

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH PWHT DENGAN VARIASI
TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA HASIL
PENGELASAN SMAW PELAT BAJA JIS G 3131 SPHC
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**



Disusun Oleh :

ACHMAD TAUFIQUR ROCHMAN

NBI : 1421800178

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

2022

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH PWHT DENGAN VARIASI
TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA HASIL
PENGELASAN SMAW PELAT BAJA JIS G 3131 SPHC
TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**



Disusun Oleh :

ACHMAD TAUFIQUR ROCHMAN

NBI : 1421800178

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

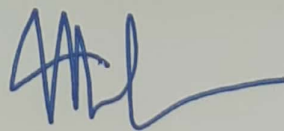
2022

LEMBAR PENGESAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

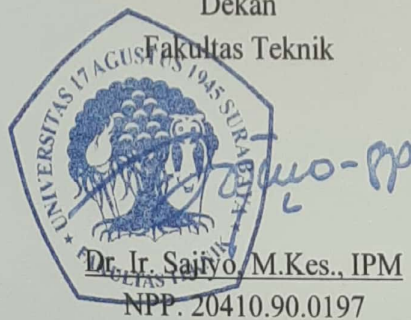
NAMA : ACHMAD TAUFIQUR ROCHMAN
NBI : 1421800178
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH PWHT DENGAN VARIASI
TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA
HASIL PENGELASAN SMAW PELAT BAJA JIS G
3131 SPHC TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN
KEKERASAN

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



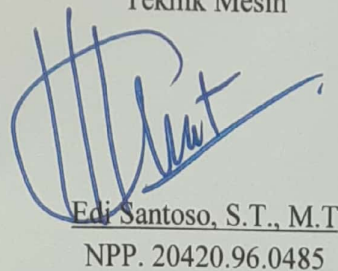
Maula Nafi, S.T., M.T
NPP. 20420.16.0717

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Saityo, M.Kes., IPM
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:
**ANALISA PENGARUH PWHT DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN
WAKTU TAHAN PADA HASIL PENGELASAN SMAW PELAT BAJA JIS G
3131 SPHC TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN.**

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, 04 Juli 2022

Achmad Taufiqur Rochman
1421800178



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : ACHMAD TAUFIQUR ROCHMAN

NBI/ NPM : 1421800178

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK MESIN

Jenis Karya : Skripsi

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:

ANALISA PENGARUH PWHT DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA HASIL PENGELASAN SMAW PELAT BAJA JIS G 3131 SPHC TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN

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 tercantum

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal : 04 Juli 2022



(Achmad Taufiqur Rochman)

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH PWHT DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN PADA HASIL PENGELEASAN SMAW PELAT BAJA JIS G 3131 SPHC TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN

Pada saat pengelasan, suatu material akan mengalami pemanasan yang tidak merata antara logam las, logam dasar, dan daerah HAZ. Sehingga mengakibatkan perubahan struktur yang tidak homogen yang menyebabkan terjadinya tegangan sisa. Dampak dari tegangan sisa ini material menjadi keras dan getas. Terdapat cara untuk membebaskan tegangan sisa yaitu cara termal yaitu dengan cara proses post weld heat treatment (PWHT). Pemilihan parameter PWHT pada proses pengelasan SMAW yang telah ditentukan sehingga mendapatkan hasil dan data yang sangat baik. Karena setiap perbedaan variasi temperatur dan waktu tahan memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa struktur mikro dan kekerasan material pelat baja JIS G 3131 SPHC menggunakan post weld heat treatment (PWHT) pada pengelasan SMAW dengan menggunakan variasi Temperatur dan Waktu Tahan. Benda uji setelah pengelasan dilakukan PWHT dengan temperature 850°C, 875°C, 900°C dengan waktu tahan 20 menit, 40 menit, 60 menit. Pengujian yang dilakukan adalah : pengujian struktur mikro dan pengujian kekerasan Rockwell. Hasil pengujian pada daerah base metal dengan kekerasan terendah terdapat pada spesimen tanpa perlakuan dengan nilai 46,1 HRC sedangkan kekerasan tertinggi di spesimen dengan variasi temperature 900°C dengan waktu tahan 60 menit dengan nilai 49,5 HRC, pada bagian HAZ kekerasan terendah di spesimen dengan variasi 900°C dengan waktu tahan 60 menit dengan nilai 47,9 HRC. sedangkan kekerasan tertinggi terdapat di spesimen tanpa perlakuan dengan nilai 52,7 HRC. Pada daerah weld metal kekerasan terendah di spesimen dengan variasi temperature 900°C dengan waktu tahan 60 menit dengan nilai 47,3 HRC, sedangkan kekerasan tertinggi terdapat di spesimen tanpa perlakuan dengan nilai 53 HRC. Dengan begitu semakin lama waktu penahanan pada setiap temperature yang digunakan maka akan menurunkan kekerasan pada bagian HAZ dan logam las, akan tetapi berbeda halnya pada bagian base metal dimana semakin tinggi temperature dan waktu tahan maka kekerasan akan meningkat.

Kata kunci : Kekerasan baja JIS G 3131 SPHC, las SMAW, Pengelasan, PWHT, struktur mikro, variasi temperatur, variasi waktu tahan

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT PWHT WITH THE VARIATIONS OF TEMPERATURE AND HOLDING TIME ON SMAW WELDING RESULTS OF JIS G 3131 SPHC STEEL PLATE ON MICRO STRUCTURE AND HARDNESS

At the time of welding, a material will experience uneven heating between the weld metal, base metal, and the HAZ. This results in an inhomogeneous structural change that causes residual stresses to occur. As a result of this residual stress, the material becomes hard and brittle. There is a way to free the residual stress, namely the thermal method, namely the post weld heat treatment (PWHT) process. The selection of PWHT parameters on the SMAW welding process has been determined so as to get excellent results and data. Because each difference in temperature variation and holding time has a different hardness value. This study aims to analyze the microstructure and hardness of the JIS G 3131 SPHC steel plate material using post weld heat treatment (PWHT) on SMAW welding using variations in temperature and holding time. The test object after the welding was carried out by PWHT with temperatures of 850°C, 875°C, 900°C with holding times of 20 minutes, 40 minutes, 60 minutes. The tests carried out are: microstructure testing and Rockwell hardness testing. The test results in the base metal area with the lowest hardness were found in untreated specimens with a value of 46.1 HRC while the highest hardness was found in specimens with a temperature variation of 900°C with a holding time of 60 minutes with a value of 49.5 HRC, in the HAZ section the lowest hardness was in specimens with a variation of 900°C with a holding time of 60 minutes with a value of 47.9 HRC. While the highest hardness was found in untreated specimens with a value of 52.7 HRC. In the weld metal area, the lowest hardness was found in the specimen with a temperature variation of 900°C with a holding time of 60 minutes with a value of 47.3 HRC, while the highest hardness was found in an untreated specimen with a value of 53 HRC. Thus, the longer the holding time at each temperature used, the lower the hardness of the HAZ and the weld metal, but it is different from the base metal where the higher the temperature and the holding time, the hardness will increase.

Key words : *JIS G 3131 SPHC steel hardness, microstructure, PWHT, SMAW welding, variation of temperature, variation of holding time, welding.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas rahmat dan hidayah Allah SWT serta bantuan dari berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini serta menyusun dengan baik dan tepat waktu. Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk melengkapi persyaratan akademik guna menyelesaikan Pendidikan strata I pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penelitian tugas akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang terhormat

1. Keluargaku dan saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan moral dan materi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Maula Nafi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang sudah memandu dan memberi arahan dalam penelitian tugas akhir ini.
3. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah membantu proses penelitian.
5. Rekan-rekan angkatan 2018 Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu selama ini.

Sebagai hamba Allah SWT yang tidak luput dari kekurangan maka penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh kesempurnaan baik materi maupun dalam penyajiannya. Oleh karena itu harapan penulis akan adanya saran serta kritik yang bersifat membangun.

Akhir kata semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang melakukan penelitian.

Surabaya, 04 Juli 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	ii
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	iii
Abstrak.....	iv
Abstract.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii

BAB 1

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB 2

2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Baja Karbon	6
2.3 Sifat Mampu Las	7
2.4 Material Baja JIS 3131 SPHC	7
2.5 Pengelasan Menggunakan Las SMAW	8
2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Las SMAW.....	9
2.5.2 Posisi Pengelasan	10
2.5.3 Jenis-jenis Sambungan Las.....	12
2.5.4 Elektroda	13
2.6 PWHT (<i>post weld heat treatment</i>).....	14

2.6.1 Normalizing.....	15
2.7 Pengujian.....	16
2.7.1 Uji Kekerasan.....	16
2.7.2 Uji Kekerasan Rockwell.....	16
2.7.3 Struktur Mikro.....	17
 BAB 3	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat.....	23
3.2.2 Bahan	27
3.3 Matriks Penelitian	28
3.4 Persiapan Pengelasan	28
3.5 Tahap PWHT	30
3.6 Pembuatan Sampel Struktur Mikro dan Uji kekerasan	30
3.7 Pengujian.....	31
3.7.1 Uji Kekerasan.....	31
3.7.2 Struktur mikro	31
 BAB 4	
4.1 Analisis Hasil Foto Struktur Makro.....	33
4.1.1 Foto Makro Pada Spesimen.....	33
4.2 Analisis Data Uji Struktur Mikro	33
4.2.1 Perhitungan Presentase Struktur Mikro	34
4.2.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro Terhadap Variasi.....	34
4.3 Pembahasan Hasil Struktur Mikro Terhadap Variasi PWHT	39
4.4 Analisis Data Uji Kekerasan	40
4.4.1 Hasil Pengujian Kekerasan Terhadap Variasi PWHT.....	40
4.5 Pembahasan Hasil Uji Kekerasan Terhadap Variasi PWHT.....	46
4.6 Hubungan Antara Hasil Uji Kekerasan dan Struktur Mikro	47

BAB 5

5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penggunaan Baja JIS G 3131 SPHC Untuk Pembuatan Gantry Crane.	7
Gambar 2.2 Proses Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding)	8
Gambar 2.3 Skema Pengelasan SMAW	9
Gambar 2.4 Posisi pengelasan down hand	10
Gambar 2.5 Posisi pengelasan horizontal	11
Gambar 2.6 Posisi pengelasan vertical	11
Gambar 2.7 Posisi pengelasan over head	12
Gambar 2.8 Jenis-jenis sambungan dasar pada pengelasan	12
Gambar 2.9 Diagram fasa baja karbon (ASM Internasional)	15
Gambar 2.10 Struktur Pearlit Dan Ferrit	18
Gambar 2.11 Struktur austenite	19
Gambar 2.12 Struktur bainit	19
Gambar 2.13 Struktur martensite	20
Gambar 2.14 Struktur sementite	20
Gambar 2.15 Contoh penentuan titik dalam perhitungan presentase fasa	21
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	23
Gambar 3.2 Kertas Amplas	24
Gambar 3.3 Kaca mata las	24
Gambar 3.4 Sarung tangan las	24
Gambar 3.5 Gerinda	25
Gambar 3.6 Kaca mata Ggrinda	25
Gambar 3.7 Busur derajat	25
Gambar 3.8 Mesin las SMAW	26
Gambar 3.9 Mesin furnice	26
Gambar 3.10 Mesin pengujian kekerasan rockwell	26
Gambar 3.11 Mikroskop metalografi	27
Gambar 3.12 Spesimen yang akan di las	29
Gambar 3.13 Kampuh las alur v	29
Gambar 3.14 Spesimen setelah dipotong	30
Gambar 3.15 Spesimen uji kekerasan	31
Gambar 4.1 Hasil foto spesimen makro	33
Gambar 4.2 Perhitungan Presentase Ferit Perlit	34
Gambar 4.3 Nilai presentase fasa ferit pada logam induk	38
Gambar 4.4 Nilai presentase fasa ferit pada HAZ	38

Gambar 4.5 Nilai presentase fasa ferit pada logam las.....	39
Gambar 4.6 Grafik nilai rata-rata pengujian kekerasan daerah logam induk	45
Gambar 4.7 Grafik nilai rata-rata pengujian kekerasan HAZ.....	45
Gambar 4.8 Grafik nilai rata-rata pengujian kekerasan daerah logam las	46
Gambar 4.9 Grafik hubungan struktur mikro dan bekerasan bagian base metal	47
Gambar 4.10 Grafik hubungan struktur mikro dan kekerasan HAZ	48
Gambar 4.11 Grafik hubungan struktur mikro dan kekerasan bagian weld metal..	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan unsur baja JIS G 3131 SPHC.....	8
Tabel 2.2 Macam-macam sambungan tumpul	13
Tabel 2.3 Spesifikasi elektroda terbungkus dari baja lunak. (AWS A51-64T)	14
Tabel 2.4 Skala indenter kekerasanrockwell	17
Tabel 3.1 Komposisi kimia baja JIS G 3131 SPHC.....	27
Tabel 3.2 Matriks penelitian.....	28
Tabel 3.3 Parameter pengelasan	30
Tabel 4.1 Hasil foto uji struktur mikro base metal.....	35
Tabel 4.2 Hasil foto uji struktur mikro HAZ	36
Tabel 4.3 Hasil foto uji struktur mikro weld metal	37
Tabel 4.4 Hasil pengujian kekerasan Rockwell	40