

**PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE 1,5% Mg PADA
PADUAN Al-Cu DENGAN HEAT TREATMENT TERHADAP
SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

PROYEK AKHIR



Oleh:

DJAMAALUDIN SAID

NIT: 30421032

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA POLITEKNIK
PENERBANGAN SURABAYA**

2024

PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE 1,5% Mg PADA PADUAN Al-Cu DENGAN HEAT TREATMENT TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



Oleh:

DJAMAALUDIN SAID

NIT: 30421032

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK PESAWAT UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE 1,5% Mg PADA
PADUAN Al-Cu DENGAN *HEAT TREATMENT* TERHADAP
SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Oleh :
Djamaaludin Said
NIT. 30421032

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 12 Agustus 2024

Pembimbing I : Ir.BAMBANG JUNIPITOYO, S.T, M.T.
NIP. 19780626 200912 1 001

Pembimbing II: DWIYANTO, ST.,M.Pd.
NIP. 19690420 199103 1 004



LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE 1,5% Mg PADA
PADUAN Al-Cu DENGAN *HEAT TREATMENT* TERHADAP
SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Oleh :
Djamaaludin Said
NIT. 30421032

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Tugas Akhir
Program Pendidikan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 12 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : AJENG WULANSARI, S.T, M.T.
NIP. 19890606 200912 2 001
2. Sekretaris: RUDI FIKUS, S.T, M.T.
NID. 19610225201601 08 003
3. Anggota : Ir.BAMBANG JUNIPITOYO,S.T,M.T.
NIP. 19780626 200912 1 001



Ketua Program Studi
Diploma 3 Teknik Pesawat Udara



NYARIS PAMBUDIYATNO, S.SiT., M.MTr.
NIP. 19820525 200502 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Djamaaludin Said
NIT : 30421032
Program Studi : D3 Teknik Pesawat Udara
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Penambahan Persentase 1,5% Mg Pada Paduan Al-Cu Dengan *Heat Treatment* Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 12 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



Djamaaludin Said
NIT. 30421032

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE 1,5% Mg PADA PADUAN Al-Cu DENGAN *HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Oleh:

Djamaaludin Said

NIT . 30421032

Struktur material paduan aluminium memiliki karakteristik yang unik beberapa diantaranya terdiri massa jenis yang rendah, kekuatan yang relatif tinggi, ketahanan terhadap korosi yang baik, dan digunakan dalam berbagai dunia industri terkhusus untuk bidang kedirgantaraan. Aluminium 1100 sifatnya terlalu lunak dan kurang kuat, maka dari itu untuk mendapatkan sifat mekanis yang baik, biasanya paduan komponen aluminium ditambahkan penguat paduan berupa unsur sebagai pelengkap sifat dasar komponen hingga mendapatkan hasil aluminium paduan yang diinginkan.

Dalam penelitian ini, proses penambahan paduan aluminium 1100 yang dipilih adalah dengan penambahan persentase dari magnesium (Mg) dan penambahan variasi persentasi dari copper (Cu). Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah magnesium (Mg) 1,5%, dan variasi copper (Cu) 3,9%, 4,1%, 4,3%. Pengujian dilakukan dengan aluminium di heat treatment pada suhu 100°C, 200°C, 300°C, 400°C dengan waktu tahan disetiap temperaturnya 120 menit Setelah dilakukan heat treatment dan quenching maka dilakukan uji Tarik, uji kekerasan vickers dan pengujian sifat fisis menggunakan uji massa jenis dari paduan aluminium tersebut.

Hasil akhir yang dicapai dari penelitian ini yaitu pada pengujian massa jenis didapat nilai massa jenis tertinggi yaitu sebesar 4,24 gr/cm³ pada campuran magnesium 1,5% dan copper (Cu) 4,3% dengan temperature 200°C. Pada uji kekerasan vickers diperoleh nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 83,9 HVN pada campuran 1,5% magnesium dan 4,3% copper dengan temperature 400°C. Pada uji Tarik diperoleh nilai kekuatan *ultimate stress* tertinggi pada campuran 1,5% magnesium (Mg) dan 3,9% copper (Cu) dengan temperature 400°C dengan nilai hasil sebesar 96.02 Mpa. Dan untuk nilai kekuatan yield stress tertinggi pada campuran 1,5% magnesium (Mg) dan 4,3% copper (Cu) dengan temperature 400°C yaitu sebesar 79,25 Mpa. Dan untuk nilai kekuatan elongation tertinggi pada campuran 1,5% Magnesium (Mg) dan 3,9% copper (Cu) dengan temperature 400°C yaitu sebesar 27,28%.

Kata kunci: aluminium 1100, *Heat treatment*, uji kekerasan vickers, uji Tarik, sifat fisis.

ABSTRACT

EFFECT OF ADDING 1.5% Mg TO Al-Cu ALLOYS WITH *HEAT TREATMENT* ON PHYSICAL AND MECHANICAL FEATURES

by:

Djamaaludin Said

NIT . 30421032

Aluminum alloy material structure has unique characteristics, some of which consist of low density, relatively high strength, good corrosion resistance, and is used in various industries, especially for the aerospace field. Aluminum 1100 is too soft and less strong, therefore to get good mechanical properties, usually aluminum alloy components are added alloy reinforcement in the form of elements as a complement to the basic properties of the component to get the desired aluminum alloy results.

In this study, the 1100 aluminum alloy addition process chosen was by adding the percentage of magnesium (Mg) and adding variations in the percentage of copper (Cu). The variables used in this study are of magnesium (Mg) 1.5%, and variations copper (Cu) 3.9%, 4.1% 4.3%. Tests were carried out with aluminum in heat treatment at temperatures of 100⁰C, 200⁰C, 300⁰C, 400⁰C with a holding time at each temperature of 120 minutes. After heat treatment and quenching, tensile tests, Vickers hardness tests and physical properties testing using the density test of the aluminum alloy were carried out.

The final results achieved from this study are in the density test obtained the highest density value of 4.24 gr/cm³ in a mixture of 1.5% magnesium and 4.3% copper with a temperature of 200⁰C. In the Vickers hardness test, the highest hardness value was obtained, namely 83.9 HVN in a mixture of 1.5% magnesium and 4.3% copper with a temperature of 400⁰C. In the tensile test, the highest ultimate stress strength value was obtained in a mixture of 1.5% magnesium (Mg) and 3.9% copper (Cu) with a temperature of 400⁰C with a result value of 96.02 Mpa. And for the highest yield stress strength value in a mixture of 1.5% magnesium (Mg) and 4.3% copper (Cu) with a temperature of 400⁰C which is 79.25 Mpa. And for the highest elongation strength value in a mixture of 1.5% Magnesium (Mg) and 3.9% copper (Cu) with a temperature of 400⁰C, which is 27.28%.

Keywords: aluminum 1100 , Heat treatment, Vickers hardness test, Tensile test, physical properties.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberi limpahan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “PENGARUH PENAMBAHAN PERSENTASE 1,5% Mg PADA PADUAN Al-Cu DENGAN *HEAT TREATMENT* TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS” dengan baik dan tepat waktu.

Sholawat dan salam, tidak lupa saya haturkan kepada Junjungan Nabi Besar Muhammad SAW. terselesaikannya proposal tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak yang memberikan arahan dan bimbingannya, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T., selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
2. Bapak Nyaris Pambudiyatno, S.SiT., M.MTr., selaku Ketua Program Studi Diploma 3 Teknik Pesawat Udara Politeknik Penerbangan Surabaya.
3. Bapak Ir. Bambang Junipitoyo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Materi Tugas Akhir.
4. Bapak Dwiyanto, ST., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir
5. Kepada seluruh Dosen dan Instruktur pengajar di Politeknik Penerbangan Surabaya
6. Kedua orang tua dan rekan-rekan Diploma 3 Teknik Pesawat Udara yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan motivasi.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan mendatang.

Surabaya, 12 Agustus 2024



Djamaaludin Said

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	1
HALAMAN SAMPUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Hipotesis	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Aluminium	8
2.1.1 Unsur-Unsur Paduan Dalam Aluminium Antara Lain:	9
2.1.2 Sifat Dan Karakteristik Aluminium Alloy.....	10
2.1.3 Manfaat Aluminium	11
2.1.4 Klasifikasi Paduan Aluminium	11
2.1.5 Penggolongan Paduan Aluminium	12
2.1.6 Standarisasi Aluminium.....	14
2.2 Pengecoran Logam	14
2.2.1 Jenis-Jenis Pengecoran:	15
2.3 Heat Treatment	17
2.3.1 Mekanisme Perlakuan Paduan Aluminium oleh Heat Treatment	18
2.4 Sifat Fisis	20
2.4.1. Pengujian Sifat Fisis	21
2.5 Pengujian Tarik	21
2.5.1 Standar Pengujian Tarik.....	22
2.5.2 Proses Uji Tarik.....	23
2.6 Metode Pengujian Kekerasan.....	25
2.6.1. Metode Hardness Vickers	26

2.6.2.	Perhitungan Metode kekerasan Vickers	28
2.6.3.	Penerapan Gaya Uji Kekerasan Vickers	29
2.6.4.	Standar Metode Pengujian Vickers	29
2.6.5.	Penulisan Angka Dalam Metode Kekerasan Vickers	30
2.6.6.	Kelebihan dan Kekurangan Pengujian Kekerasan Vickers	30
2.7	Penelitian terdahulu yang relevan	31
2.8	Mind Map/Mental Mapping	36
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1.	Desain Penelitian	38
3.2.	Persiapan Penelitian	40
3.2.1.	Peralatan Yang Digunakan	40
3.2.2.	Bahan yang digunakan	45
3.2.3.	Pengecoran material	47
3.3.	Pembuatan Spesimen	48
3.3.1.	Perhitungan Fraksi Volume	48
3.3.2.	Spesimen Pengujian <i>Vickers</i>	49
3.3.3.	Spesimen Pengujian Tarik	50
3.3.4.	Spesimen Pengujian Sifat Fisis	51
3.4.	Teknik Pengujian Spesimen	52
3.4.1.	Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>)	52
3.4.2.	Pengujian Sifat Fisis	52
3.4.3.	Pengujian Kekerasan Vickers	53
3.4.4.	Pengujian Tarik	55
3.5.	Teknik Analisis Data	56
3.6.	Tempat dan Waktu penelitian	57
3.6.1.	Tempat Penelitian	57
3.6.2.	Waktu Penelitian	57
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	59
4.1.	Hasil Penelitian	59
4.1.1.	Hasil Pengujian Aluminium Murni 1100	59
4.1.2.	Hasil Pengujian Awal Aluminium Non Heat Treatment	60
4.1.3.	Hasil Pengujian Massa Jenis	60
4.1.4.	Hasil Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	63
4.1.5.	Hasil Pengujian Kekuatan Tarik	67
BAB 5	PENUTUP	76
5.1.	Kesimpulan	76
5.2.	Saran	77
DAFTAR PUSTAKA		78
DAFTAR LAMPIRAN		80
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		88

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 Skema Pengecoran Logam.....	17
Gambar 2. 2 Skema age-hardening.....	18
Gambar 2. 3 Spesimen ASTM E8	22
Gambar 2. 4 Pengujian tarik.....	22
Gambar 2. 5 gambaran singkat uji Tarik dan datanya	23
Gambar 2. 6 Grafik Tegangan dan Regangan	24
Gambar 2. 7 Jenis jenis pengujian kekerasan.....	26
Gambar 2. 8 Alat Uji Kekerasan	27
Gambar 2. 9 Bentuk Spesimen Uji Kekerasan Vickers	27
Gambar 2. 10 Ilustrasi Uji Kekerasan Vickers	28
Gambar 2. 11 Grafik Pengujian Tensil	34
Gambar 2. 12 Pengaruh kandungan Mg terhadap kekuatan tarik paduan Seng....	35
Gambar 2. 13 Hasil dari Ultimate Tensile Strength	35
Gambar 2. 14 Mental Map	37
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 3. 2 Tungku Krusibel.....	40
Gambar 3. 3 Ladle	40
Gambar 3. 4 Tungku Pemanas.....	41
Gambar 3. 5 Timbangan Digital	42
Gambar 3. 6 Mesin Grinding.....	42
Gambar 3. 7 Gambar Polishing	43
Gambar 3. 8 Gelas Ukur Pengujian Massa Jenis.....	43
Gambar 3. 9 Bubuk Batu Kapur	44
Gambar 3. 10 Vernier Caliper	44
Gambar 3. 11 Mesin Uji Hardness Vickers.....	44
Gambar 3. 12 Mesin Uji Tarik	45
Gambar 3. 13 Aluminium 1100.....	46
Gambar 3. 14 Bubuk Magnesium.....	46
Gambar 3. 15 Bubuk Tembaga/Copper	46
Gambar 3. 16 Oli	47
Gambar 3. 17 Sketsa Spesimen Uji Hardness Vickers	50
Gambar 3. 18 Sketsa Spesimen Uji Tarik ASTM E8/E8M	51
Gambar 3. 19 Sketsa Spesimen Uji Sifat Fisis	51
Gambar 3. 20 Sketsa Uji Massa Jenis	53
Gambar 3. 21 Mesin Uji Hardness Vickers.....	54
Gambar 3. 22 Mesin Uji Tarik	55
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Uji Massa Jenis Non <i>Heat Treatment</i> Dan Al 1100 Murni	62
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji Massa Jenis Di <i>Heat Treatment</i>	62
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Uji Kekerasan Vickers Non <i>Heat Treatment</i> Dan Al 1100 Murni.....	66

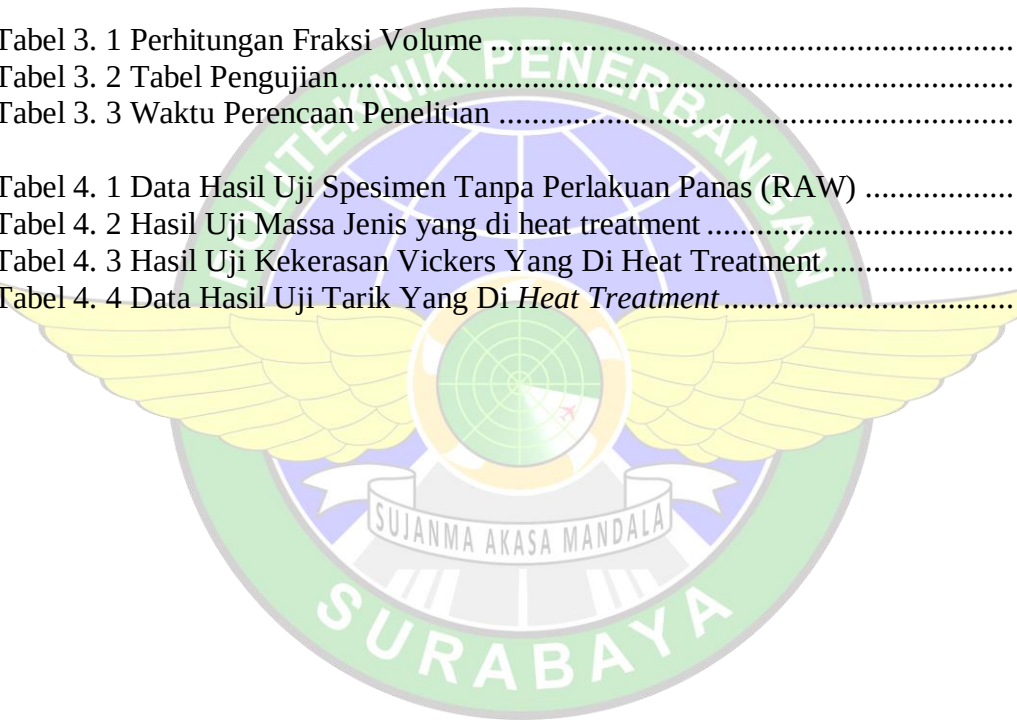
Gambar 4. 4 Diagram Hasil Uji Kekerasan Vickers Di Heat Treatment	66
Gambar 4. 5 Grafik hasil Uji Kekuatan Tarik pada Ultimate stress Di Heat Treatment	71
Gambar 4. 6 Grafik hasil Uji Kekuatan Tarik pada Yield Stress Di Heat Treatment	72
Gambar 4. 7 Grafik hasil Uji Kekuatan Tarik pada Elongation Di Heat Treatment	73
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Uji Kekuatan Tarik Pada Ultimate Stress, Yield Stress, Dan Elongation Yang Non <i>Heat Treatment</i> Dan Al 1100 Murni.....	74



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Kode paduan aluminium.....	12
Tabel 2. 2 Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	31
Tabel 2. 3 Koefisien gesekan dan suhu sampel paduan Nilai densitas, kekerasan, kekuatan tarik, kekuatan tekan dan perpanjangan hingga patah dari sampel as-cast dan sampel yang dipanaskan dari paduan Zn-40Al-2Cu-2Si dan perunggu SAE 65	31
Tabel 2. 4 Data Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	32
Tabel 2. 5 Hasil Pengujian Tensile Stress	33
Tabel 2. 6 Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	34
 Tabel 3. 1 Perhitungan Fraksi Volume	 48
Tabel 3. 2 Tabel Pengujian.....	56
Tabel 3. 3 Waktu Perencanaan Penelitian	58
 Tabel 4. 1 Data Hasil Uji Spesimen Tanpa Perlakuan Panas (RAW)	 60
Tabel 4. 2 Hasil Uji Massa Jenis yang di heat treatment	61
Tabel 4. 3 Hasil Uji Kekerasan Vickers Yang Di Heat Treatment.....	64
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji Tarik Yang Di <i>Heat Treatment</i>	68



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

ASTM = *American Society for Testing and Material*

BHN = *Brinell Hardness Number*

HBW = *Hardness Brinell Wolfram*

HVN = *Hardness Vickers Number*

HRB = *Hardness Rockwell B*

SOP = *Standard Operating Procedure*

F = Gaya Tekan (kgf)

d = Diagonal Identasi (mm)

α = Alfa (Mempresentasikan Sudut °)

Is= *Impact strength* (J/mm²)

E = Usaha yang diperlukan untuk mematahkan benda uji (J)

A = Luas penampang diluar takikan (mm²)

θ = Theta

kg = Kilogram

mm = Milimeter

kg/mm² = Kilogram per milimeter persegi

kgf = Kilogram *force*

gf = Gram *force*

GP = Guiner *Preston*

Al = Aluminium

Si = Silikon

Mg = Magnesium

Zn = Zinc

Ni = Nikel

°C = Derajat Celciu