

TUGAS SARJANA

PROSES AGE HARDENING TERHADAP PERUBAHAN SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO PADUAN Al-Cu



*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Strata Satu (S-1)
di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*

DISUSUN OLEH:

BINTARA ABADI ASSAHADAD

L2E 004 382

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

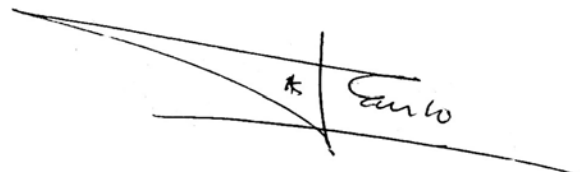
2010

TUGAS SARJANA

- Diberikan kepada : Bintara Abadi Assahadad
L2E 004 382
- Dosen Pembimbing : Agus Suprihanto, ST, MT
NIP. 197108181997021001
- Jangka Waktu : 11 (sebelas) bulan
- Judul : Proses *Age Hardening* Terhadap Perubahan Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Paduan Al-Cu.
- Isi Tugas : 1. Melakukan Pengecoran Paduan Al-Cu variasi 4%, 10%, dan 33%.
2. Melakukan proses *age hardening* pada paduan.
3. Melakukan pengujian berupa uji tarik, uji kekerasan, dan uji mikrografi.
4. Menganalisa data yang telah didapat.

Semarang, 2 Februari 2010

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus', is written over a horizontal line. A vertical line intersects the signature and the horizontal line.

Agus Suprihanto, ST, MT
NIP. 197108181997021001

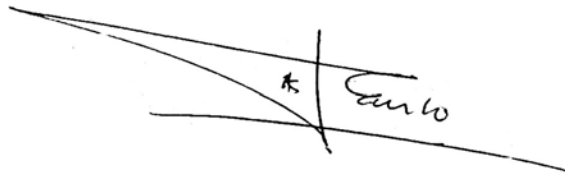
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Sarjana dengan judul “Proses *Age Hardening* Terhadap Perubahan Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Paduan Al-Cu” telah disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Menyetujui,
Dosen Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agus', with a vertical line through it and a horizontal line below it.

Agus Suprihanto, ST, MT
NIP. 197108181997021001

Mengetahui,
Koordinator Tugas Sarjana

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tony', with a vertical line through it and a horizontal line below it.

Dr. MSK, Tony Suryo Utomo, ST, MT
NIP. 197104211999031003

Abstrak

Proses *age hardening* pada paduan Al-Cu adalah suatu proses perlakuan panas yang terkontrol yang bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanis yaitu meningkatkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik. Dalam penelitian ini, paduan yang dimaksud adalah Al-4%Cu, Al-10%Cu, dan Al-33%Cu. Dimana masing-masing paduan diperoleh dengan cara pengecoran potongan aluminium dan geram tembaga menggunakan tungku krusibel dengan bahan bakar LPG.

Paduan yang dihasilkan selanjutnya dilakukan uji komposisi untuk pemeriksaan presentase kandungan unsur didalamnya. Kemudian paduan dibentuk sesuai profil spesimen uji tarik sesuai *standard* ASTM E-8 menggunakan mesin bubut. Spesimen yang telah jadi dimasukkan dalam oven untuk proses *age hardening*. Proses ini terdiri dari tiga tahap, yang pertama yaitu *solution treatment* bertujuan untuk menghasilkan fase α yang berkembang penuh, tahap kedua yaitu *quenching*, bertujuan mempertahankan fase α serta menahan fase θ supaya tidak berkembang. Tahap ketiga yaitu *aging*, yang bertujuan untuk memunculkan butir presipitat. Butir presipitat ini berperan penting dalam meningkatkan sifat mekanis paduan Al-Cu.

Nilai kekerasan dan kekuatan tarik meningkat setelah spesimen mengalami perlakuan *age hardening*. Proses ini paling besar pengaruh peningkatan sifat mekanisnya pada paduan Al-4%Cu, karena pada paduan ini butir presipitat paling banyak muncul pada fase α yang berkembang penuh. Hal ini dapat dijelaskan melalui struktur mikro serta diagram fasa paduan Al-Cu

Kata kunci: *age hardening*, *aging*, presipitat, dan struktur mikro.

Abstract

The process of age hardening in Al-Cu alloys were controlled heat treatment process which aims to improve the mechanical properties of hardness value and increase the value of tensile strength. In this study, alloy in question is Al-4% Cu, Al-10% Cu, and Al-33% Cu. Where each alloy obtained by casting the pieces of aluminum and copper using krusibel dismal fuel stoves with LPG.

The resulting mixture then conducted to test the composition of the examination content of the element in which the percentage of. Then alloys formed in accordance profile tensile test specimens in accordance with ASTM standard E-8 by using a lathe. Specimens that have been so included in the oven during the age hardening process. This process consists of three stages, the first stage of solution treatment phase aims to produce fully developed α , quenching the second stage, aims to maintain and phase α , θ phase continues to keep growing. The third stage of aging, which aims to increase grain precipitates. This sediment grains play an important role in improving the mechanical properties of Al-Cu alloys.

Hardness values and tensile strength of specimens increases after the age hardening treatment. This process increases the influence on the mechanical properties of alloys of Al-4% Cu, because in point of this alloy deposits appear in the phase α of the most fully developed. This can be explained by the micro structure and phase diagram of Al-Cu alloys.

Keyword: aging, age hardening, precipitates, and micro structure.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Ramat dan Hidayah-Nya sehingga kami mampu menyelesaikan tugas sarjana dengan judul “Proses *Age Hardening* Terhadap Perubahan Sifat Mekanis dan Struktur Mikro” sebaik mungkin.

Pada kesempatan kali ini, kami mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya karena telah banyak membantu demi terselesainya tugas sarjana ini kepada :

1. Bapak Agus Suprihanto, ST, MT. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan ilmu dari awal hingga terselesainya tugas sarjana ini kepada kami.
2. Bapak Dr. Ir. AP. Bayuseno. Msc, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan topik judul dan bimbingan tentang tugas sarjana ini.
3. Bapak Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar T.K. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Ibu, Bapak, serta keluarga yang telah memberikan segala sesuatu yang kami perlukan
5. Teman-teman Se-angkatan dan Se-perjuangan yang telah sekian lama memberikan bantuan moral dan spiritual. Serta teman-teman satu kelompok TA atas kerjasama dan dukungannya.
6. Pihak-pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Kami sadar bahwa tugas sarjana ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu sangat diperlukan perbaikan dan penyempurnaan kelak. Semoga isi dari tugas sarjana ini dapat memberikan manfaat bagi yang memerlukannya.

Semarang, Februari 2010

Penyusun,

Bintara Abadi Assahadad

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Halaman Judul | i |
| Halaman Tugas Sarjana | ii |
| Halaman Pengesahan | iii |
| Halaman Abstrak | iv |
| Kata Pengantar | vi |
| Daftar Isi | vii |
| Daftar Tabel | ix |
| Daftar Gambar | x |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Alasan Pemilihan Judul | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah | 4 |
| 1.5 Metode Penelitian | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| BAB II DASAR TEORI | |
| 2.1 Aluminium | 7 |
| 2.2 Paduan Aluminium | 8 |
| 2.3 Paduan Aluminium seri 2xxx | 11 |
| 2.4 Pengecoran Aluminium | 14 |
| 2.5 <i>Age Hardening</i> pada aluminium paduan | 19 |
| 2.6 Sifat Mekanis Pada Paduan Aluminium | 21 |
| 2.7 Mikrografi | 42 |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian | 48 |
| 3.2 Peralatan yang Diperlukan | 50 |
| 3.3 Persiapan Bahan | 58 |
| 3.4 Proses Pembuatan Spesimen | 59 |
| 3.5 Proses <i>Age Hardening</i> Paduan | 61 |

| | | |
|----------------------------|----------------------------|----|
| 3.6 | Pengujian Spesimen | 62 |
| 3.6.1 | Uji Komposisi | 62 |
| 3.6.2 | Uji Tarik | 63 |
| 3.6.3 | Uji Kekerasan | 64 |
| 3.6.4 | Uji Mikrografi | 64 |
| BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN | | |
| 4.1 | Pengujian Komposisi | 67 |
| 4.2 | Pengujian Tarik | 71 |
| 4.3 | Pengujian Kekerasan | 75 |
| 4.4 | Pengujian Mikrografi | 78 |
| BAB V PENUTUP | | |
| 5.1 | Kesimpulan | 86 |
| 5.2 | Saran | 87 |
| DAFTAR PUSTAKA | | |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Sifat Fisik Aluminium | 7 |
| Tabel 2.2 | Kelompok Paduan Aluminium Cor | 9 |
| Table 2.3 | Kelompok Paduan Aluminium Tempa | 11 |
| Table 2.4 | Modulus Elastisitas dari Beberapa Jenis Bahan | 24 |
| Tabel 2.5 | Skala Mohs | 31 |
| Tabel 2.6 | Estándar Uji Brinell | 34 |
| Tabel 2.7 | Skala Kekerasan Rockwell | 37 |
| Tabel 2.8 | Skala Superficial Rockwell | 38 |
| Tabel 2.9 | Berbagai Macam Struktur Cristal | 44 |
| Table 4.1 | Hasil Pengujian Komposisi As-Cast Al-Cu 4% | 67 |
| Table 4.2 | Hasil Pengujian Komposisi As-Cast Al-Cu 10% | 68 |
| Table 4.3 | Hasil Pengujian Komposisi As-Cast Al-Cu 33% | 68 |
| Table 4.4 | Hasil Pengujian Tarik (Non Age Hardening) | 71 |
| Table 4.5 | Hasil Pengujian Tarik (Age Hardening) | 72 |
| Table 4.6 | Hasil Pengujian Tarik (Age Hardening) | 75 |
| Table 4.7 | Hasil Pengujian Kekerasan HRB | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Diagram Fasa Paduan Al-Cu | 12 |
| Gambar 2.2 | Aluminium Corner | 13 |
| Gambar 2.3 | Struktur Fase Tunggal Aluminium | 14 |
| Gambar 2.4 | Coran Paduan Al-Si-Cu (100x) | 17 |
| Gambar 2.5 | Coran Paduan Al-Si-Mg | 18 |
| Gambar 2.6 | Coran Paduan Al-Mg | 18 |
| Gambar 2.7 | Proses Age Hardening | 20 |
| Gambar 2.8 | Contoh Spesimen Uji Tarik | 22 |
| Gambar 2.9 | Kurva Tegangan-Regangan | 23 |
| Gambar 2.10 | Skema Kurva Tegangan-Regangan Material Getas dan Ulet | 26 |
| Gambar 2.11 | Macam-macam Patán | 26 |
| Gambar 2.12 | Kurva Tegangan-Regangan Rekayasa Untuk Berbagai Jenis Bahan .. | 27 |
| Gambar 2.13 | Macam Diagram Tegangan-Regangan | 28 |
| Gambar 2.14 | Spesimen Uji Tarik Berdasarkan Standar ASTM E-8 | 29 |
| Gambar 2.15 | Mekanisme Terjadinya Perpatahan Pada Spesimen Uji Tarik | 30 |
| Gambar 2.16 | Brinell Tester | 33 |
| Gambar 2.17 | Penunjukkan Diameter Penetrador Brinell | 34 |
| Gambar 2.18 | Alat Uji Kekerasan Rockwell | 36 |
| Gambar 2.19 | Proses Pengukuran Nilai Kekerasan Rockwell | 36 |
| Gambar 2.20 | Alat Uji Kekerasan Vickers | 40 |
| Gambar 2.21 | The Vickers Diamond-Piramids Identor | 40 |
| Gambar 2.22 | Cara Pengukuran Diameter Pada Identor Vickers | 41 |
| Gambar 2.23 | Macam-macam Lekukan yang Dihasilkan Penumbuk Intan..... | 41 |
| Gambar 2.24 | Struktur Kubik Pemusatan Ruang Logam | 42 |
| Gambar 2.25 | Struktur Kubik Pemusatan Sisi pada Logam | 43 |
| Gambar 2.26 | Struktur Cristal Hexagonal <i>closed packed</i> | 43 |
| Gambar 2.27 | Batas Butir | 45 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Kerja | 48 |
| Gambar 3.2 | (a) Tungku Krusibel (b) Burner | 50 |
| Gambar 3.3 | Kowi | 51 |
| Gambar 3.4 | Cetakan Logam Silinder | 52 |
| Gambar 3.5 | (a) Pengaduk (b) Cawan Luang | 52 |
| Gambar 3.6 | Timbangan Digital | 53 |
| Gambar 3.7 | Thermometer | 53 |
| Gambar 3.8 | Tungku Pemanas | 54 |
| Gambar 3.9 | Mesin Amplas dan Poles | 54 |
| Gambar 3.10 | Mesin Gergaji | 55 |
| Gambar 3.11 | Mikroskop dan Kamera | 55 |
| Gambar 3.12 | Alat Uji Kekerasan Tipe Rockwell | 56 |
| Gambar 3.13 | Mesin Bubut Manual | 56 |
| Gambar 3.14 | Alat Uji Komposisi | 57 |
| Gambar 3.15 | Alat Uji Tarik | 57 |
| Gambar 3.16 | Vernier Caliper | 58 |
| Gambar 3.17 | Aluminium | 59 |
| Gambar 3.18 | Geram Tembaga | 59 |
| Gambar 3.19 | Proses Peleburan Menggunakan Tungku Krusibel | 60 |
| Gambar 3.20 | Proses Penuangan | 61 |
| Gambar 3.21 | Spesimen Hasil Pengecoran | 61 |
| Gambar 3.22 | Spesimen Uji Komposisi | 62 |
| Gambar 3.23 | Spesimen Uji Tarik | 63 |
| Gambar 4.1 | Spesimen Uji Komposisi | 67 |
| Gambar 4.2 | Grafik Uji Tarik | 72 |
| Gambar 4.3 | Spesimen Rusak Saat Pengujian | 73 |
| Gambar 4.4 | Patahan yang Terjadi Akibat Porositas | 73 |
| Gambar 4.5 | Patahan Akibat Pengujian Uji Tarik | 74 |
| Gambar 4.6 | Porositas Pada Spesimen Pengujian Uji Tarik Al 33% Cu | 74 |
| Gambar 4.7 | Spesimen Uji Kekerasan | 76 |
| Gambar 4.8 | Grafik Hasil Pengujian Kekerasan | 76 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.9 Hasil Pengujian Mikrografi AlCu 4% T6 | 78 |
| Gambar 4.10 Hasil Pengujian Mikrografi AlCu 10% T6 | 79 |
| Gambar 4.11 Hasil Pengujian Mikrografi AlCu 33% T6 | 80 |
| Gambar 4.12 Hasil Pengujian Mikrografi AlCu 4% | 81 |
| Gambar 4.13 Hasil Pengujian Mikrografi AlCu 10% | 82 |
| Gambar 4.14 Hasil Pengujian Mikrografi AlCu 33% | 83 |