23
3.1. Contoh diagram alir penelitian.....	29
3.2. Cetakan Grafit .....	32
3.3 Tungku Peleburan .....	33
3.4. Krusibel.....	33
3.5. Termokopel .....	33
3.6. Alat Pelindung Diri .....	34
3.7. Tang Krusibel.....	34
3.8. Alat Penuangan .....	34
3.9. Brinell Hardness Tester.....	35
3.10. Benda Penguian Kekerasan Brinell.....	36
3.11. Sampel Al--Cu .....	37
4.1. Foto sampel hasil coran <b>(A)</b> Sampel S10001, <b>(B)</b> Sampel S10002, <b>(C)</b> Sampel S10501, <b>(D)</b> Sampel S10502.....	44
4.2. Hasil gumpalan dan terak dari sampel .....	46