

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR
DAN WAKTU PENUAAN (AGING) PERLAKUAN
PANAS T6 TERHADAP PEMBENTUKAN
INTERMETALIK PADA HASIL CORAN
RE-MELTING AA 6061**



Disusun Oleh :

AKMAL TAUFIQULHAKIM
1422200149

**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 PEMBENTUKAN INTERMETALIK PADA HASIL CORAN *RE- MELTING* AA 6061



Disusun Oleh:

AKMAL TAUFIQUELHAKIM

1422200149

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

LEMBAR PENGESAHAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA	: AKMAL TAUFIQULHAKIM
NIM	: 1422200149
PROGRAM STUDI	: TEKNIK MESIN
FAKULTAS	: TEKNIK
JUDUL	: ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (AGING) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP PEMBENTUKAN INTERMETALIK PADA HASIL CORAN RE-MELTING AA 6061

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing

3/2026
7 

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 : Akmal Taufiqulhakim
NIM : 1422200149
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
PEMBENTUKAN INTERMETALIK PADA HASIL CORAN *RE-MELTING*
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, 05 Juni 2026



Akmal Taufiqulhakim
NIM: 1422200149



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 : Akmal Taufiqulhakim
NBI/NPM : 1422200149
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
PEMBENTUKAN INTERMETALIK PADA HASIL CORAN *RE-*
MELTING 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



Akmal Taufiqulhakim
NBI. 1422200149

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran 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 PEMBENTUKAN INTERMETALIK PADA HASIL CORAN *RE-MELTING* AA 6061”**

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 proposal 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 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 Proposal Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapakan adanya kritik dan saran berbagai pihak.

Surabaya, 15 Juni 2026

Akmal Taufiqulhakim
1422200149

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Aluminium Alloy	5
2.1.1 Karakteristik dan Komposisi AA 6061.....	6
2.1.2 <i>Remelting</i> AA 6061	10
2.2 Perlakuan Panas Paduan Aluminium	11
2.2.1 Perlakuan Panas T6.....	12
2.3 Intermetalik.....	16
2.4 Pengujian SEM-EDX.....	16
2.5 Uji Kekerasan Brinell.....	18
2.5.1 Menghitung Nilai Kekerasan.....	18
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Diagram Alir.....	21
3.2 Penjelasan Diagram Alir.....	23
3.2.1 Studi literatur	23
3.2.2 Studi lapangan.....	23
3.2.3 Persiapan bahan dan alat	23
3.3 Proses Pembuatan Cetakan	30
3.4 <i>Re-melting</i> AA 6061 dengan Tungku Induksi.....	32
3.5 Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	34
3.6 Proses Perlakuan Panas T6	34

3.7 Prosedur Pengujian Intermetalik.....	35
3.7.1 Pengujian SEM-EDX	35
3.7.2 Pengujian Intermetalik	36
3.8 Pengujian Kekerasan Brinell.....	37
BAB IV DATA DAN ANALISA	39
4.1 Kodefikasi Spesimen.....	39
4.2 Hasil Pengecoran, Pengujian, dan Pengamatan	40
4.2.1 Hasil Pengecoran (coran).....	40
4.2.2 Hasil Uji Kerasan Brinell	40
4.2.3 Hasil Pengamatan SEM-EDX	42
4.3 Analisa Hasil Pengecoran,Pengujian,dan Pengamatan	45
4.3.1 Analisa Hasil Pengecoran	45
4.3.2 Analisa Hasil Pengujian Kekerasan	46
4.3.3 Analisa Hasil Pengamatan SEM-EDX	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Aluminium dan Logam lain.....	6
Tabel 2. 2 Seri Aluminium paduan.....	7
Tabel 2. 3 Unsur-unsur lain yang terkandung dalam AA6061	8
Tabel 2. 4 Seri Perlakuan Panas	11
Tabel 3. 1 Persiapan Alat.....	23
Tabel 3. 2 Bahan untuk remelting	25
Tabel 3. 3 Alat proses re-melting AA 6061.....	26
Tabel 3. 4 Alat untuk Pembentukan Spesimen Uji.....	28
Tabel 3. 5 Alat Perlakuan Panas T6	29
Tabel 3. 6 Alat untuk Pengujian SEM-EDX dan Kekerasan Brinell.....	30
Tabel 4. 1 Kodefikasi Spesimen.....	39
Tabel 4. 2 Nilai Rata-rata Pengujian Kekerasan Brinell.....	41
Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan SEM-EDX	42
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perbandingan Kode Spesimen F1,F2,F3	51
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Hasil Perbandingan Kode Spesimen G1,G2,G3.....	53
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Perbandingan Kode Spesimen H1,H2,H3.....	56
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Perbandingan Kode Spesimen F1,G1,H1	58
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Perbandingan Spesimen Kode F2,G2,H2	60
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Perbandingan Kode Spesimen F3,G3,H3	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Diagram fasa Al-Mg ₂ Si.....	10
Gambar 2. 2	Diagram Perlakuan Panas	13
Gambar 2. 3	Tingkat Penetrasi Elektron Melalui Permukaan Spesimen.....	17
Gambar 2. 4	Diagram Skema Spektrometer Dispersif Energi.....	17
Gambar 3. 1	Desain cetakan ingot.....	31
Gambar 3. 2	Proses Pemotongan Plat untuk Cetakan Ingot	32
Gambar 3. 3	Proses Pengelasan bagian-bagian cetakan	32
Gambar 3. 4	Proses Peleburan AA6061	33
Gambar 3. 5	Proses Penuangan Dan Pembekuan	33
Gambar 3. 6	Proses Pendinginan Dan Pembongkaran	34
Gambar 3. 7	Prosedur Pengujian Intermetalik.....	37
Gambar 3. 8	Prosedur Pengujian Kekerasan Brinell	38
Gambar 4. 1	Hasil Coran.....	40
Gambar 4. 2	Grafik Waktu Aging Terhadap Kekerasan	47
Gambar 4. 3	Grafik Temperatur Aging Terhadap Kekerasan.....	47
Gambar 4. 4	Rekapitulasi Grafik Uji Kekerasan Brinell.....	48
Gambar 4. 5	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen F1.....	49
Gambar 4. 6	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen F2.....	50
Gambar 4. 7	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen F3.....	50
Gambar 4. 8	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen G1	52
Gambar 4. 9	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen G2	52
Gambar 4. 10	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen G3	53
Gambar 4. 11	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen H1	54
Gambar 4. 12	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen H2	55
Gambar 4. 13	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen H3	55
Gambar 4. 14	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen F1.....	57
Gambar 4. 15	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen G1	57
Gambar 4. 16	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen H1	58
Gambar 4. 17	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen F2.....	59
Gambar 4. 18	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen G2	59
Gambar 4. 19	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen H2	60
Gambar 4. 20	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen F3.....	61
Gambar 4. 21	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen G3	61
Gambar 4. 22	Pengamatan SEM-EDX Kode Spesimen H3	62
Gambar 4. 23	Hasil Pengamatan SEM-EDX.....	63
Gambar 4. 24	Hasil Pengamatan SEM-EDX.....	64

ABSTRAK

Paduan aluminium AA 6061 merupakan material yang banyak digunakan pada aplikasi struktural karena memiliki kombinasi sifat ringan, ketahanan korosi yang baik, serta kemampuan pengerasan melalui perlakuan panas. Pada material hasil *re-melting*, proses peleburan ulang berpotensi meningkatkan pembentukan senyawa intermetalik, khususnya fasa berbasis Fe–Si yang bersifat keras dan getas sehingga dapat menurunkan keuletan dan performa mekanik material. Oleh karena itu, pengontrolan parameter perlakuan panas T6 sangat penting dalam mengoptimalkan struktur mikro paduan ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan waktu penuaan (*aging*) perlakuan panas T6 terhadap pembentukan intermetalik pada coran hasil *re-melting* AA 6061. Proses penelitian meliputi *re-melting* AA 6061 menggunakan metode *ingot casting*, dilanjutkan dengan *solution heat treatment* pada temperatur 540°C selama 1 jam, *quenching*, serta *artificial aging* dengan variasi temperatur 165°C, 185°C, dan 205°C serta waktu penahanan 1:30, 2:30, dan 3:30 jam. Karakterisasi strukturmikro dan mengidentifikasi senyawa intermetalik dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope–Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX). Berdasarkan penelitian sebelumnya, variasi temperatur dan waktu *aging* berpengaruh signifikan terhadap presipitasi Mg₂Si dan distribusi intermetalik Fe–Si, yang secara langsung memengaruhi sifat mekanik paduan aluminium seri 6xxx. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman ilmiah mengenai hubungan parameter *aging* dengan evolusi intermetalik, serta menjadi dasar penentuan kondisi perlakuan panas T6 yang optimal pada AA 6061 hasil *re-melting*.

Kata Kunci : AA6061, Perlakuan Panas T6, *Re-melting*, *Artificial Aging*, Intermetalik Fe-Si

ABSTRACT

AA 6061 aluminum alloy is widely used in structural applications due to its combination of lightweight properties, excellent corrosion resistance, and the ability to be strengthened through heat treatment. In re-melted materials, the remelting process has the potential to increase the formation of intermetallic compounds, particularly Fe–Si-based phases, which are hard and brittle and may reduce the ductility and mechanical performance of the alloy. Therefore, controlling the parameters of T6 heat treatment is essential to optimize the microstructure of this alloy. This study aims to analyze the effect of aging temperature and holding time variations during T6 heat treatment on the formation of intermetallic compounds in re-melted AA 6061 castings. The experimental procedure consisted of remelting AA 6061 using the ingot casting method, followed by solution heat 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. Microstructural characterization and intermetallic compound identification were carried out using Scanning Electron Microscopy coupled with Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM–EDX). Based on previous studies, variations in aging temperature and holding time significantly influence the precipitation of Mg_2Si and the distribution of Fe–Si intermetallic phases, which directly affect the mechanical properties of 6xxx series aluminum alloys. The findings of this study are expected to provide a scientific understanding of the relationship between aging parameters and intermetallic evolution, as well as serve as a basis for determining the optimum T6 heat treatment conditions for re-melted AA 6061.

Keywords: AA 6061, T6 Heat Treatment, Re-melting, Artificial Aging, Fe–Si Intermetallics