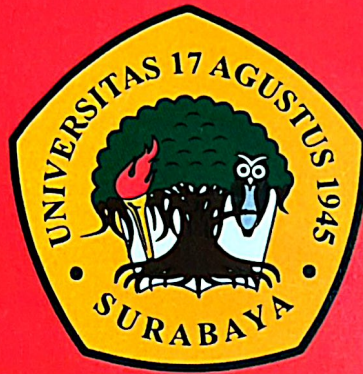


TUGAS AKHIR

ANALISA CACAT CORAN DAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (AGING) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP STRUKTURMIKRO CORAN REMELTING AA 6061



Disusun Oleh :

ACHMAD YUSUF SYA'BAN

NBI : 1422200160

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

2026

TUGAS AKHIR

ANALISA CACAT CORAN DAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP STRUKTURMIKRO CORAN *REMELTING* AA 6061



Disusun Oleh:
ACHMAD YUSUF SYA'BAN
NBI : 1422200160

**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 : ACHMAD YUSUF SYA'BAN
NBI : 1422200160
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA CACAT CORAN DAN
PENGARUH VARIASI
TEMPERATUR DAN WAKTU
PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN
PANAS T6 TERHADAP
STRUKTURMIKRO CORAN
REMELTING AA 6061

Mengetahui/Menyetujui
Dosen Pembimbing

3/2016
7 

Dr. Harjo Seputro, S.T., M.T
NPP. 20420.96.0471



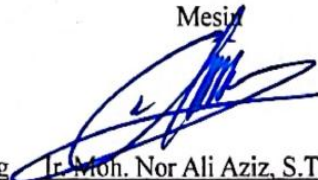
Dekan, Fakultas Teknik



Dr. Ir. Ar. R. A. Retno Hastijanti, M.T., IPU., IAI., APEC Eng

NPP. 20440.91.0218

Ketua Program Studi Teknik
Mesin



Ir. Moh. Nor Ali Aziz, S.T., MT

NPP. 20420.96.0485

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Achmad Yusuf Sya'ban
NIM : 1422200160
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi/tugas akhir dengan judul:

**“ANALISA CACAT CORAN DAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR
DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP
STRUKTURMIKRO 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, 15 Juni 2026
Yang membuat pernyataan,



Achmad Yusuf Sya'ban
NIM: 1422200160



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 AKADEMIS

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

Nama : Achmad Yusuf Sya'ban
NBI/NPM : 1422200160
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:

“ANALISA CACAT CORAN DAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP STRUKTURMIKRO 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 : 01 Juli 2026

Surabaya, 01 Juli 2026

Yang Menyatakan



Achmad Yusuf Sya'ban
NBI. 1422200160

**Coret yang tidak perlu*

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. Pahlawan serta pintu surgaku, kedua orang tua tercinta dan ter segalanya, Bapak Julianto Agung Purnomo dan Ibu Puji Sri Rahayu, 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.
2. Terimakasih kepada keluarga, terutama kepada Akung, Uti, serta kedua Tante yang penulis sayangi. Terimakasih karena selalu mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis saat menyelesaikan Tugas Akhir.
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 seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, yang bernama Desi Kurnia Ayu Tiara Wati, terimakasih selalu kebersamaan dalam kondisi suka maupun duka, terimakasih atas doa yang tak pernah berhenti untuk dipanjatkan, terimakasih untuk selalu menguatkan tekad sang penulis, terimakasih selalu menjadi support sistem sang penulis hingga bisa menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Semoga perjalanan ini tak pernah selesai yang akan selalu merangkai cerita - cerita baru seterusnya.
6. Kepada teman - teman teknik mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, angkatan 2022 yang sudah banyak membantu penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Terakhir kepada anak laki - laki dengan sejuta impian dan cita - cita Achmad Yusuf Sya'ban, Terimakasih selalu bekerja keras dan berjuang sejauh ini. Setiap malam yang selalu di selimuti kelelahan, setiap pagi yang selalu disambut dengan kekhawatiran, namun tetap berjalan dan terus melanjutkan hingga berhasil dilalui. Terimakasih kepada hati yang tetap ikhlas, meski banyak hal yang terjadi di luar prediksi. Terimakasih kepada jiwa yang tetap

kuat, meski berkali - kali hampir menyerah karena kondisi. Terimakasih kepada raga yang terus melangkah, meski lelah menghadapi tekanan tapi tetap diperjuangkan. Teruslah belajar dan mensyukuri nikmat yang tuhan berikan dan ribuan terimakasih diucapkan kepada diri sendiri karena sudah mampu mempertanggung jawabkan semua kepercayaan yang sudah diberikan termasuk menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai dengan jerih payah sendiri.

ABSTRAK

ANALISA CACAT CORAN DAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP STRUKTURMIKRO CORAN *REMelting* AA 6061

Aluminium paduan AA 6061 merupakan material yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri karena memiliki beberapa kelebihan seperti ketahanan korosi yang baik, dan dapat ditungkatkan sifat mekaniknya melalui perlakuan panas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses *remelting* dan proses perlakuan panas T6 terhadap cacat material, komposisi unsur, dan nilai kekerasan aluminium 6061 setelah pengecoran ulang (*remelting*). Proses pengecoran ulang (*remelting*) menggunakan tungku krusibel dan cetakan besi terbuka, kemudian hasil *remelting* diberikan perlakuan panas T6 dengan variasi temperatur aging 165°C, 185°C, dan 205°C serta waktu aging selama 1,5 jam, 2,5 jam, dan 3,5 jam. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi uji penetrasi warna, uji kekerasan brinell dan pengamatan Scanning Elektron Microscope – Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (*SEM – EDX*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *remelting* menyebabkan penurunan nilai kekerasan dari 81,04 *BHN* pada spesimen raw material menjadi 55,21 *BHN* pada spesimen tanpa T6 akibat perubahan strukturmikro dan munculnya cacat coran. Pengamatan penetrasi warna menunjukkan adanya porositas dan retakan pada hasil coran. Hasil *SEM – EDX* menunjukkan bahwa aluminium (Al) tetap menjadi unsur yang dominan, sedangkan unsur paduan magnesium (Mg) dan silikon (Si) mengalami perubahan distribusi akibat proses *remelting* dan perlakuan panas. Perlakuan panas T6 terbukti mampu meningkatkan nilai kekerasan material, dengan nilai tertinggi pada spesimen (3C) temperatur 205°C selama 3,5 jam. Peningkatan kekerasan tersebut dipengaruhi oleh proses penguatan presipitasi melalui pembentukan fasa Mg_2Si yang menghambat pergerakan dislokasi dalam matriks aluminium. Dengan demikian, proses perlakuan panas T6 mampu memperbaiki sifat mekanik AA6061 hasil *remelting* meskipun belum mampu mengembalikan nilai kekerasan yang menyamai raw material.

Kata kunci : Aluminium AA 6061, *remelting*, perlakuan panas T6, *SEM – EDX*, kekerasan brinell, Mg_2Si .

ABSTRACT

Analysis of Casting Defects and the Effect of T6 Heat Treatment Aging Temperature and Time Variations on the Microstructure of Remelted AA 6061 Castings

AA6061 aluminum alloy is widely used in various industrial applications due to its advantages, such as good corrosion resistance and the ability to improve its mechanical properties through heat treatment. This study aimed to investigate the effects of the remelting process and T6 heat treatment on material defects, elemental composition, and hardness of AA6061 aluminum alloy after remelting. The remelting process was carried out using a crucible furnace and an open iron mold, followed by T6 heat treatment with aging temperature variations of 165°C, 185°C, and 205°C and aging times of 1.5 hours, 2.5 hours, and 3.5 hours. The tests conducted in this study included dye penetrant testing, Brinell hardness testing, and Scanning Electron Microscope–Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDX) analysis. The results showed that the remelting process reduced the hardness value from 81.04 BHN in the raw material specimen to 55.21 BHN in the specimen without T6 treatment due to microstructural changes and the formation of casting defects. Dye penetrant observations revealed the presence of porosity and crack defects in the cast products. SEM-EDX analysis indicated that aluminum (Al) remained the dominant element, while the alloying elements magnesium (Mg) and silicon (Si) experienced redistribution as a result of the remelting process and heat treatment. The T6 heat treatment was proven to increase the hardness of the material, with the highest hardness value obtained in specimen 3C at an aging temperature of 205°C for 3.5 hours. The increase in hardness was attributed to precipitation strengthening through the formation of the Mg₂Si phase, which inhibited dislocation movement within the aluminum matrix. Therefore, the T6 heat treatment process was able to improve the mechanical properties of remelted AA6061 aluminum alloy, although it was not able to fully restore the hardness value to that of the raw material.

Keywords : Aluminium AA 6061, remelting, perlakuan panas T6, SEM – EDX, kekerasan brinell, Mg₂Si.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat - nya, sehingga penyusunan Tugas Akhir yang berjudul : “ANALISA CACAT CORAN DAN PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU PENUAAN (*AGING*) PERLAKUAN PANAS T6 TERHADAP STRUKTURMIKRO CORAN *REMELTING* AA 6061” dapat diselesaikan dengan baik.

Penyusunan Proposal Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih 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 Ir. Moh. Nor Ali Azis, S.T., M.T selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Untag Surabaya. Terimakasih atas segala bantuan dan motivasinya.
5. Teman - teman dari S1 Prodi Teknik Mesin angkatan 2022 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. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya Prodi Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Surabaya, 26 Juni 2026

Achmad Yusuf Sya'ban
1422200160

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Paduan Aluminium.....	5
2.2 Paduan Aluminium 6061	6
2.3 Proses <i>Remelting</i> Aluminium 6061	8
2.4 Perlakuan Panas Paduan Aluminium.....	8
2.4.1 Proses perlakuan panas T6	10
2.4.2 Proses <i>aging</i> (penuaan)	11
2.5 Pengamatan Visual Cacat Coran	13
2.5.1 Pengamatan cacat coran dengan penetran warna	14
2.6 Pengamatan Strukturmikro SEM-EDX.....	16
2.7 Pengujian Kekerasan Brinell	18
BAB III METODE 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.....	29
3.4 Proses <i>Remelting</i> Aluminium 6061 dengan Tungku Krusibel	30

3.4.1 <i>Remelting</i> aluminium 6061	30
3.4.2 Persiapan cetakan	31
3.4.3 Penambahan grafit.....	31
3.4.4 Penuangan hasil <i>remelting</i>	31
3.4.5 Pembongkaran hasil coran	32
3.5 Pengamatan Visual Cacat Coran dengan Penetran Warna.....	32
3.6 Proses Pembuatan Spesimen Uji	34
3.7 Proses Perlakuan Panas T6.....	36
3.8 Pengujian Kekerasan	37
3.9 Pembuatan Spesimen Uji SEM-EDX.....	38
3.10 Pengujian Strukturmikro SEM-EDX	39
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Kodefikasi Spesimen Uji.....	41
4.2 Hasil Pengecoran, Pengamatan dan Pengujian.....	42
4.2.1 Hasil pengecoran (coran)	42
4.2.2 Hasil pengamatan visual cacat permukaan dengan penetran warna.....	43
4.2.3 Hasil pengujian kekerasan brinell	44
4.2.4 Hasil pengamatan SEM-EDX	46
4.3 Analisa Hasil Pengecoran, Pengujian dan Pengamatan.....	57
4.3.1 Analisa hasil pengecoran (coran)	57
4.3.2 Analisa hasil uji visual cacat permukaan menggunakan penetran warna	57
4.3.3 Analisa hasil pengujian kekerasan brinell	58
4.3.4 Analisa hasil pengamatan SEM – EDX.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5. 2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik aluminium dengan logam lain	6
Tabel 2.2 Seri paduan aluminium dan penguatan	6
Tabel 2.3 Komposisi paduan Al-Mg ₂ Si	7
Tabel 2.4 Seri perlakuan panas	9
Tabel 3.1 Persiapan bahan.....	23
Tabel 3.2 Persiapan alat	24
Tabel 4.1 Kodefikasi spesimen uji	41
Tabel 4.2 Rekapitulasi hasil perhitungan uji kekerasan	45
Tabel 4.3 Hasil pengamatan spesimen raw material	46
Tabel 4.4 Hasil pengamatan pada spesimen tanpa T6.....	47
Tabel 4.5 Hasil pengamatan pada spesimen 1A.....	48
Tabel 4.6 Hasil pengamatan pada spesimen 1B	49
Tabel 4.7 Hasil pengamatan pada spesimen 1C	50
Tabel 4.8 Hasil pengamatan pada spesimen 2A.....	51
Tabel 4.9 Hasil pengamatan pada spesimen 2B	52
Tabel 4.10 Hasil pengamatan pada spesimen 2C	53
Tabel 4.11 Hasil pengamatan pada spesimen 3A.....	54
Tabel 4.12 Hasil pengamatan pada spesimen 3B	55
Tabel 4.13 Hasil pengamatan pada spesimen 3C	56
Tabel 4.14 Perbandingan komposisi unsur pada raw material, tanpa T6 dan proses perlakuan panas T6.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram perlakuan panas	11
Gambar 2.2 Diagram fasa paduan Al-Mg ₂ Si	13
Gambar 2.3 Spesimen uji visual cacat coran	14
Gambar 2.4 <i>Cleaner</i> (pembersih)	15
Gambar 2.5 Penetrasi merah	15
Gambar 2.6 Pengembang/dveloper	16
Gambar 2.7 Tingkat penetrasi elektron melalui permukaan spesimen uji ...	17
Gambar 2.8 Diagram skema <i>spectrometer dispresif energy</i>	17
Gambar 2.9 Gambar skema uji kekerasan brinell	18
Gambar 3.1 Desain cetakan dan assembly	29
Gambar 3.2 Proses pembuatan cetakan	30
Gambar 3.3 Memasukkan aluminium ke dalam tungku krusibel	30
Gambar 3.4 Proses pelapisan grafit	31
Gambar 3.5 Meletakkan cetakan pada sisi samping tungku	31
Gambar 3.6 Proses penuangan	32
Gambar 3.7 Pembongkaran hasil coran	32
Gambar 3.8 Proses pembersihan permukaan menggunakan cairan <i>cleaner</i>	33
Gambar 3.9 Penyemprotan penetrasi merah	33
Gambar 3.10 Penyemprotan developer putih	34
Gambar 3.11 Desain spesimen uji	34
Gambar 3.12 Spesimen uji kekerasan dengan panjang 250mm, lebar 200mm dan tinggi 100mm	35
Gambar 3.13 Pemotongan 3 bagian	35
Gambar 3.14 Proses <i>finishing</i> menggunakan mesin bubut	35
Gambar 3.15 Proses pembuatan spesimen uji	36
Gambar 4.1 Permukaan atas	43
Gambar 4.2 Permukaan bawah	44
Gambar 4.3 Spesimen uji kekerasan	44
Gambar 4.4 Grafik hasil nilai kekerasan variasi temperatur <i>aging</i> terhadap kekerasan	58
Gambar 4.5 Grafik hasil nilai kekerasan variasi waktu <i>aging</i> terhadap kekerasan	59
Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai kekerasan antara raw material, tanpa T6 dan perlakuan panas T6	60