

SKRIPSI

**ANALISIS HASIL *HARDFACING* PADA BAJA KARBON
RENDAH DENGAN MENAMBAHKAN TITANIUM
MENGUNAKAN PROSES SMAW
DAN ELEKTRODA HV 600**



*Mencerdaskan &
Memartabatkan Bangsa*

**DISUSUN OLEH:
MUHAMMAD HAFIDZ FATAHILLAH
5315161529**

Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN (I)

Judul : Analisis Hasil *Hardfacing* pada Baja Karbon Rendah dengan Menambahkan Titanium Menggunakan Proses SMAW dan Elektroda HV 600

Penyusun : Muhammad Hafidz Fatahillah

NIM : 5315161529

Pembimbing I : Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.

Pembimbing II : Drs. Syaripuddin, M.Pd.

Tanggal Ujian : Rabu, 16 Agustus 2023

Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.

NIP. 198202022010121002

Pembimbing II,

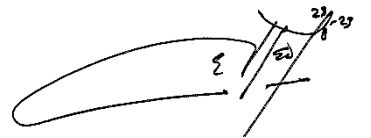


Drs. Syaripuddin, M.Pd.

NIP. 196703122999031001

Mengetahui,

Koorprodi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta,



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.

NIP. 198310132008121002

LEMBAR PENGESAHAN (II)

Judul : Analisis Hasil Hardfacing pada Baja Karbon Rendah dengan Menambahkan Titanium Menggunakan Proses SMAW dan Elektroda HV 600


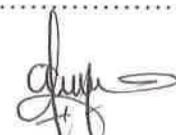
Penyusun : Muhammad Hafidz Fatahillah

NIM : 5315161529

Pembimbing I : Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.

Pembimbing II : Drs. Syarippudin, M.Pd.

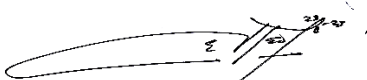
Tanggal Ujian : Rabu, 16 Agustus 2023

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.</u> NIP. 198202022010121002 (Dosen Pembimbing I)		22/8/2023
<u>Drs. Syarippudin, M.Pd</u> NIP. 196703122999031001 (Dosen Pembimbing II)		22-8-2023

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<u>Dr. Imam Mahir, M.Pd.</u> NIP. 198404182009121002 (Ketua Sidang)		21-8-2023
<u>Dr. Wardoyo, M.T.</u> NIP. 197908182008011008 (Sekretaris Sidang)		22/08/2023
<u>Yunita Sari, M.T.</u> NIP. 196806062005012001 (Dosen Ahli)		22 Agustus 2023

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta


Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310132008121002

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Hafidz Fatahillah

No. Registrasi : 5315161529

Tempat, tanggal lahir : Tangerang, 02 Oktober 1997

Alamat : Jalan KH. Soleh Ali no. 35/47, RT 006, RW 009, Kel.
Sukasari, Kec. Tangerang, kode pos 15118, Banten,
Indonesia.

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi Lain.
2. Skripsi ini belum diterbitkan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan di sebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan seyakinyakinya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam skripsi ini, maka saya bersedia sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Agustus 2023

Pembuat pernyataan



Muhammad Hafidz Fatahillah

NIM. 5315161529



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

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

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Hafidz Fatahillah
NIM : 5315161529
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : mfatahillah5@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Analisis Hasil Hardfacing Pada Baja Karbon Rendah Dengan Menambahkan
Titanium Menggunakan Proses SMAW Dan Elektroda HV 600

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, September 2023

Penulis

(Muhammad Hafidz Fatahillah)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat yang telah didapatkan, sehingga dapat terselesaikannya skripsi saya dengan judul “**Analisis Hasil *Hardfacing* pada Baja Karbon Rendah dengan Menambahkan Titanium Menggunakan Proses SMAW dan Elektroda HV 600**”. Skripsi tersebut adalah salah satu persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin dalam Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Saya dengan sadar bahwa skripsi tersebut membutuhkan banyak bantuan dan dukungan. Maka daripada itu dengan kesungguhan hati, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T. sebagai Dosen Pembimbing I yang selalu memotivasi diri saya dan membimbing dengan sangat baik sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Drs. Syaripuddin, M.Pd. sebagai Dosen Pembimbing II yang menjaga dan mengayomi saya sehingga skripsi ini berjalan dengan baik.
3. Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang banyak memberikan dukungan moral.
4. Bapak Dr. Priyono, M.Pd. sebagai Pembimbing Akademik yang memberikan nasihat-nasihatnya kepada saya selama kuliah sampai dengan terselesaikannya skripsi.
5. Ibu saya yang selalu mendoakan di setiap sholat malamnya sehingga banyak kemudahan yang didapatkan dalam proses penyelesaian skripsi.
6. Seluruh keluarga besar Natakusuma yang memberikan dukungan materil dan non materilnya sehingga dalam proses penelitian tersebut dapat terselesaikan dengan baik.
7. Seluruh Dosen, *Staff* Tata Usaha, *Staff* Laboratorium, serta Karyawan Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan perkuliahan, dan bimbingan serta bantuan secara langsung maupun tidak langsung.
8. Seluruh kerabat Teknik Mesin UNJ.
9. Seluruh pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu – persatu yang

turut serta membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini

Saya menyadari dalam penulisan skripsi tersebut masih sangat banyak kekurangannya. Mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan pada isi dan penulisan. Akhir kata saya berharap semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat khususnya untuk diri saya sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Jakarta, Agustus 2023

Muhammad Hafidz Fatahillah

NIM. 5315161529



ABSTRAK

Kandungan karbon dengan nilai di bawah 0,3% merupakan ketentuan untuk baja karbon rendah. Memiliki sifat keuletan dan ketangguhan yang bagus, tetapi tidak dapat digunakan untuk material pahat bubut karena sifat kekerasan dan ketahanan ausnya rendah. Ada cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat kekerasannya yakni dengan teknik *hardfacing*. Terdapat suatu proses yang penggunaannya mudah dan efisien untuk melakukan teknik *hardfacing*, salah satunya dengan proses SMAW.

Shield Metal Arc Welding (SMAW) merupakan pengelasan dengan elektroda terbungkus, dimana terjadinya ikatan metalurgi pada daerah yang akan dilelehkan dengan mesin SMAW sehingga sambungan setempat dari logam induk, logam tambahan dan elektroda melumer lalu mengeras menjadi *permanent*. Tujuan dari penelitian dengan proses SMAW pada hasil *hardfacing* ini adalah untuk meningkatkan sifat kekerasannya sehingga dapat digunakan sebagai material pahat bubut. Adapun metode pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan variabel bebas yaitu variasi penambahan berat Ti pada teknik *hardfacing*.

Variasi penambahan kawat Ti yakni seberat 0,115 gram, 0,223 gram, dan 0,334 gram serta elektroda yang digunakan HV 600 dengan pendinginan suhu kamar. Kemudian dilakukan pengujian pada hasil *hardfacing* adalah uji *metallography* mikro dengan alat uji model *Inverted Metallurgical Microscope Olympus BX41M-LED* dan makro secara tampak visual, lalu pengujian kekerasan *vickers* dengan alat uji model FV-300e. Hasil uji *metallography* mikro dilakukan pada 3 spesimen yaitu Ti-1 (0,115 gram), Ti-2 (0,223 gram), Ti-3 (0,334 gram). Menggunakan perbesaran 200x dan 500x. Struktur mikro yang terbentuk adalah fasa *martensite* dan fasa *ferrite*. Pada hasil struktur makro untuk melihat batasan hasil *hardfacing* antara baja karbon rendah dengan hasil *hardfacing*. Paduan Ti pada hasil *hardfacing* baja karbon rendah dengan hasil uji kekerasan *vickers* tertinggi ada pada Ti-3 senilai 1020,85 VHN sehingga dapat dijadikan alternatif pengganti *high speed steel* (HSS) *commercial lathe-cutting tool* yang memiliki standar kekerasan senilai 765,8 VHN.

Kata kunci : *hardfacing*, SMAW, *metallography*, *vickers hardness*, Ti

ABSTRACT

The requirement for low carbon steel is a carbon content of less than 0.3%. It has good ductility and toughness but cannot be used as a turning tool material due to its low hardness and wear resistance. There are ways in which its hardness can be increased, using welding techniques. There are processes that are easy and effective for performing hardening techniques, one of them is the SMAW process.

Shielded metal arc welding (SMAW) is a welding process with coated electrodes that involves metallurgical joining in the area to be welded by the SMAW machine so that the local bond between the base metal, the filler metal and the electrode is melted and solidified into a permanent joint. The aim of the study with the SMAW process on the hardening results is to improve its hardness properties so that it can be used as a material for turning tools. The method in this study is an experimental method with an independent variable, which is the variation of the mass addition of Ti in the hardening technique.

The change of Ti wire addition is 0.115 g, 0.223 g and 0.334 g, and the electrode used is HV 600 with room temperature cooling. Then, the hardening results were tested by micrometallographic testing using Olympus BX41M-LED Inverted Metallurgical Microscope and macroscopic testing using visual, and vickers hardness testing using FV-300e model testing equipment. The results of micrometallographic tests were carried out on 3 samples namely Ti-1 (0.115 g), Ti-2 (0.223 g), Ti-3 (0.334 g). Magnifications of 200x and 500x were used. The microstructure formed is martensite and ferrite phase. In the macrostructure results, the limitation between the low carbon steel and final results can be seen. The final results of Ti alloy on low carbon steel have the highest vickers hardness test results at Ti-3 value of 1020.85 VHN, so it can be used as an alternative to commercial high speed steel (HSS) turning tool which has a standard hardness value of 765.8 VHN.

Keyword: *hardfacing, SMAW, metallography, vickers hardness, Ti*

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN (I)	ii
LEMBAR PENGESAHAN (II)	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Baja	5
2.2 Elektroda	6
2.3 Ti	7
2.4 SMAW	8
2.5 <i>Hardfacing</i>	8
2.6 <i>Metallography</i>	9
2.7 <i>Vickers Hardness Test</i>	11
BAB III	13
METODOLOGI PENELITIAN	13

3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	13
3.2	Alat Dan Bahan Penelitian	13
3.2.1	Alat Penelitian	13
3.2.2	Bahan Penelitian	14
3.3	Diagram Alir Penelitian	15
3.4	Jenis Penelitian	16
3.5	Teknik Dan Prosedur Pengambilan Data	16
3.5.1	Studi Literatur	16
3.5.2	Persiapan Alat Dan Bahan	16
3.5.3	Proses Pemotongan Baja Karbon Rendah	17
3.5.4	Proses <i>Oven (Drying)</i> Elektroda HV 600	18
3.5.5	Spesimen Hasil <i>Hardfacing</i> Menggunakan Proses SMAW	19
3.6	Proses Pengujian	19
3.6.1	Uji <i>Metallography</i>	19
3.6.2	Uji <i>Vickers</i>	20
3.7	Analisa Data	21
BAB IV		22
HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Hasil Uji <i>Metallography</i>	22
4.2	Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	24
BAB V		30
KESIMPULAN		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran	30
DAFTAR PUSTAKA		31
LAMPIRAN		34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kandungan Elektroda HV 600	7
Tabel 2.2 Sifat – Sifat Titanium	8
Tabel 4.1 Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Ti Daerah Deposisi	25
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Ti Daerah Substrat	26



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Las SMAW	8
Gambar 2.2 Fasa α Pro (<i>Ferrite</i>) & Fasa Pearlite.....	9
Gambar 2.3 Fasa <i>Martensite</i>	10
Gambar 2.4 Fasa <i>Martensite</i> & Fasa <i>Ferrite</i>	10
Gambar 2.5 <i>Hardness Vickers Test</i>	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 (a) Mesin SMAW & (b) <i>Welding Rod Dryer</i>	16
Gambar 3.3 (a) Elektroda HV 600 & (b) Kawat Ti.....	17
Gambar 3.4 Batang Baja Karbon Rendah.....	17
Gambar 3.5 Batang Baja Karbon Rendah 75 mm.....	17
Gambar 3.6 Perbedaan Elektroda Kiri Oven & Kanan Tanpa Oven.....	18
Gambar 3.7 (a) Spesimen Ti-1, (b) Ti-2, (c) Ti-3.....	19
Gambar 3.8 (a) Alat Uji Kekerasan <i>Vickers</i> & (b) Jejak Penekanan Indentor....	20
Gambar 4.1 (a) Hasil <i>Metallography</i> Mikro Ti-1 200x & (b) Ti-1 500x.....	22
Gambar 4.2 (a) Hasil <i>Metallography</i> Mikro Ti-2 200x & (b) Ti-2 500x.....	23
Gambar 4.3 (a) Hasil <i>Metallography</i> Mikro Ti-3 200x & (b) Ti-3 500x.....	23
Gambar 4.4 (a) Hasil <i>Metallography</i> Makro Ti-1, (b) Ti-2, (c) Ti-3	24
Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Ti Daerah Deposisi	26
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> Ti Daerah Substrat	27
Gambar 4.7 Grafik Hasil Penambahan Ti Pada Baja Karbon Rendah	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji <i>Metallography</i> Ti-1 Perbesaran 200x	34
Lampiran 2 Hasil Uji <i>Metallography</i> Ti-1 Perbesaran 500x	35
Lampiran 3 Hasil Uji <i>Metallography</i> Ti-2 Perbesaran 200x	36
Lampiran 4 Hasil Uji <i>Metallography</i> Ti-2 Perbesaran 500x	37
Lampiran 5 Hasil Uji <i>Metallography</i> Ti-3 Perbesaran 200x	38
Lampiran 6 Hasil Uji <i>Metallography</i> Ti-3 Perbesaran 500x	39
Lampiran 7 Hasil Uji Komposisi Unsur Baja Karbon Rendah	40
Lampiran 8 Elektroda HV 600	41
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian	42

