

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU AGING PADA HASIL PENGECORAN AL-Cu TERHADAP KEKERASAN



Disusunoleh:
IMAM SAFI'I
421204193

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2019**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : IMAM SAFI'I
NBI : 421204193
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR
DAN WAKTU AGING PADA HASIL
PENGECORAN AL-Cu TERHADAP KEKERASAN

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

Ir. Ismail, M.Sc.
NPP. 0702066201

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.
NPP. 20420900197

Ir. Ichlas Wahid, M.T.
NPP. 20420900207

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU AGING PADA HASIL PENGECORAN AL-Cu TERHADAP KEKERASAN yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, Juli 2019

Imam safi'i
421204193



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : IMAM SAFI'I

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK MESIN

Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan
Penelitian/Makalah

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU AGING PADA HASIL PENGECORAN AL-Cu TERHADAP KEKERASAN

Dengan **Hak Bebas Royalti Nonekslusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal :

Yang Menyatakan

Materai
6000

(IMAM SAFI'I)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saya ucapkan terima kasih kepada kepadamu ya ALLAH, tuhan yang maha esa atas karuniamu hamba bisa menjadi pribadi yg berfiki berilmu beriman dan bersabar, semog keberhasilan ini menjadi satu langkah untuk masa depanku,dalam meraih cita cita.

Dengan ini saya persembahkan untuk ayah, ibu, istri dan calon anak saya,

Trimakasih atas kasih sayang kalian untukqu dari kecil hingga sekarang ini. Teruntuk buat ibu trimakasih yang sangat besar atas segalanya yang engkau lakukan untukqu IBUUU. Dan untuk istriku trimakasih engkau slalu support aku dalam keadaan apapun I love you.

Kepada teman teman trimakasih atas segalanya, saat aku lagi sumpek mikir skripsi kalian yang menghiburqu, mas Ali (menjeng), Guntur, khoris, toni, jalil, erno, dan yang lain, trimakasih juga untuk dosen pembimbing pak ismail,

Tak lupa juga untuk teman seperjuangan skripsi trimakasih atas bantuan kalian semua

Untuk semua pihak yang saya sebutkan trima kasih yang sebesarnya. Dan maaf kalo saya selalu meropotkan kalian,

Saya tau hasil skripsi saya masih kurang sempurna, semoga bermanfaat untuk semuanya.

ABSTRAK

Alumunim (Al) merupakan logam ringan yang mempunyai sifat tahan korosi dan hantaran listrik yang baik. Alumunium telah digunakan secara luas untuk komponen yang membutuhkan bobot ringan dan ketahanan korosi yang baik, seperti untuk komponen pesawat terbang. Alumunium telah memenuhi kriteria yang diperlukan untuk pesawat terbang. Tetapi untuk Al 6061 kekuatannya lebih rendah dibandingkan dengan Al seri 2xxx atau 7xxx. Untuk itu diperlukan prosedur untuk meningkatkan sifat mekanik. Alumunium A6061 mempunyai UTS 12,6 Kgf/mm² atau 123,52 Mpa, Hardness 30 BHN dan Elongation 25%. Dalam rangka mencapai sifat mekanik maksimum, dibutuhkan prosedur perlakuan panas yang cocok, salah satunya adalah dengan proses paduan dan *aging*.

Perumusan masalah pada penelitian kali ini adalah Bagaimana analisa pengaruh variasi temperatur dan waktu *aging* pada hasil pengecoran Al Cu terhadap uji kekerasan dan uji struktur mikro.

Metode penelitian menggunakan variabel Cu 4% dan 6% dengan suhu 160°C dan 180°C dan waktu tahan selama 3jam, 5jam, 7jam. Pengujian dilakukan dengan uji kekerasan *Rockwell B* dan uji struktur mikro.

Nilai kekerasan paling optimal terdapat pada campuran Cu 6% pada suhu 180°C dan waktu tahan 3jam dengan nilai 66.1 HRB dan nilai paling rendah adalah pada raw material yaitu dengan nilai 52.8 HRB. Untuk mikronya dapat dilihat bahwa perlakuan panas dapat mempengaruhi perubahan bentu dan diameter butirnya. Dimana nilai kekerasan meningkat maka nilai butirnya menurun dan dimana nilai kekerasan menurun maka nilai butir meningkat.

Kata kunci : Alumunium-tembaga-prlakuan panas T5-pengujian kekerasan-uji strukturmikro.

ABSTRACT

Alumunim (Al) is a lightweight metal that has good corrosion resistance and electrical conductivity Aluminum has been used extensively for components that require light weight and good corrosion safety, such as for aircraft components. Aluminum has met the criteria required for aircraft, but for Al 6061 its strength is lower compared to Al series 2xxx or 7xxx. For this reason, procedures are needed to improve mechanical properties. Aluminum A6061 has UTS 12.6 Kgf / mm² or 123.52 Mpa, 30 BHN Hardness and 25% Lengthening. In the framework of achieving maximum mechanical properties, the procedure required for heat is suitable, one of which is the alloy and aging process.

The formulation of the problem in this research is How to analyze the effect of variations in temperature and aging time on the results of Al Cu casting against resistance testing and microstructure testing.

The research method uses 4% and 6% Cu variables with temperatures of 160°C and 180°C and hold time for 3 hours, 5 hours, 7 hours. Tests were carried out by Rockwell B test and microstructure test.

The most optimal stress value in the mixture of Cu 6% at a temperature of 180°C and time holding 3 hours with a value of 66.1 HRB and the lowest value of the lowest in raw materials, namely the value of 52.8 HRB. For micron can be seen because it can regulate heat and can affect the shape and diameter of the grain. Where the value of defense increases, the value of the grain increases and where the value of increase decreases, the value of the item increases.

Keywords: Aluminum-copper-heat treatment T5-resistance test-micro structural test.

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik sebagai salah satu syarat yang harus di penuhi mahasiswa Fakultas Teknik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata 1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Dengan arahan dan usaha dosen pembimbing maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan serta motivasi dari berbagai pihak sehingga segala kendala dan kesulitan yang ada dapat teratasi. Untuk itu pada kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesarnya kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua saya, beribu terima kasih yang sebesar-besarnya saya ucapan karena sudah merawat, menjaga, mendukung dan memotivasi serta bersabar dalam menghadapi saya dan terima kasih telah mendoakan saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Ismail M sc. selaku dosen pembimbing saya dengan segala kesabaran dan usaha memberikan bimbingan kepada saya sehingga terselesaiannya Tugas Akhir ini.
3. Ir. Ichlas Wahid, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan izin untuk penulisan Tugas Akhir ini.
4. Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya beserta staf yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini..

Akhir kata dari penulis, besar harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan, walaupun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan.

Surabaya, Juli 2019
Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------|------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Pengesahan | v |
| Abstrak | vii |
| Kata Pengantar | xi |
| Daftar Isi..... | xiii |
| Daftar Gambar..... | xvii |
| Daftar Tabel | xxi |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|---------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Perumusan Masalah..... | 1 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 1 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Sistematika penulisan | 2 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Alumunium | 3 |
| 2.1.1 Tembaga(Cu)..... | 4 |
| 2.2 Proses pengecoran..... | 5 |
| 2.3 Pengaruh unsur paduan | 6 |
| 2.3.1 Alumunium paduan tembaga | 6 |
| 2.4 Sifat sifat teknik bahan..... | 7 |
| 2.4.1 Sifat fisik alumunium..... | 7 |
| 2.5 Standart dan kodefifikasi alumunium | 8 |
| 2.6 Sifat mekanik alumunium | 10 |
| 2.6.1Uji kekerasan <i>Rockwell</i> | 10 |
| 2.7 Perlakuan panas T5 paduan alumunium..... | 13 |
| 2.7.1 Tahap perlakuan panas pelarutan | 15 |
| 2.7.2 Tahap pengejutan atau penindinginan..... | 16 |
| 2.7.3 Tahap penuaan..... | 17 |
| 2.8 Struktur mikro | 20 |
| 2.8.1 Analisa struktur mikro..... | 20 |
| 2.8.1.1Uji metalografi | 20 |
| 2.8.1.2Metode perhitungan besar butir..... | 22 |
| 2.8.1.3Alat mikroskop | 25 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|---|----|
| 3.1 Metodelogi Penelitian | 27 |
| 3.2 Diagram alir | 28 |
| 3.3 Penjelasan diagram alir penelitian..... | 30 |
| 3.3.1 Start | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.3.2 Studi literatur..... | 30 |
| 3.3.3 permasalahan..... | 30 |
| 3.3.4 Alat dan bahan peelitian..... | 30 |
| 3.3.4.1Bahan yang di gunakan | 30 |
| 3.35 Perhitungan bahan..... | 32 |
| 3.3.6 Proses pengecoran | 33 |
| 3.3.7 Pembuatan specimen | 35 |
| 3.3.8 Proses perlakuan panas T5 | 35 |
| 3.3.9 Uji kekerasan..... | 39 |
| 3.3.10Uji struktur mikro..... | 40 |
| 3.3.11Analisa data..... | 42 |
| BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Uji Kekerasan..... | 43 |
| 4.2 Hasil Uji Kekerasan | 53 |
| 4.3 Pembahasan Uji kekerasan..... | 56 |
| 4.4 Hasil Uji Metalografi | 72 |
| 4.5 Pembahasan Uji Metaografi | 74 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1 Kesimpulan | 75 |
| 5.2 Saran..... | 78 |
| DAFTAR PUSTAKA | 79 |
| LAMPIRAN..... | 80 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Tabel Karakteristik Tembaga | 5 |
| 2.2 | Fase Paduan Al-Cu | 7 |
| 2.3 | Langkah Langkah Penekanan Metode <i>Rockwell</i> | 11 |
| 2.4 | Bentuk Indentor <i>Rockwell</i> | 12 |
| 2.5 | Diagram Fase Pemanasan Logam Paduan | 16 |
| 2.6 | (a) <i>Superaturated Solute Solution</i> , (b) fasa Θ'' terbentuk precipitate (Al-Cu), (c) fasa keseimbangan Θ Al-Cu | 18 |
| 2.7 | Hubungan Antara Lamanya Waktu Aging Dengan Kekuatan dan Kekerasan Paduan Alumunium | 29 |
| 2.8 | Spesimen, Ukuran Dan Bentuk Obyek Pembesaran..... | 21 |
| 2.9 | Pengaruh Etsa Terhadap Pemukaan Spesimen | 22 |
| 2.10 | Pengukuran Besar Butir ASTM E12..... | 24 |
| 2.11 | Alat Mikroskop Merk Axio | 25 |
| 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 28 |
| 3.2 | Bahan Alumunium 6061 | 31 |
| 3.3 | Tembaga Murni..... | 31 |
| 3.4 | Tungku (Proses Peleburan Alumunium)..... | 34 |
| 3.5 | Termokopel (tempratur peleburan alumunium) | 34 |
| 3.6 | Cetakan Untuk Pembentukan Spesimen | 35 |
| 3.7 | Furnace Chamber | 39 |
| 3.8 | Alat Uji kekerasan <i>Rockwell</i> | 40 |
| 3.9 | Alat Uji Struktur Mikro | 41 |
| 4.1 | Data Pengujian Metalografi Raw Material pembesaran 100x | 56 |
| 4.2 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu pembesaran 100x | 57 |
| 4.3 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 160°C 3jam pembesaran 100x..... | 58 |
| 4.4 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 160°C 5jam pembesaran 100x..... | 59 |
| 4.5 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 160°C 7jam pembesaran 100x..... | 60 |
| 4.6 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 180°C 3jam pembesaran 100x..... | 61 |
| 4.7 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 180°C 5jam pembesaran 100x..... | 62 |
| 4.8 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 180°C 7jam pembesaran 100x..... | 63 |
| 4.9 | Data Pengujian Metalografi Raw Material Pembesaran 100x | 64 |
| 4.10 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu pembesaran 100x | 65 |
| 4.11 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 160°C 3jam pembesaran 100x..... | 67 |
| 4.12 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 160°C 5jam pembesaran 100x..... | 68 |
| 4.13 | Data Pengujian Metalografi Al-6%Cu 160°C 7jam pembesaran 100x..... | 69 |
| 4.14 | Data Pengujian Metalografi Al-8%Cu 160°C 3jam pembesaran 100x..... | 70 |
| 4.15 | Data Pengujian Metalografi Al-8%Cu 160°C 5jam pembesaran 100x..... | 70 |
| 4.16 | Data Pengujian Metalografi Al-8%Cu 160°C 7jam pembesaran 100x..... | 71 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Karakter Alumunium | 5 |
| 2.2 | Sifat Fisik Alumunium..... | 12 |
| 2.3 | <i>Rockwell Hardened Scale</i> | 15 |
| 2.4 | Penggali <i>Jeffeiris</i> | 23 |
| 4.1 | Hasil Kekerasan <i>Raw material</i> | 43 |
| 4.2 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu | 44 |
| 4.3 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 160°C 3jam | 44 |
| 4.4 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 160°C 5jam | 45 |
| 4.5 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 160°C 7jam | 45 |
| 4.6 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 180°C 3jam | 46 |
| 4.7 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 180°C 5jam | 47 |
| 4.8 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 180°C 7jam | 47 |
| 4.9 | Hasil Kekerasan <i>Raw material</i> | 48 |
| 4.10 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu | 48 |
| 4.11 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 160°C 3jam | 49 |
| 4.12 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 160°C 5jam | 50 |
| 4.13 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 160°C 7jam | 50 |
| 4.14 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 180°C 3jam | 51 |
| 4.15 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 180°C 5jam | 51 |
| 4.16 | Hasil Kekerasan Al-6%Cu <i>Artificial Aging</i> 180°C 7jam | 52 |
| 4.17 | Hasil Kekerasan Rata Rata..... | 53 |
| 4.18 | Hasil Metalografi Rata Rata..... | 72 |