

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP UKURAN ENDAPAN (PRESIPITAT) CORAN *REMELTING* AA 6061



Disusun Oleh :

FILDEN LILIEFNA
NBI: 1422200134

**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 UKURAN ENDAPAN (PRESIPITAT) CORAN *REMELTING* AA 6061



Disusun Oleh:

Filden Liliefna

NBI: 1422200134

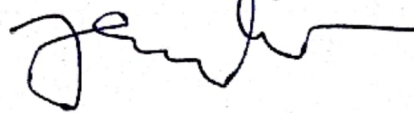
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : Filden Liliefna
NIM : 1422200134
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI TEMPERATUR
DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN
PANAS T6 TERHADAP UKURAN ENDAPAN
(*PRESIPITAT*) CORAN *RE MELTING* 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., IAL., 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 : Filden Liliefna
NIM : 1422200134
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 UKURAN ENDAPAN (PRESIPITAT) 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, 10 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Filden Liliefna
NIM.1422200



**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 Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Filden Liliefna
NBI/ NPM : 1422200134
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi/ ~~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 UKURAN
ENDAPAN (PRESIPITAT) 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 saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada tanggal : 23 Juni 2026

coret yang tidak perlu

Yang Menyatakan.



MEPERAI
TEMPEL
CE59AAOX1/5752389
(Filden Liliefna)

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. Tuhan yang mahaesah, sebagai sumber kehidupan, pengharapan dan kekuatan saya. Terimakasih setia-Mu yang tidak pernah berkesudahan, peryertaan-Mu dalam setiap Proses, serta hikmat yang engkau berikan sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir saya.
2. Pahlawan serta pintu surgaku, kedua orang tua tercinta dan ter segalanya, Bapak Hervey Liliefna dan Ibu Serlina Rumlawang, terimakasih atas doa dan restu yang tidak pernah terhenti, dukungan dan semangat yang selalu di berikan, kasih sayang yang tidak pernah berkurang dan padam sedikit pun, serta pengorbanan yang tak pernah diminta untuk dibalas. Terimakasih atas segala yang sudah di berikan serta yang sudah dikorbankan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
3. Terimakasih kepada keluarga, terutama kepada adik dan kaka saya. Yaitu frian, alaida dan kaka imel yang senan tiasa yang penulis sayangi. Terimakasih karena selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis saat menyelesaikan Tugas Akhir
4. 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.
5. 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.
6. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, yang bernama Tahlia Tiani, terimakasih. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya dan selalu hadir memberikan suport, doa, semangat, perhatian dan dukungan tiada henti selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Kepada teman - teman teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, angkatan 2022 yang sudah banyak membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Terakhir kepada teman – teman UK3, terkhususnya Apolonaris, jose, sari, novela, dan saipul. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya selama menempuh pendidikan. Terimakasih atas kebersamaan, dukungan, bantuan, doa, canda tawa, serta semangat yang selalu kalian berikan.
9. Terimakasih kepada Diri saya sendiri Filden Liliefna selamat kamu masih bertahan hingga titik ini. Terimakasih karena tidak memilih menyerah meskipun harus menghadapi berbagai tantangan, kelelahan, kegagalan, dan keraguan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terimakasih telah terus berusaha, belajar, bangkit dari setiap kesusulitan, dan tetap melangkah dengan penuh harapan. Semua proses yang telah dilalui menjadi bukti bahwa setiap usaha yang disertai doa dan ketekunan tidak akan sia – sia.

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (AGING) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP UKURAN ENDAPAN (PRESIPITAT) CORAN REMELTING AA 6061

Paduan aluminium AA 6061 merupakan material yang banyak digunakan pada bidang otomotif dan kedirgantaraan karena memiliki massa jenis yang ringan, ketahanan korosi yang baik, serta sifat mekanik yang dapat ditingkatkan melalui perlakuan panas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi temperatur dan waktu penuaan (*aging*) pada perlakuan panas T6 terhadap ukuran *presipitat* pada coran *remelting* AA 6061. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental melalui proses *remelting* AA 6061 menggunakan tungku krusibel, kemudian dilakukan perlakuan panas T6 yang meliputi *solution treatment*, *quenching*, dan *artifisial aging*. Variasi temperatur *aging* yang digunakan adalah 165°C, 185°C dan 205°C, sedangkan variasi waktu *aging* adalah 1,5 jam, 2,5 jam dan 3,5 jam. Pengujian dilakukan menggunakan metode kekerasan *Brinell* dan pengamatan mikrostruktur SEM – EDX. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil coran tanpa perlakuan panas T6 memiliki nilai kekerasan sebesar 52,53 BHN. Namun setelah perlakuan panas T6, nilai kekerasan meningkat dengan nilai optimum sebesar 66,46 BHN pada temperatur *aging* 185°C dan waktu 2,5 jam. Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa kondisi tersebut menghasilkan *presipitat* yang lebih halus dan terdistribusi merata, sehingga lebih efektif dalam menghambat pergerakan dislokasi. Pada temperatur dan waktu *aging* yang lebih tinggi, *presipitat* cenderung mengalami pembesaran atau *coarsening*, sehingga peningkatan kekerasan menjadi tidak optimal. Dengan demikian kombinasi temperatur 185°C dan waktu 2,5 jam merupakan kondisi *aging* paling efektif dalam meningkatkan sifat mekanik coran *remelting* AA 6061 melalui mekanisme penguatan *presipitat*.

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

ABSTRACT

THE EFFECT OF AGING TEMPERATURE AND TIME VARIATIONS IN T6 HEAT TREATMENT ON THE PRECIPITATE SIZE OF REMELTED AA 6061 ALUMINUM ALLOY CASTINGS

AA 6061 aluminum alloy is widely used in the automotive and aerospace industries due to its low density, excellent corrosion resistance, and mechanical properties that can be enhanced through heat treatment. This study aimed to analyze the effect of aging temperature and aging time variations during T6 heat treatment on the precipitate size of remelted AA 6061 aluminum alloy castings. The research was conducted experimentally by remelting AA 6061 aluminum alloy using a crucible furnace, followed by T6 heat treatment consisting of solution treatment, quenching, and artificial aging. The aging temperatures employed were 165°C, 185°C, and 205°C, while the aging times were 1.5, 2.5, and 3.5 hours. The specimens were characterized using the Brinell hardness test and Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM–EDX). The results showed that the as-cast remelted specimen without T6 heat treatment exhibited a hardness value of 52.53 BHN. After T6 heat treatment, the hardness increased, reaching an optimum value of 66.46 BHN at an aging temperature of 185°C for 2.5 hours. SEM observations indicated that this condition produced finer and more uniformly distributed precipitates, which were more effective in inhibiting dislocation movement. In contrast, higher aging temperatures and longer aging times promoted precipitate coarsening, thereby reducing the effectiveness of precipitation strengthening and limiting the improvement in hardness. Therefore, an aging temperature of 185°C and an aging time of 2.5 hours were identified as the optimum conditions for improving the mechanical properties of remelted AA 6061 aluminum alloy castings through the precipitation hardening mechanism.

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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat - nya, sehingga penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul : “PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP UKURAN ENDAPAN (*PRESIPITAT*) CORAN *REMELTING* 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 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 mengharapkan adanya kritik dan saran berbagai pihak.

Surabaya, 23 juni 2026

Filden Liliefna
1422200134

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
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 Paduan Aluminium	5
2.2 Paduan aluminium 6061	7
2.3 <i>Remelting</i> Aluminium.....	8
2.4 Perlakuan Panas Paduan Aluminium	9
2.5 Proses Perlakuan Panas T6	11

2.6 Ukuran butir (<i>Grain Size</i>)	15
2.7 SEM-EDX.....	17
2.8 Pengujian Kekerasan Brinell (<i>Brinell Hardness Test</i>)	20
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alir	23
3.2 Penjelasan Diagram Alir	24
3.2.1 Studi literatur	24
3.2.2 Studi lapangan	24
3.2.3 Persiapan bahan dan alat.....	24
3.3 Proses Pembuatan Cetakan	30
3.4 <i>Remelting</i> AA 6061 Dengan Tungku krusibel	31
3.5 Poses Pembuatan Spesimen uji.....	33
3.6 Proses Perlakuan Panas T6	35
3.7 Proses pengujian kekerasan Brinell	36
3.8 Proses Pembuatan Spesimen Uji SEM – EDX	37
3.9 Pengujian Strukturmikro SEM-EDX	38
BAB IV DATA DAN ANALISA	41
4.1 Kodefikasi Sampel.....	41
4.2 Hasil Pengecoran, Pengujian dan Pengamatan	41
4.2.1 Hasil pengamatan coran	41
4.2.2 Hasil pengujian kekerasan brinell.....	43
4.2.3 Hasil pengamatan SEM – EDX.....	44
4.2.4 Hasil pengamatan dan perhitungan ukuran butir	48
4.3 Analisa Pengecoran, Pengujian dan Pengamatan.....	67
4.3.1 Analisa pengamatan coran	67
4.3.2 Analisa hasil pengujian kekerasan brinell.....	68
4.3.3 Analisa hasil pengamatan SEM	71

4.3.4 Analisa dan perhitungan ukuran butir.....	84
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKAN.....	91
LAMPIRAN.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram perlakuan panas.....	12
Gambar 2.2	Diagram fasa Mg_2Si	15
Gambar 2.3	Tingkat penetrasi elektron melalui.....	18
Gambar 2.4	Diagram skema spektrometer dispersif energi.....	19
Gambar 2.5	Metode pengujian kekerasan brinell	20
Gambar 3.1	Desain cetakan.....	30
Gambar 3.2	Proses pemotongan plat baja.....	30
Gambar 3.3	Gambar proses pengelasan.....	31
Gambar 3.4	Tungku krusibel	31
Gambar 3.5	Proses pelapisan cetakan dengan graft.....	32
Gambar 3.6	Proses pemanasan cetakan.....	32
Gambar 3.7	Proses penuangan aluminium cair	33
Gambar 3.8	Proses pelepasan hasil coran.....	33
Gambar 3.9	Proses pemotongan hasil coran menjadi tiga bagian.....	34
Gambar 3.10	Proses finishing.....	34
Gambar 3.11	Desain sampel	35
Gambar 3.12	Ukuran sampel uji kekerasan	35
Gambar 4.1	Panjang hasil coran 495 mm.....	41
Gambar 4.2	Lebar hasil coran 245 mm.....	41
Gambar 4.3	Ketebalan hasil coran 30 mm.....	43
Gambar 4.4	Grafik pengujian kekerasan brinell.....	69
Gambar 4.5	Grafik pengujian kekerasan brinell.....	70
Gambar 4.6	Grafik perbandingan nilai kekerasan antara Raw material, Tampa T6 dan nilai paling optimal T6.....	71
Gambar 4.7	Pengamatan SEM sampel A1	72
Gambar 4.8	Pengamatan SEM, sampel A2.....	73
Gambar 4.9	Pengamatan SEM, sampel A3.....	73
Gambar 4.10	Pengamatan SEM, sampel B1	74
Gambar 4.11	Pengamatan SEM, sampel B2	75
Gambar 4.12	Pengamatan SEM, sampel B3.....	75
Gambar 4.13	Pengamatan SEM, sampel C1	77
Gambar 4.14	Pengamatan SEM, sampel C2.....	77
Gambar 4.15	Pengamatan SEM, sampel C3.....	78
Gambar 4.16	Pengamatan SEM, sampel A1	79

Gambar 4.18 Pengamatan SEM, sampel C1	80
Gambar 4.19 Pengamatan SEM, sampel A2	81
Gambar 4.20 Pengamatan SEM, sampel B2	81
Gambar 4.21 Pengamatan SEM, sampel C2	82
Gambar 4.22 Pengamatan SEM, sampel A3	83
Gambar 4.23 Pengamatan SEM, sampel B2	83
Gambar 4.24 Pengamatan SEM, sampel C3	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Perbandingan aluminium dan logam lain	6
Tabel 2.2 Paduan dan metode pengutan.....	6
Tabel 2.3 Komposisi paduan Al-Mg ₂ Si	8
Tabel 2.4 Seri perlakuan panas	9
Tabel 3.1 Persiapan bahan	24
Tabel 3.2 Alat dan bahan proses pengecoran sand casting	25
Tabel 4.1 kodefikasi.....	41
Tabel 4.2 Data nilai rata – rata dari uji kekerasan Brinell	44
Tabel 4.3 Hasil pengamatan SEM – EDX	45
Tabel 4.4 Hasil perhitungan ukuran butir	85