

**ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL
ASTM A36 DENGAN METODE *VICKERS HARDNESS TEST* DALAM
PENGELASAN SMAW**



RACHMAD WAHYU PRAKOSO
NIM: 41317010036

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL
ASTM A36 DENGAN METODE *VICKERS HARDNESS TEST* DALAM
PENGELASAN SMAW



Nama : Rachmad Wahyu Prakoso
NIM : 41317010036
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rachmad Wahyu Prakoso
NIM : 41317010036
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : ANALISIS KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO
PADA MATERIAL ASTM A36 DENGAN METODE
VICKERS HARDNESS TEST DALAM PENGELASAN
SMAW

Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh :

Pembimbing : Gilang Awan Yudhistira, ST., MT.
NIK/NIP : 221900211

Penguji 1 : Muhammad Fitri, M.Si, Ph.D
NIK/NIP : 118690617

Penguji 2 : Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.d
NIK/NIP : 1975801124



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 3 Februari 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T
NIK : 112750348

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT.
NIK : 22190021

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rachmad Wahyu Prakoso
NIM : 41317010036
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Material ASTM A36 Dengan Metode Vickers Hardness Test Dalam Pengelasan SMAW

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 3 Februari 2024



Rachmad Wahyu Prakoso

PENGHARGAAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT., atas segala limpahan berkat dan karuniaNya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dan dapat menyusun laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulisingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng selaku Rektor Uniersitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira ST, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan penulis hingga menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Gilang Awan Yudhistira ST, MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Kedua Orang Tua Penulis Bapak Sardi dan Ibu Suparmi yang telah memberikan dorongan semangat untuk dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
7. Rekan-rekan satu Angkatan lainnya yang sudah membantu dalam segala hal.
8. Semua pihak yang telah membantu seluruh rangkaian kegiatan Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Terakhir, penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dan pengembangan penelitian di masa mendatang.

Jakarta, 3 Februari 2024



Rachmad Wahyu Prakoso

ABSTRAK

Dalam perkembangan konstruksi logam, pengelasan memegang peranan penting terutama dalam perancangan dan konstruksi berbagai struktur seperti kapal, jembatan dan rangka baja. Keterampilan tukang las yang baik diperlukan untuk membuat sambungan berkualitas tinggi. Dalam hal ini yang dilakukan adalah menganalisis pengaruh kecepatan pengelasan dan kuat arus terhadap kekerasan dan struktur mikro pada sambungan las. Dalam pengelasan, kekuatan arus sangat penting. Semakin tinggi kekuatan arus, semakin banyak panas yang dihasilkan untuk melelehkan logam dasar, memengaruhi kekerasan logam las di daerah HAZ dan logam dasar. Penelitian ini berfokus pada pengelasan material ASTM A36 menggunakan metode SMAW, di mana pemilihan elektroda dan kontrol parameter pengelasan, seperti arus dan jarak las. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan setelah proses pengelasan SMAW pada material ASTM A36 dengan arus 70A, 80A, 90A dan untuk menentukan struktur mikro yang terbentuk pada material ASTM A36 setelah proses pengelasan. Penelitian ini menggunakan material baja ASTM A36 dengan ketebalan 7 mm. Proses pengelasan menggunakan las SMAW dengan elektroda LB – 52 E7016 diameter 2,6 mm dengan root gap sebesar 2 mm dan root face 2 mm. Arus yang dipakai adalah 70A, 80A, dan 90A. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian vickers hardness test dan struktur mikro. Penelitian ini mendapatkan hasil di mana arus 80A menunjukkan nilai kekerasan terendah pada logam las, HAZ, dan logam induk. Sebaliknya arus 90A menampilkan nilai kekerasan tertinggi. Hasil pengujian struktur mikro pada logam induk, logam las dan daerah HAZ memperlihatkan struktur ferit dan perlit. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar masukan panas yang disebabkan oleh peningkatan arus pengelasan maka semakin rendah nilai kekerasannya.

Kata kunci : SMAW, Material A36, Kekerasan, Uji Struktur Mikro, Tegangan

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

*HARDNESS AND MICROSTRUCTURE ANALYSIS OF ASTM A36 MATERIAL
USING THE VICKERS HARDNESS TEST METHOD IN SMAW WELDING*

ABSTRACT

In the development of metal construction, welding plays an important role, especially in the design and construction of various structures such as ships, bridges and steel frames. Good welder skills are required to make high-quality joints. In this case, what is done is to analyze the influence of welding speed and current strength on hardness and microstructure in welded joints. In welding, the strength of the current is very important. The higher the current strength, the more heat is generated to melt the base metal, affecting the hardness of the weld metal in the HAZ and base metal areas. This research focuses on welding ASTM A36 materials using the SMAW method, where electrode selection and welding parameter control, such as weld current and spacing. This study aims to determine the hardness value after the SMAW welding process on ASTM A36 material with a current of 70A, 80A, 90A and to determine the microstructure formed in ASTM A36 material after the welding process. This research uses ASTM A36 steel material with a thickness of 7 mm. The welding process uses SMAW welding with LB – 52 E7016 electrodes with a diameter of 2.6 mm with a root gap of 2 mm and a root face of 2 mm. The currents used are 70A, 80A, and 90A. The tests carried out are vickers hardness test and microstructure testing. This study obtained results where the current 80A showed the lowest hardness values in weld, HAZ, and parent metals. In contrast, 90A currents display the highest hardness values. The results of microstructure testing on the parent metal, weld metal and HAZ area showed the structure of ferrite and perlite. This proves that the greater the heat input caused by the increase in welding current, the lower the hardness value.

Keywords : *SMAW, Material A36, Hardness, Microstructure, Voltage*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	3
1.4 MANFAAT	3
1.5 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2 PENGELASAN	9
2.3 HEAT <i>INPUT</i>	9
2.4 JENIS PENGELASAN	11
2.4.1 <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i>	11
2.4.2 <i>Gas Tungsten Arc Welding (GTAW/TIG)</i>	12
2.4.3 <i>Gas Metal Arc Welding (GMAW/MIG)</i>	12
2.4.4 <i>Submerged Arc Welding (SAW)</i>	13
2.4.5 <i>Flux Cored Arc Welding (FCAW)</i>	14

2.5	POSISI PENGELASAN	14
2.6	ELEKTRODA	15
	2.6.1. Elektroda Berselaput	15
	2.6.2. Jenis Elektroda Pengelasan	16
	2.6.3. Elektroda AWS E7016	17
2.7	JENIS KAMPUH	18
2.8	STRUKTUR MIKRO DAN DAERAH LAS	18
	2.8.1 Daerah Logam Las	19
	2.8.2 Daerah Pengaruh Panas	19
	2.8.3 Logam Induk	20
2.9	PENGERTIAN BAJA	20
	2.9.1 Klasifikasi Baja	21
	2.9.2 Struktur Mikro Baja	21
2.10	PENGUJIAN KEKERASAN	21
	2.10.1 Metode <i>Rockwell</i>	22
	2.10.2 Metode <i>Brinell</i>	22
	2.10.3 Metode <i>Vickers Hardness Test</i>	23
2.11	MATERIAL PLAT ASTM A36	23
 BAB III METODOLOGI		25
3.1.	DIAGRAM ALIR	25
	3.1.1. Studi Literatur	26
	3.1.2. Persiapan Alat dan Bahan	26
	3.1.3. Pembuatan Kampuh V Tunggal	27
	3.1.4. Pengelasan SMAW	27
	3.1.5. Pengujian Kekerasan	27
	3.1.6. Pembahasan dan Analisis	28
	3.1.7. Penulisan Laporan	28
3.2.	WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN	28
3.3.	ALAT DAN BAHAN	28
	3.3.1. Alat	28
	3.3.2. Bahan	31
3.4.	PROSEDUR PENELITIAN	32

3.4.1. Pembuatan Kampuh V Tunggal	32
3.4.2. Proses Permesinan	33
3.4.3. Proses Pengelasan Benda	34
3.4.4. Langkah Langkah Pengujian	35
3.4.5. Prosedur Pengukuran Kekerasan Permukaan Material	36
3.5. PROSEDUR TEKNIK ANALISA DATA	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
4.1. MENENTUKAN <i>HEAT INPUT</i>	37
4.2. Pengujian Kekerasan	40
4.2.1. Angka Kekerasan Baja A36	41
4.2.2. Hasil Rata-Rata Uji Kekerasan	51
BAB V PENUTUP	54
5.1. KESIMPULAN	54
5.2. SARAN	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses SMAW	11
Gambar 2.2. Proses GTAW	12
Gambar 2.3. Pengelasan GMAW/MIG	13
Gambar 2.4. Proses Pengelasan SAW	13
Gambar 2.5. Proses FCAW	14
Gambar 2.6. Posisi Pengelasan	15
Gambar 2.7. Kampuh terbuka	18
Gambar 2.8. Arah pembekuan	19
Gambar 2.9. Transformasi fasa pada logam hasil pengelasan	20
Gambar 2.10. Perubahan sifat fisis padan sambungan las cair	20
Gambar 2.11. Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell	22
Gambar 3.1. Diagram Alir	25
Gambar 3.2. Mesin Las	29
Gambar 3.3. Kawat Las E7016	29
Gambar 3.4. Mesin Potong Krisbow HD 16"	30
Gambar 3.5. Mesin Gerinda	30
Gambar 3.6. Alat Uji Kekerasan	31
Gambar 3.7. Plat Baja ASTM A36	31
Gambar 3.8. Kertas Amplas Grid 400 - 1500	32
Gambar 3.9. Proses Pembuatan Kampuh	33
Gambar 4.1. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 200x dengan 70A Kecepatan 3,4 mm/s	42
Gambar 4.2. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 70A kecepatan 3.4 mm/s	42
Gambar 4.3 <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 200x dengan 70A Kecepatan 4,6 mm/s	43
Gambar 4.4. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 70A kecepatan 4.6 mm/s	43
Gambar 4.5. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 200x dengan 70A Kecepatan 5,4 mm/s	44

Gambar 4.6. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 70A kecepatan 4,6 mm/s	44
Gambar 4.7. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 20 x dengan 80A kecepatan 3,1 mm/s	45
Gambar 4.8. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 80A kecepatan 3,1 mm/s	45
Gambar 4.9 <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 20 x dengan 80A kecepatan 4,4 mm/s	46
Gambar 4.10. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 80A kecepatan 4,4 mm/s	46
Gambar 4.11. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 20 x dengan 80A kecepatan 5 mm/s	47
Gambar 4.12. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 80A kecepatan 5 mm/s	47
Gambar 4.13. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 200x dengan 90A kecepatan 2,5 mm/s	48
Gambar 4.14. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 90A kecepatan 2,5 mm/s	48
Gambar 4.15. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 200x dengan 90A kecepatan 2,8 mm/s	49
Gambar 4.16. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 90A kecepatan 2,8 mm/s	49
Gambar 4.17. <i>Base Metal</i> dan HAZ 100x dan 200x dengan 90A kecepatan 3.6 mm/s	50
Gambar 4.18. HAZ dan <i>Weld Metal</i> 100x dan 200x dengan 90A kecepatan 3.6 mm/s	50
Gambar 4.19. Titik Uji Kekerasan Pada Sambungan las SMAW	51
Gambar 4.20. Kekerasan <i>Vickers</i> pada Spesimen Arus 70 A	51
Gambar 4.21. Kekerasan <i>Vickers</i> pada Spesimen Arus 80 A	52
Gambar 4.22. Kekerasan <i>Vickers</i> pada Spesimen Arus 90	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2.2. Spesifikasi Elektroda	16
Tabel 2.3. Spesifikasi Arus Diameter Elektroda	17
Tabel 2.4. Komposisi ASTM A36	24
Tabel 3.1. Variasi arus dan kecepatan las	35
Tabel 4.1. Parameter kecepatan pengelasan menurut (<i>Fundamentals of Manual Metal Arc (MMA) Welding AU : IPRM 2007 : Section 8 consumables</i>)	37
Tabel 4.2. Pengambilan Waktu Pengelasan 70 A	38
Tabel 4.3. Pengambilan Waktu Pengelasan 80 A	39
Tabel 4.4. Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> dalam satuan kg/mm ²	41



DAFTAR SINGKATAN

SINGKATAN	KETERANGANN
HAZ	<i>Heat-Affected Zone</i>
SMAW	<i>Shielded Metal Arc Welding</i>
Pengelasan SAW	<i>Submerged Arc Welding</i>
ASME IX	<i>American Society of Mechanical Engineers Boiler and Pressure Vessel Code Section IX</i>
Baja ASTM	<i>American Society for Testing and Materials (ASTM) Steel</i>
HV	<i>Hardness Value</i>
HVN	<i>Hardness Vickers Number</i>

