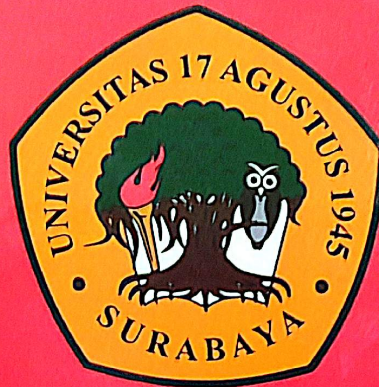


TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (AGING) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI DAN PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN RE MELTING AA 6061



Disusun Oleh :

MUIZUR RIZAL UBAIDILLAH
NBI : 1422200152

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

2026

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI DAN PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN *REMELTING* AA 6061



Disusun Oleh:

Muizur Rizal Ubaidillah

NBI : 1422200152

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : Muizur Rizal Ubaidillah
NIM : 1422200152
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR
DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN
PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI DAN
PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN
REMELTING AA 6061.

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing



Dr. Harjo Seputro, ST., MT
NPP: 20420.96.0471

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, MT., IPU., IAI., APEC Eng
NPP. 20440.91.0218

Ketua Progam Studi
Teknik Mesin



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., M.T
NPP. 20420.20.0826

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muizur Rizal Ubaidillah
NIM : 1422200152
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul:

**“ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU
PENUAAN (AGING) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI
DAN PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN REMELTING AA
6061”**

Adalah hasil karya saya sendiri. Skripsi/tugas akhir ini tidak mengandung karya orang lain yang telah dipublikasikan atau ditulis sebelumnya, kecuali sebagaimana yang telah disebutkan dalam daftar pustaka dan sumber kutipan. Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas keaslian isi skripsi/tugas akhir ini. Jika di kemudian hari ditemukan bukti bahwa skripsi/tugas akhir ini mengandung unsur plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tanpa paksaan dari pihak mana pun.

Surabaya, 23 Juni 2026
Yang membuat pernyataan,



Muizur Rizal Ubaidillah
NIM: 1422200152



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

Sebagai Civitas Akademika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muizur Rizal Ubaidillah
NBI/NPM : 1422200152
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/Tesis/Disertasi/Laporan
Penelitian/Praktek

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

**“ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU
PENUAAN (AGING) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI
DAN PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN REMELTING
AA 6061”**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*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 selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 29 Juni 2026

Surabaya, 29 Juni 2026
Yang Menyatakan



Muizur Rizal Ubaidillah
NBI. 1422200152

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Pintu surga bagi penulis, Ibunda tercinta, Ibu Chomsatin. Terima kasih atas setiap doa yang senantiasa dipanjatkan, restu yang tak pernah terputus, serta dukungan, semangat, dan kasih sayang yang selalu mengiringi setiap langkah penulis. Terima kasih atas segala pengorbanan, ketulusan, kesabaran, dan kerja keras yang telah diberikan tanpa pernah mengharapkan balasan. Berkat cinta, doa, dan perjuangan Ibu, penulis mampu melewati setiap proses, tantangan, dan hambatan hingga akhirnya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, keberkahan, serta membalas setiap kebaikan dan pengorbanan Ibu dengan pahala yang berlipat ganda.
2. Terimakasih kepada Adi Putra Dwi Purnomo selaku owner laundry sepatu (KINCLONG.SUB) telah menerima saya sebagai pekerja freelance dengan pekerjaan ini sangat membantu keuangan saya dan mampu membiayai perkuliahan ini mandiri.
3. Bapak Dr. Harjo Seputro, S.T., M.T. Selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sekaligus Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak/Ibu Dosen di Progam Studi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis pada saat masa perkuliahan.
5. Kepada teman - teman Wonokromo terimakasih telah menyemangati dan men-support selama ini untuk terus berkuliah terutama teman dekat saya Ardi Novianto dan Muhammmad Istifarul Akbar/Thebrull terimakasih banyak
6. Kepada teman - teman teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, angkatan 2022 yang sudah banyak membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI DAN PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN *REMelTING* AA 6061

Paduan aluminium AA 6061 banyak digunakan dalam industri karena memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik, ketahanan korosi yang tinggi, serta kemudahan dalam proses manufaktur. Namun, proses *remelting* dapat menyebabkan perubahan strukturmikro dan penurunan sifat mekanik material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan waktu *artificial aging* pada perlakuan panas T6 terhadap nilai kekerasan dan strukturmikro AA 6061 hasil *remelting*. Penelitian diawali dengan proses *remelting* material AA 6061, dilanjutkan dengan perlakuan panas T6 yang meliputi *solution treatment* pada temperatur 540°C selama 1 jam, *quenching* menggunakan media air, dan *artificial aging* pada temperatur 165°C, 185°C, dan 205°C dengan variasi waktu penahanan 1,5 jam, 2,5 jam, dan 3,5 jam. Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekerasan Brinell, pengamatan mikrostruktur menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan analisis komposisi unsur menggunakan *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (EDX). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi temperatur dan waktu *artificial aging* berpengaruh terhadap nilai kekerasan dan distribusi partikel pada matriks aluminium. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada sampel dengan temperatur *aging* 185°C dan waktu penahanan 2,5 jam sebesar 68,15 BHN, sedangkan nilai kekerasan terendah diperoleh pada sampel dengan temperatur *aging* 165°C dan waktu penahanan 1,5 jam sebesar 45,25 BHN. Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa distribusi partikel yang lebih homogen cenderung menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi. Analisis EDX menunjukkan keberadaan unsur Mg dan Si pada area pengamatan yang mengindikasikan potensi terbentuknya presipitat berbasis Mg₂Si. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur dan waktu *artificial aging* pada perlakuan panas T6 memengaruhi distribusi partikel dan nilai kekerasan paduan aluminium AA 6061 hasil *remelting*. Kondisi *aging* optimum pada penelitian ini diperoleh pada temperatur 185°C dengan waktu penahanan 2,5 jam.

Kata kunci: AA 6061, *remelting*, perlakuan panas T6, *aging*, presipitat, SEM–EDX, kekerasan Brinell.

ABSTRACT

Analysis of the Effect of T6 Heat Treatment Aging Temperature and Holding Time Variations on the Distribution and Formation of Precipitates in Remelted AA 6061 Aluminum Alloy Castings

AA 6061 aluminum alloy is widely used in industry due to its excellent combination of mechanical properties, high corrosion resistance, and good manufacturability. However, the remelting process may cause changes in the microstructure and reduce the mechanical properties of the material. This study aims to analyze the effect of artificial aging temperature and holding time variations during the T6 heat treatment process on the hardness and microstructure of remelted AA 6061 aluminum alloy. The research began with the remelting process of AA 6061 aluminum alloy, followed by T6 heat treatment consisting of solution treatment at 540°C for 1 hour, water quenching, and artificial aging at temperatures of 165°C, 185°C, and 205°C with holding times of 1.5, 2.5, and 3.5 hours. The material was characterized using the Brinell hardness test, microstructural observation with a Scanning Electron Microscope (SEM), and elemental composition analysis using Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX). The results showed that variations in artificial aging temperature and holding time significantly affected the hardness and particle distribution within the aluminum matrix. The highest hardness value of 68.15 BHN was obtained at an aging temperature of 185°C with a holding time of 2.5 hours, while the lowest hardness value of 45.25 BHN was obtained at an aging temperature of 165°C with a holding time of 1.5 hours. SEM observations indicated that a more homogeneous particle distribution tended to produce higher hardness values. Furthermore, EDX analysis revealed the presence of Mg and Si elements in the observed areas, indicating the potential formation of Mg₂Si-based precipitates. Based on the results of this study, it can be concluded that variations in artificial aging temperature and holding time during the T6 heat treatment process influence the particle distribution and hardness of remelted AA 6061 aluminum alloy. The optimum aging condition in this study was achieved at an aging temperature of 185°C with a holding time of 2.5 hours.

Keywords: AA 6061, remelting, T6 heat treatment, artificial aging, precipitates, SEM–EDX, Brinell hardness.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat - nya, sehingga penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul : **" ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP DISTRIBUSI DAN PRESIPITAT YANG TERBENTUK PADA CORAN *RE MELTING* AA 6061"** dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. ALLAH SWT yang telah menyertai dan memberkahi dalam pembuatan tugas akhir.
2. Kedua orang tua penulis yang senantiasa memberi ridho dan dukungan moril serta materil.
3. Bapak Dr.Harjo Seputro,S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, saran dan masukan saat mengerjakan Tugas akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir.Moh.Nor Ali Azis,S.T.,M.T, selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Untag Surabaya. Terima kasih atas segala bantuan dan motivasinya..
5. Teman-teman dari S1 Prodi Teknik Mesin yang telah membantu dalam bentuk semangat, motivasi, dan arahan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran berbagai pihak.

Surabaya, 23 Juni 2026



Muizur Rizal Ubaidillah

1422200152

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Paduan Aluminium	5
2.1.1 Karakteristik dan Komposisi AA 6061	5
2.1.2 <i>Remelting</i> AA 6061	7
2.2 Perlakuan Panas T6.....	8
2.2.1 Proses perlakuan panas T6.....	9
2.3 Uji Kekerasan Brinell	11
2.4 Pengujian SEM-EDX.....	12
2.4.1 Distribusi.....	13
2.4.2 Presipitat	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Diagram Alir	15
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	17
3.2.1 Studi Literatur	17
3.2.2 Studi Lapangan	17
3.2.3 Persiapan bahan dan alat.....	17
3.3 Proses Pembuatan Cetakan	23
3.4 <i>Remelting</i> AA 6061 dengan Tungku krusible	24
3.5 Proses Pembentukan Sampel Uji (ASTM E10)	25

3.6 Proses Perlakuan Panas T6	26
3.7. Pengujian Kekerasan Brinell.....	27
3.8 Proses Pembentukan Sampel Uji SEM-EDX.....	27
3.9. Pengujian Strukturmikro SEM-EDX	28
BAB IV DATA DAN ANALISA HASIL	31
4.1 Kodefikasi Sampel.....	31
4.2 Hasil Pengecoran, Pengujian dan Pengamatan	31
4.2.1 Hasil pengecoran (Coran).....	31
4.2.2 Hasil uji kekerasan brinell	33
4.2.3 Hasil pengamatan SEM-EDX.....	34
4.3 Analisa Hasil Pengecoran, Pengujian dan Pengamatan	37
4.3.1 Analisa hasil pengecoran	37
4.3.2 Analisa hasil pengujian kekerasan	38
4.3.2 Analisa hasil pengamatan SEM-EDX.....	41
4.3.2.1 Perbandingan variasi waktu <i>aging</i> pada setiap temperatur..	42
4.3.2.2 Perbandingan variasi temperatur pada setiap waktu <i>aging</i> ..	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1	Diagram fasa aluminium paduan MgSi	7
Gambar 2 2	Diagram solution heat treatment	10
Gambar 2 3	Berbagai tingkat penetrasi elektron melalui permukaan sampel.....	12
Gambar 2 4	Diagram skema spektrometer dispersif energi.....	12
Gambar 3 2	Assembly cetakan	23
Gambar 3 1	Plat 2D	23
Gambar 3 3	Proses pemotongan plat	23
Gambar 3 4	Proses perakitan/pengelasan cetakan	24
Gambar 3 5	Proses memasukan bahan ke tungku.....	24
Gambar 3 6	Setelah Penuangan	25
Gambar 3 7	Design sampel uji kekerasan.....	25
Gambar 3 10	Lebar sampel.....	26
Gambar 3 9	Tebal sampel	26
Gambar 3 8	Panjang sampel	26
Gambar 3 12	Sampel SEM-EDX.....	28
Gambar 3 11	Design sampel SEM-EDX	28
Gambar 4 1	Titik kekerasan brinel.....	33
Gambar 4 2	Permukaan coran.....	38
Gambar 4 3	Pengaruh waktu <i>aging</i> pada setiap temperatur	38
Gambar 4 4	Pengaruh temperatur pada setiap waktu <i>aging</i>	39
Gambar 4 5	Grafik rekapitulasi nilai kekerasan	40
Gambar 4 6	Sampel A1	42
Gambar 4 7	Sampel A2.....	42
Gambar 4 8	Sampel A3.....	43
Gambar 4 9	Sampel B1	45
Gambar 4 10	Sampel B2.....	45
Gambar 4 11	Sampel B3	46
Gambar 4 12	Sampel C1	48
Gambar 4 13	Sampel C2.....	48
Gambar 4 14	Sampel C3.....	49
Gambar 4 15	Sampel A1	50
Gambar 4 16	Sampel B1	51
Gambar 4 17	Sampel C1	51
Gambar 4 18	Sampel A2.....	53
Gambar 4 19	Sampel B2.....	53
Gambar 4 20	Sampel C2.....	54
Gambar 4 21	Sampel A3.....	56
Gambar 4 22	Sampel B3.....	56
Gambar 4 23	Sampel C3.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Seri aluminium paduan	6
Tabel 2 2 Unsur unsur lain yang terkandung dalam AA6061	7
Tabel 2 3 Seri perlakuan panas	8
Tabel 3 1 Persiapan bahan	17
Tabel 3 2 Persiapan bahan remelting	18
Tabel 3 3 Alat dan bahan proses pengecoran	19
Tabel 3 4 Alat untuk pembentukansampeluji.....	21
Tabel 3 5 Alat perlakuan panas T6.....	22
Tabel 3 6 Alat uji kekerasan.....	22
Tabel 3 7 Alat pengujian SEM-EDX	22
Tabel 4 1 Kode Sampel Uji Kekerasan.....	31
Tabel 4 2 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Uji Kekerasan	34
Tabel 4 3 Hasil pengamatan SEM-EDX dan unsur yang terdeksi	34