

# **TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR  
PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN T6 PADA  
PROSES PWHT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN  
STRUKTUR MIKRO ALLUMINIUM ALLOY 6061**



**Disusun Oleh :**

**YOEL ARMANDO**  
**NBI : 1421900049**

**RACHMAD TEDDY LESMANA**  
**NBI : 1421900052**

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

**2023**

# TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR  
PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN T6 PADA  
PROSES PWHT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN  
STRUKTUR MIKRO ALLUMINIUM ALLOY 6061**



**Disusun Oleh :**

**YOEL ARMANDO**  
NBI : 1421900049

**RACHMAD TEDDY LESMANA**  
NBI : 1421900052

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

**2023**

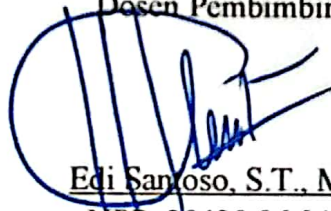
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : YOEL ARMANDO  
NBI : 1421900049  
NAMA : RACHMAD TEDDY LESMANA  
NBI : 1421900052  
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN  
FAKULTAS : TEKNIK  
JUDUL : ANALISIS PENGARUH VARIASI  
TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA  
PENDINGIN T6 PADA PROSES PWHT  
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN  
STRUKTUR MIKRO ALLUMINIUM ALLOY  
6061

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Edi Santoso, S.T., M.T.

NPR. 20420.96.0485



Dekan  
Fakultas Teknik

Dr. Ir. Salyo, M.Kes.IPU., ASEAN Eng.

NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi  
Teknik Mesin



Edi Santoso, S.T., M.T.

NPP. 20420.96.0485

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:  
**ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN T6 PADA PROSES PWHT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO ALLUMINIUM ALLOY 6061** yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 30 Mei 2023





UNIVERSITAS  
17 AGUSTUS 1945  
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN

Jl. Semolowaru 45 Surabaya  
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)  
Email: perpus@untag-sby.ac.id

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNT UK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yoel Armando  
NBI/NPM : 1421900049  
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 Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

**“ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN T6 PADA PROSES PWHT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO ALLUMINIUM ALLOY 6061”**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif (*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 tercantumkan nama saya sebagai penulis,

Di buat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 30 Mei 2023

Yang Menyatakan,



(Yoel Armando)

\*Coret yang tidak perlu

## LEMBAR PERSEMBAHAN

### PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Untuk yang pertama saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya Kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas semua berkat dan juga anugerahnya yang telah di berikan sehingga penulis ini dapat menyelesaikan laporan dari Tugas Akhir ini dengan waktu yang telah di tentukan.
2. Hal ini sangat spesial saya ucapkan bagi orang tua dan keluarga saya serta saya ucapkan terimakasih kepada orang-orang terkasih karena telah memerikan semangat serta doa doa terbaik kepada penulis.
3. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Sebagai konsultan yang telah mencurahkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing penulis dalam penulisan laporan akhir ini.
5. Dosen Prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya yang telah sabar dan memberikan banyak informasi yang sangat berguna bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Terima kasih kepada teman-teman sekelas teknik 2019 yang banyak membantu membimbing saya dan selalu memberi saya masukan dan semangat sampai saya lulus dari gelar sarjana saya di UNTAG.
7. Saya mengucapkan terimakasih banyak kepada Melissa Putri Tzeng yaitu orang yang paling saya sayangi dan saya cintai, karna support atau dukungannya hingga saya bisa berada sampai di titik ini

**“Mencoba memang tidak membuat kita berhasil, tetapi tidak mencoba sudah di pastikan gagal**

## ABSTRAK

### ANALISIS PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN DAN MEDIA PENDINGIN T6 PADA PROSES PWHT TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO ALLUMINIUM ALLOY 6061

Teknologi dalam pengelasan ini adalah suatu bagian dari teknologi dalam manufaktur dan pengelasan harusnya memperhatikan kesesuaian dari struktur pengelasannya agar bisa mencapai hasil yang terbaik, dan pengelasan juga perlu memperhatikan suatu hal terpenting, di antaranya yaitu efisiensi dari pengelasan, penghematan energy, serta harganya yang relative lebih murah. Tujuan nya dari di susunnya laporan ini ialah agar dapat mengetahui pengaruh dari hasil lasan metal shielded arc welding (SMAW) dengan menggunakan variasi suhu pemanasan 450,500, dan 550 serta variasi media pendinginan dengan air,oli,dan air colland terhadap kuat Tarik dan struktur mikro alluminium alloy 6061, Pemeriksaan hasil las merupakan metode uji destruktif yaitu berupa uji tarik (tensile test). dan penelitian ini juga bertujuan untuk menyelesaikan skripsi sebagai persyaratan kelulusan. Proses pendinginan dilakukan dengan alluminium alloy 6061 , menggunakan air sebagai media pendingin, oli SAE 20 dan pendinginan air cooland. Proses ini berguna untuk meningkatkan kekuatan tarik las Alluminium Alloy 6061 tanpa mengubah kimia secara keseluruhan. Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah eksperimen, dimana peneliti membuat kontrol alias kontrol dengan menggunakan metode eksperimen, tujuannya adalah untuk mengetahui kemungkinan hubungan sebab akibat dan juga untuk menentukan variasi dan metode yang akan digunakan.

**Kata kunci :** Alluminium Alloy6061, kekuatan tarik, cacat las, perlakuan panas, pendingin, *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*, dan struktur mikro

## ABSTRAK

### ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION OF HEATING TEMPERATURE AND COOLING MEDIA T6 IN THE PWHT PROCESS ON THE TENSILE STRENGTH AND MICRO STRUCTURE OF ALLUMINIUM ALLOY 6061

This technology in welding is a part of technology in manufacturing and welding should pay attention to the suitability of the welding structure in order to achieve the best results, and welding also needs to pay attention to the most important things, including the efficiency of welding, saving energy, and relatively lower prices. cheap. The purpose of compiling this report is to be able to find out the effect of metal shielded arc welding (SMAW) using variations in heating temperature of 450,500 and 550 as well as variations of cooling media with water, oil and colland water on the tensile strength and microstructure of aluminum. alloy 6061, Examination of the results of the weld is a destructive test method in the form of a tensile test (tensile test). and this research also aims to complete the thesis as a graduation requirement. The cooling process is carried out with aluminum alloy 6061, using water as a cooling medium, SAE 20 oil and water cooland cooling. This process is useful for increasing the tensile strength of Allaluminum Alloy 6061 without changing the overall chemistry. The method chosen in this study is an experiment, in which the researcher makes a control alias control using the experimental method, the aim is to find out possible causal relationships and also to determine the variations and methods to be used.

**Key words :** Alluminium Alloy6061, tensile strength, welding defects, heat treatment, cooling, Shielded Metal Arc Welding (SMAW), and microstructure



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas segala bantuan, rahmat dan kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir "Analisis pengaruh variasi temperatur pemanasan dan media pendingin T6 pada proses PWHT terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro aluminium alloy 6061". Penelitian ini dilakukan di dalam Universitas 17 Agustus 1945 sebagai salah satu persyaratan akademik untuk program sarjana Teknik Mesin Universitas Surabaya. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dari berbagai sumber, baik langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, antara lain:

1. Hal ini sangat spesial bagi kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis untuk menyelesaikan laporan akhir ini.
2. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Sebagai konsultan yang telah menginvestasikan waktu, tenaga dan pikirannya untuk selalu sabar membimbing penulis dalam penulisan laporan akhir ini.
4. Dosen Prodi Teknik Mesin UNTAG Surabaya yang telah sabar dan memberikan banyak informasi yang sangat berguna bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Terima kasih banyak kepada seluruh rekan-rekan mahasiswa teknik mesin tahun 2019 yang banyak membantu saya membimbing dan selalu memberikan masukan dan semangat sampai saya lulus S1 di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Penulis memahami bahwa penulisan karya ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk perbaikan penulisan selanjutnya. Semoga artikel ini dapat bermanfaat.

Surabaya, Mei 2023



Yoel Armando

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Gelar Sarjana.....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir.....	iv
Lembar Pernyataan Persetujuan publikasi.....	v
Lembar Persembahan .....	vi
Abstrak .....	vii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel .....	xvii

### BAB 1

PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5

### BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Pengelasan SMAW ( <i>Shielded Metal Arc Welding</i> ) .....	6
2.1.1. Prinsip Operasi Las SMAW.....	6
2.1.2. Elektroda SMAW.....	7
2.2. Pengujian Tarik.....	10
2.2.1. Kekuatan Tarik.....	12
2.3. Pengujian Struktur Mikro.....	13
2.4. Post Weld Heat Treatment (PWHT) .....	15
2.5. Media Pendingin.....	16
2.6. Heat Treatment T6.....	18
2.7. Alluminium Alloy 6061.....	23

### BAB III

METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1. Penjelasan Diagram Alir Penelitian.....	34
3.2.2. Proses Persiapan Material.....	34
3.2.3. Proses Pengelasan SMAW.....	35
3.2.3.1. Elektroda E4043.....	36
3.2.4. Persiapan Pembentukan Spesimen Uji.....	37
3.2.4.1. Proses Pembentukan Spesimen Uji Cacat Las.....	37
3.2.4.2. Proses Pembentukan Spesimen Uji Tarik.....	38
3.2.4.3. Proses Pembentukan Spesimen Uji Mikro.....	39
3.2.4.4. Alat Dan Bahan Proses Pengelasan Membuat Spesimen.....	39
3.2.4.5. Alat Dan Bahan Proses Permesinan Membuat Spesimen.....	40
3.2.4.6. Alat Dan Bahan Proses Perlakuan Panas T6.....	40
3.2.5. Proses Perlakuan Panas Solution Heat Treatment.....	41
3.2.6. Proses Pendinginan (Quenching).....	42
3.2.6.1. Pendinginan Air.....	43
3.2.6.2. Pendinginan Oli.....	43
3.2.6.3. Pendinginan Air Coolant.....	44
3.3.7. Pengujian Cacat Las.....	44
3.3.8. Pengujian Tarik.....	46
3.3.9. Pengujian Struktur Mikro.....	47
3.3.10. Data Dan Analisa Data.....	48

### BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1. Analisa Data.....	49
4.1.1. Hasil Pengujian Cacat Las.....	49
4.1.2. Hasil Pengujian Tarik.....	50
4.1.3. Nilai Rata-rata Hasil Tegangan Dan Regangan Pada Uji Tarik.....	73
4.1.4. Hasil Pengujian Uji Mikro.....	74

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
5.1. Kesimpulan.....	83
1.2. Saran. ....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	88

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram proses ilustrasi pengelasan SMAW .....	17
Gambar 2. 2 Prinsip kerja/operasi dari pengelasan SMAW.....	18
Gambar 2. 3 Mesin uji tarik dilengkapi specimen ukuran standart. ....	22
Gambar 2. 4 Spesimen uji struktur mikro .....	22
Gambar 2. 6 Hubungan Antara Lamanya Waktu (aging). Dengan Kekuatan Kekerasan Paduan Aluminium.....	33
Gambar 2. 7 Supersaturated solute solution, .....	33
Gambar 2. 8 Alluminium Alloy 6061 .....	44
Gambar 2. 9 Skema Proses SMAW .....	46
Gambar 3. 1 Skema Persiapan Pembentukan Spesimen Uji Standart ASTM E8 ....	47
Gambar 3. 2 Cacat las menggunakan dye-penetrant .....	48
Gambar 3. 3 Diagram fasa Sa-Si .....	39
Gambar 3. 4 Diagram fasa pemanasan logam paduan .....	40
Gambar 3. 5 Pendingginan menggunakan air .....	53
Gambar 3. 6 Pendingginan menggunakan oli .....	54
Gambar 3. 7 Pendingginan menggunakan Air Coolant.....	54
Gambar 3. 8 Skema pengujian penetrant testing. (Sumber : Dtech, 2010) .....	55
Gambar 3. 9 Mesin uji Tarik (Sumber : Cahyarani, 2001) .....	57
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Dari Dye Penetrant.....	59
Gambar 4. 2 Hasil Cacat Las Dalam Salah Satu Spesimen.....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kekuatan tarik yang menunjukkan minimum dalam 1.000 psi .....	19
Tabel 2. 2	Posisi yang menunjukkan bahwa posisi pengelasan .....	20
Tabel 2. 3	Karakteristik yang menunjukkan karakteristik arus .....	20
Tabel 2. 4	Sufiks yang menunjukkan komposisi kimia.....	21
Tabel 2. 5	Grafik Heat Treatment T6 .....	29
Tabel 2. 6	Klasifikasi Paduan Tempa Aluminium .....	36
Tabel 2. 7	Klasifikasi Paduan Aluminium .....	37
Tabel 2. 8	Klasifikasi Paduan Aluminium Berdasarkan Perlakuan Beban .....	37
Tabel 2. 9	Komposisi Kimia Alluminium Seri 6061.....	40