

SKRIPSI
**PENGARUH *PWHT* TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK HASIL LASAN *TIG*
AA7075**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta



Disusun oleh :
Dika Bagus Putra
210018082

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul
**PENGARUH PWHT TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK HASIL LASAN TIG
AA7075**

Yang diajukan oleh :

Dika Bagus Putra
210018082

Telah disetujui oleh Pembimbing untuk diujikan:

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,



Ir. Wartono, M.Eng.
NIP : 196211151994031001

Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng.
NIK : 19730356

Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Mesin S1



Ir. Wartono, M.Eng.
NIP : 196211151994031001

HALAMAN PENGESAHAN
PENGARUH PWHT TERHADAP STRUKTUR MIKRO,
KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK HASIL LASAN TIG
AA7075




Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas Akhir 2

Program Studi Teknik Mesin S1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Pada tanggal 10-Februari-2022

Oleh : Dika Bagus Putra / 210018082
Diterima guna memenuhi persyaratan untuk
mencapai derajat Sarjana Teknik Mesin S1

Dewan Penguji :

1. Ir. Wartono, M.Eng.
Ketua Tim Penguji
2. Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng.
Anggota Tim Penguji
3. Ir. Nizam Effendi, M. M.
Anggota Tim penguji

1. 
2. 
3. 



Menyetujui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin S1



Ir. Wartono, M.Eng.
NIP.196211151994031001



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDSUTRI

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281 Telp.
(0274) 485390, 486986, 487540 Fax. (0274) 487249
Email : info@itny.ac.id, Website : www.itny.ac.id

SOAL TUGAS AKHIR

Nomor:83/ITNY/Prodi.TM-S1/TGA/III/2021

Nama Mahasiswa : Dika Bagus Putra
Nomor Mahasiswa : 210018082
Soal : Pengaruh *PWHT* Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan
Kekuatan Tarik Hasil Lasan *TIG AA 7075*

Yogyakarta, 17 Maret 2021

Dosen Pembimbing 1

Ir. Wartono, M.Eng.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dika Bagus Putra

NIM : 210018082

Dengan ini menyatakan bahwa data yang tersaji dalam skripsi saya yang berjudul : PENGARUH *PWHT* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK HASIL LASAN *TIG AA 7075* adalah MURNI hasil penelitian saya pribadi.

Bilamana dikemudian hari terbukti bahwa data dan judul tersebut merupakan jiplakan/plagiat dari karya tulis orang lain, maka sesuai dengan kode etik ilmiah, saya menyatakan bersedia untuk diberikan sanksi seberat-beratnya termasuk PENCOPOTAN/PEMBATALAN gelar akademik saya oleh pihak Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY).

Demikian surat pernyataan ini dibuat agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Dika Bagus Putra

NIM. : 210018082

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul“PENGARUH *PWHT* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN TARIK HASIL LASAN *TIG AA 7075*”. Penulisan Skripsi ini digunakan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY). Dalam penulisan Skripsi ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu perkenankanlah penulis untuk mengucapkan terimakasih kepada :

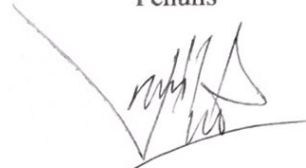
1. Allah SWT yang telah memberi kemudahan dalam setiap kehidupan serta mengabulkan setiap do'a - do'a
2. Orang tua yang membiayai kuliah dan selalu memberikan semangat, serta do'a yang tiada henti
3. Bapak Dr.Ir. H. Ircham, M.T., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
4. Bapak Dr. Daru Sugati, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
5. Bapak Ir. Wartono, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta dan Dosen Pembimbing I
6. Bapak Angger Bagus Prasetyo, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II
7. Semua Dosen Prodi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah banyak memberikan ilmunya
8. Bapak-Ibu Dosen dan Staf Karyawan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
9. Teman-teman Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu
10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini

Penulis menyadari bahwa Skripsi yang telah terselesaikan ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat lebih disempurnakan lagi dikemudian hari. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat dijadikan referensi bagi teman-teman mahasiswa Teknik Mesin ITNY dan bagi yang memerlukan pada umumnya.

Yogyakarta, 10 Februari 2022

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dika Bagus Putra', written over a horizontal line.

Dika Bagus Putra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN SOAL.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Aluminium.....	5
2.2.2. Aluminium Paduan.....	6
2.2.3. AA 7075.....	11
2.2.4. Pengelasan.....	12
2.2.5. Klasifikasi Sambungan Las.....	14
2.2.5.1. Klasifikasi Berdasarkan Jenis Sambungan dan bentuk Alur ...	15
2.2.5.2. Klasifikasi Berdasarkan Cara Pengelasan.....	20
2.2.6. Cacat – Cacat Las.....	22

2.2.7.	Las TIG (<i>Tungsten Inert Gas</i>).....	24
2.2.7.1.	Prinsip Kerja Las <i>TIG</i>	25
2.2.8.	Parameter Pengelasan.....	26
2.2.8.1.	Elektroda Tungsten.....	26
2.2.8.2.	Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	28
2.2.8.3.	Arus Pengelasan.....	30
2.2.8.4.	Tegangan Pengelasan.....	31
2.2.8.5.	<i>Welding Speed</i>	32
2.2.8.6.	<i>Heat Input</i>	33
2.2.8.7.	<i>Post Weld Heat Treatment (PWHT)</i>	33
2.2.8.8.	Proses <i>Post Weld Heat Treatment (PWHT)</i>	34
2.2.8.9.	<i>Record PWHT</i>	34
2.2.8.10.	<i>Hardening</i>	35
2.2.9.	Sifat Mekanik Material.....	36
2.2.10.	Pengujian Bahan.....	37
2.2.10.1.	Pengujian Struktur Mikro.....	37
2.2.10.2.	Pengujian Kekerasan.....	39
2.2.10.3.	Pengujian Tarik.....	42
2.3.	Hipotesis.....	45
BAB III METODE PENELITIAN.....		46
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	46
3.2.	Bahan dan Alat Penelitian.....	47
3.3.	Proses Penelitian.....	47
3.3.1.	Persiapan Spesimen.....	48
3.3.2.	Pengujian Komposisi Material.....	48
3.3.3.	Pengujian Struktur Mikro.....	50
3.3.4.	Persiapan Spesimen Untuk Pengelasan.....	52
3.3.5.	Proses Pengelasan.....	52
3.3.6.	Proses <i>PWHT</i>	53
3.3.7.	Pengujian Tarik.....	53
3.3.8.	Pengujian Kekerasan.....	54

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	56
4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia	56
4.2. Hasil Pengujian Struktur Mikro	57
4.3. Hasil Pengujian Kekerasan.....	63
4.4. Hasil Pengujian Tarik	70
BAB V.....	77
5.1. Kesimpulan.....	77
5.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Aluminium Alloy Designation Wrought Alloy</i>	9
Tabel 2.2. Sifat – sifat mekanik paduan 7075 (Surdia dan Saito, 1985)	12
Tabel 2.3. Variasi elemen dan warna elektroda <i>Tungsten</i> (O'Brien, 2004).....	27
Tabel 2.4. Spesifikasi AWS logam pengisi untuk metode pengelasan <i>TIG</i> (O'Brien, 2004).....	29
Tabel 2.5. Notasi pada Gambar Spesimen Uji Tarik ASTM E-8M.	43
Tabel 4.1. Hasil pengujian komposisi kimia menggunakan alat <i>spectrometer</i>	56
Tabel 4.2. Komposisi kimia AA7075 (<i>ASM Handbook</i> vol 2, 1990).....	56
Tabel 4.5. Hasil pengujian tarik spesimen <i>raw</i> dengan las	71
Tabel 4.6. Rata – rata hasil pengujian tarik <i>raw</i> dengan las.....	73
Tabel 4.7. Hasil perhitungan uji tarik spesimen <i>PWHT</i>	74
Tabel 4.8. Hasil Rata - Rata Pengujian Kekuatan Tarik Spesimen <i>PWHT</i>	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi cara pengelasan (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	14
Gambar 2.2. Jenis – jenis sambungan dasar (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	15
Gambar 2.3. Sambungan T (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	16
Gambar 2.4. Macam – macam sambungan sudut	16
Gambar 2.5. Sambungan Tumpang (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	17
Gambar 2.6. Sambungan sisi (Wiryosumarto dan Okumura,2000).	17
Gambar 2.7. Sambungan dengan penguat (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	18
Gambar 2.8. Alur sambungan las tumpul (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	19
Gambar 2.9. Posisi pengelasan <i>butt joint</i> (Tarkono dkk, 2010).	20
Gambar 2.10. Las tekan resistensi (Wiryosumarto dan Okumura, 2000).	21
Gambar 2.11. Macam – macam cacat las (Heri Sunaryo,2008).	22
Gambar 2.12. Proses Pengelasan <i>TIG (Tungsten Inert Gas)</i>	25
Gambar 2.13. Skema Las <i>TIG</i> (Widharto, 2013)	25
Gambar 2.14. Pengaturan Peralatan Las <i>TIG</i> (O'Brien, 2004).	26
Gambar 2.15. Variasi arus pengelasan TIG (O'Brien, 2004).	31
Gambar 2.16. Skematik temperatur dan waktu <i>aging</i>	36
Gambar 2.17. Pengamatan Batas Butir Pada Permukaan Logam	38
Gambar 2.18. Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i> (Callister, 2001).	39
Gambar 2.19. Indentor Pengujian <i>Brinell</i> (ASM, 2000)	41
Gambar 2.20. Metode Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> (Callister, 2000)	41
Gambar 2.21. Pengujian Tarik (Edaan, 2020).	42
Gambar 2.22. Gambar Spesimen Uji Tarik Berdasarkan ASTM E-8M.	42
Gambar 2.23. Diagram tegangan regangan (Edaan, 2020).	45
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 3.2. Dimensi Spesimen Uji Komposisi Kimia dan Struktur Mikro	48

Gambar 3.3. Alat Uji Komposisi Kimia.....	49
Gambar 3.4. Dimensi Spesimen Pengelasan (dalam satuan mm)	52
Gambar 3.5. Dimensi spesimen pengujian tarik ASTM E-8M	54
Gambar 3.6. Daerah pengujian dan titik uji kekerasan.....	55
Gambar 4.1. Posisi spesimen uji struktur mikro.....	57
Gambar 4.2. Struktur mikro pada daerah <i>HAZ raw</i> las dengan pembesaran 200X	58
Gambar 4.3. Struktur mikro pada daerah <i>raw</i> las (Weld Metal) dengan pembesaran 200X	58
Gambar 4.4. Struktur mikro pada daerah <i>HAZ</i> setelah proses <i>PWHT</i> 190°C dengan pembesaran 200X.....	59
Gambar 4.5. Struktur mikro pada daerah las setelah proses <i>PWHT</i> 190°C dengan pembesaran 200X.....	59
Gambar 4.6. Struktur mikro pada daerah <i>HAZ</i> setelah proses <i>PWHT</i> 200°C dengan pembesaran 200X.....	60
Gambar 4.7. Struktur mikro pada daerah las setelah proses <i>PWHT</i> 200°C dengan pembesaran 200X.....	60
Gambar 4.8. Struktur mikro pada daerah <i>HAZ</i> setelah proses <i>PWHT</i> 210°C dengan pembesaran 200X.....	61
Gambar 4.9. Struktur mikro pada daerah las setelah proses <i>PWHT</i> 210°C dengan pembesaran 200X.....	61
Gambar 4.10. Grafik uji kekerasan spesimen <i>raw</i> las	67
Gambar 4.11. Histogram Nilai Pengujian Kekerasaan.....	69
Gambar 4.12. Grafik tegangan regangan uji tarik spesimen <i>raw</i> las.....	70
Gambar 4.13. Histogram nilai tegangan maksimal dan tegangan luluh material AA7075 yang dilas sebelum dan sesudah proses <i>PWHT</i> . 76	

DAFTAR SINGKATAN

<i>AA</i>	= <i>Aluminium Alloy</i>
<i>AC</i>	= <i>Alternative Current</i>
<i>AHP</i>	= <i>Analytic Hierarchic Process</i>
<i>Al</i>	= <i>Aluminium</i>
<i>Al₂O₃</i>	= <i>Aluminium Oksida</i>
<i>ALCOA</i>	= <i>Aluminium Company of America</i>
<i>Ar</i>	= <i>Argon</i>
<i>ASTM</i>	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
<i>AWS</i>	= <i>American Welding Society</i>
<i>BHN</i>	= <i>Brinell Hardness Number</i>
<i>Ca</i>	= <i>Calcium</i>
<i>CO₂</i>	= <i>Karbondioksida</i>
<i>Cr</i>	= <i>Chromium</i>
<i>Cu</i>	= <i>Cuprum</i>
<i>DC</i>	= <i>Direct Current</i>
<i>DCEP</i>	= <i>Direct Current Electrode Positive</i>
<i>DCEN</i>	= <i>Direct Current Electrode Negative</i>
<i>DIN</i>	= <i>Deutsches Institut für Normung</i>
<i>ESD</i>	= <i>Extra Super Duralumin</i>
<i>Fe</i>	= <i>Ferro</i>
<i>FSW</i>	= <i>Friction Stir Welding</i>
<i>GMAW</i>	= <i>Gas Metal Arc Welding</i>
<i>GTAW</i>	= <i>Gas Tungsten Arc Welding</i>
<i>H₂O</i>	= <i>Hidrogen</i>
<i>HAZ</i>	= <i>Heat Affected Zone</i>
<i>HCl</i>	= <i>Asam Klorida</i>
<i>He</i>	= <i>Helium</i>
<i>HF</i>	= <i>Asam Fluorida</i>

<i>HNO₃</i>	= <i>Asam Nitrat</i>
<i>Li</i>	= <i>Lithium</i>
<i>Mg</i>	= <i>Magnesium</i>
<i>MIG</i>	= <i>Metal Inert Gas</i>
<i>Mn</i>	= <i>Mangan</i>
<i>MPa</i>	= <i>Mega Pascal</i>
<i>N₂</i>	= <i>Nitrogen</i>
<i>Ni</i>	= <i>Nikel</i>
<i>OAW</i>	= <i>Oxy Acetylene Welding</i>
<i>P</i>	= <i>Fosforus</i>
<i>Pb</i>	= <i>Timbal</i>
<i>PAW</i>	= <i>Plasma Arc Welding</i>
<i>PWHT</i>	= <i>Post Welding Heat Treatment</i>
<i>SAW</i>	= <i>Submerged Arc Welding</i>
<i>Sb</i>	= <i>Stibium</i>
<i>Si</i>	= <i>Silikon</i>
<i>Sn</i>	= <i>Timah</i>
<i>SMAW</i>	= <i>Shielded Metal Arc Welding</i>
<i>Ti</i>	= <i>Titanium</i>
<i>TIG</i>	= <i>Tungsten Inert Gas</i>
<i>UPS</i>	= <i>Uninterruptible Power Supply</i>
<i>VHN</i>	= <i>Vickers Hardness Number</i>
<i>Zn</i>	= <i>Zinc</i>

ABSTRAK

Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. AA 7075 merupakan bahan baku industri pesawat terbang yang memiliki kandungan sebesar 5,5% Zn, 2,5% Mg, 1,5% Cu, dan 0,3% Cr.

Bahan yang digunakan adalah AA 7075 yang dilas menggunakan metode las *TIG* dengan parameter pengelasan arus 160 amper, posisi pengelasan 1G, sambungan *butt joint* dengan kampuh V 60°. Proses *Hardening* pada temperatur 480°C, *holding time* 30 menit yang diikuti *quencing* dengan media air dan proses *Aging* dengan variasi temperatur 190°C, 200°C dan 210°C. Proses pengujian yang dilakukan adalah uji komposisi, struktur mikro, kekuatan tarik dan kekerasan (*vickers*). Pada saat proses pengelasan material akan mengalami pemanasan yang kurang merata yang menyebabkan struktur suatu material akan berubah. Proses *PWHT* bertujuan untuk tujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk akibat proses pengelasan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *PWHT* terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik pada hasil pengelasan *TIG* pada AA 7075. Berdasar hasil pengujian struktur mikro menyatakan bahwa bentuk butir pada *weld metal* memiliki butiran berbentuk *equiaxed* akibat terjadi rekristalisasi karena panas pengelasan, pada daerah *HAZ* memiliki butir berbentuk *columnar* dengan ukuran besar, dan pada daerah *base metal* berbentuk *columnar* berukuran halus dan rapat. Terdapat porositas pada semua spesimen uji *raw* las maupun *PWHT*. Nilai kekerasan tertinggi terdapat di daerah *base metal* pada spesimen *aging* 200°C dan 210°C dengan nilai kekerasan yang sama yaitu 283,52 kg/mm². Nilai tegangan maksimal dan tegangan luluh tertinggi spesimen *PWHT* sebesar 314,94 MPa dan 274,13 MPa terdapat pada spesimen *aging* 200°C.

Kata kunci : Aluminium, 7075, *TIG*, *PWHT*, Pengelasan