

**SKRIPSI**  
**PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN NIKEL PADA LAPISAN**  
**LAS DENGAN ELEKTRODA JIS Z 3251 DF2B-600-R TERHADAP**  
**STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN**



*Mencerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

**MUHAMMAD FITRA MAHENDRA RIFAI**  
**(1502619081)**

Skripsi Ini Ditulis Untuk Mmenuhi Sebagian Persyaratan Dalam  
Mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan

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

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN I

Judul :Pengaruh Variasi Penambahan Nikel Pada Lapisan Las Dengan  
Elektroda JIS Z 3251 DF2B-600-R Terhadap Struktur Mikro dan  
Kekerasan

Penyusun : Muhammad Fitra Mahendra Rifai

NIM 1502619081

Pembimbing I: Drs. Syaripuddin, M.Pd

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

Tanggal Ujian : 16 Januari 2024

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



**Drs. Syaripuddin, M.Pd**

NIP: 196703211999031001

Pembimbing II



**Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.**

NIP: 198202022010121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta,





**Drs. Sopiyan, M.Pd**


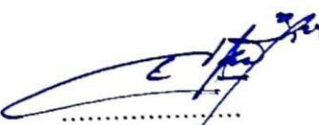

NIP: 196412221999031002

## LEMBAR PENGESAHAN II

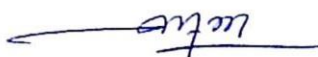
Judul : Pengaruh Variasi Penambahan Nikel Pada Lapisan Las Dengan Elektroda JIS Z 3251 DF2B-600-R Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan  
Penyusun : Muhammad Fitra Mahendra Rifai  
NIM : 1502619081  
Pembimbing I : Drs. Syaripuddin, M.Pd.  
Pembimbing II: Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.  
Tanggal Ujian : 16 Januari 2024

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Drs. Syaripuddin, M.Pd.</u> NIP. 196703211999031001 (Dosen Pembimbing I)		18/1/24
<u>Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T.</u> NIP. 198202022010121002 (Dosen Pembimbing II)		18/1/24

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Nama Dosen	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Dra. Ratu Amalia Avianti, M.Pd.</u> NIP. 1965061611990032001 (Ketua Sidang)		18/1/2024
<u>Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.</u> NIP. 198310132008121002 (Sekretaris Sidang)		21.1.2024
<u>Ahmad Kholil, M.T.</u> NIP. 197908312005011001 (Dosen Ahli)		18/1/2024

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin  
Universitas Negeri Jakarta,



Drs. Sopiyan, M.Pd.  
NIP. 196412231999031002

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Fitra Mahendra Rifai

No. Registrasi : 1502619081

Tempat, tanggal lahir : Bekasi, 27 Desember 2000

Alamat : Perum Griya Asri 1 Blok B4 No.17 RT 001 RW 031,  
Sumberjaya, Kec. Tambun Selatan, Kab. Bekasi

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 diacntumkan sebagai acuan dalam naskah dengan di sebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya 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 dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Bekasi, 19 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,



**Muhammad Fitra Mahendra Rifai**

NIM. 1502619081



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 Fitra Mahendra Rifai  
NIM : 1502619081  
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin  
Alamat email : fitramahendrarifai@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 :

**Pengaruh Variasi Penambahan Nikel Pada Lapisan Las Dengan Elektroda JIS Z 3251 DF2B-600-R Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan**

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, 31 Januari 2024

Penulis

(Muhammad Fitra Mahendra Rifai)  
*nama dan tanda tangan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia Nya. Penulis dapat menyelesaikan Laporan Seminar Proposal Skripsi dengan judul; **“Pengaruh Penambahan Nikel Pada Lapisan Las Dengan Elektroda JIS Z 3251 DF2B-600-R Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan”** dengan lancar dan tepat pada waktunya.

Laporan Seminar Proposal Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat lulus di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Berbagai kesulitan seringkali penulis temukan, mengingat keterbatasan kemampuan, pengetahuan, pengalaman dan waktu dalam penyusunan laporan ini. Namun, berkat bimbingan, pengarahan dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya ini dapat terselesaikan.

Dalam laporan ini penulis banyak mendapat bimbingan dan dorongan serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Sopiyan, M.Pd. selaku koorprodi pendidikan teknik mesin;
2. Bapak Drs. Syaripuddin, M.Pd. selaku dosen pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam penulisan Laporan Seminar Proposal Skripsi;
3. Bapak Dr. Ferry Budhi Susetyo, M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk membantu dalam penulisan Laporan Seminar Proposal Skripsi;
4. Orang tua dan seluruh keluarga yang telah memberikan bantuan materil dan semangat bagi penulis;
5. Kepada teman SMA penulis, atas dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan penulis;
6. Kepasa teman Wedang, Dendy, Matius, Dimas yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam penulisan Proposal Skripsi;
7. Kepada teman Krillin, Hamam, Deka, Firman, Adrian yang telah memberikan semangat serta dukungan terhadap penulis;
8. Kepada seluruh lingkungan penulis yang telah memberikan semangat dan dukungannya.

Dalam penulisan Laporan Seminar Proposal Skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan, karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar Laporan ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga penulisan Laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.



# PENGARUH PENAMBAHAN VARIASI NIKEL PADA LAPISAN LAS DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA JIS Z 3251 DF2B-600-R TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN

Muhammad Fitra Mahendra Rifai

Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri

Jakarta

## ABSTRAK

Kandungan baja karbon rendah 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

Teknik *hardfacing* adalah metode untuk meningkatkan kekerasan permukaan dengan menambahkan unsur atau lapisan tertentu sehingga sifat kekerasan logam induk dapat meningkat. Pada metode *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) pada *hardfacing* dengan kombinasi *Arc* dan gas, penyemprotan serbuk dan laser *hardfacing* digunakan karena memiliki banyak kemudahan seperti mudah digunakan, dapat ditemui di banyak tempat dan memiliki biaya produksi relatif rendah

Pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan teknik pengelasan yang dikelompokkan ke dalam teknik pengelasan menggunakan busur, gas dan fluks. Pada teknik pengelasan ini bahan atau material logam penyambung (elektroda) berupa logam yang telah dilapisi fluks (*Slag las*). Lapisan ini berfungsi untuk melindungi logam dari gas oksidasi luar (Siswanto, 2018). Salah satu elektroda yang akan digunakan dalam proses pengelasan adalah JIS Z 3251 DF2B-600-R yang merupakan baja karbon tinggi. Proses *hardfacing* membutuhkan unsur tambahan untuk meningkatkan kekerasan, beberapa unsur yang dapat digunakan



antara lain Titanium (Ti). Penambahan unsur Titanium dapat meningkatkan nilai kekerasan dengan angka 944,7 VHN dengan penambahan unsur Ti 0,115 gram, 995,2 dengan penambahan unsur Ti 0,223 gram dan 1019 dengan penambahan unsur Ti 0,334 gram. Penelitian lain juga terlihat meningkatnya nilai kekerasan pada baja karbon rendah, seperti pada penelitian dengan penambahan unsur Cr 0,4 gram dengan nilai kekerasan 539,64 VHN, 0,8 gram dengan nilai kekerasan 631,12 VHN, 1,2 gram dengan nilai kekerasan 747,9 VHN. Pada penelitian ini unsur yang akan ditambahkan adalah Nikel (Ni). Penambahan unsur Ni mampu meningkatkan ketangguhan dan kekerasan dari baja karbon rendah. Menurut penelitian yang dilakukan, penambahan Ni pada deposit las dapat meningkatkan nilai kekerasan pada baja.

Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa *hardfacing* baja karbon dengan penambahan nikel, dapat meningkatkan nilai kekerasan.

Kata kunci : Nikel, Baja Karbon, Kekerasan *Vickers*, Struktur Mikro, *hardfacing*

# **THE EFFECT OF ADDING VARIATIONS OF NICKEL TO THE WELDING LAYER USING JIS Z 3251 DF2B-600-R ELECTRODES ON MICRO STRUCTURE AND HARDNESS**

Mauhammad Fitra Mahendra Rifai

*Mechanical engineering Education Study Program, Faculty of Engineering State  
University of Jakarta*

## **ABSTRACT**

*Low carbon steel content with a value below 0.3% is a requirement for low carbon steel. Has good ductility and toughness properties, but cannot be used as lathe cutting material. Due to its low hardness and wear resistance. There are methods that can be used to increase the hardfacing properties, namely the hardfacing technique. There is a process that is easy and efficient to use to carry out the hardfacing technique, one of which is the SMAW process.*

*Hardfacing technique is a method to increase surface hardness by adding certain elements or layers so that the hardness properties of the parent metal can increase. In the Shield Metal Arc Welding (SMAW) method of hardfacing with a combination of Arc and gas, powder spraying and laser hardfacing are used because they have many conveniences such as being easy to use, can be found in many places and have relatively low production costs.*

*Shield Metal Arc Welding (SMAW) is a welding technique that is grouped into welding techniques using arcs, gas and flux. In this welding technique, the connecting metal material (electrode) is metal that has been coated with flux (welding slag). This layer functions to protect the metal from external oxidation gases (Siswanto, 2018). One of the electrodes that will be used in the welding process is JIZ Z 3251 DF2B-600-R which is high carbon steel. The hardfacing process requires additional elements to increase hardness, some elements that can be used include Titanium (Ti). The addition of the Titanium element can increase the hardness value to 944.7 VHN with the addition of 0.115 grams of Ti element, 995.2 with the addition of 0.223 grams of Ti element and 1019 with the addition of*

*0.334 grams of Ti element. Other research also shows an increase in the hardness value of low carbon steel, such as in research with the addition of the Cr element 0.4 grams with a hardness value of 539.64 VHN, 0.8 grams with a hardness value of 631.12 VHN, 1.2 grams with a hardness value 747.9 VHN. In this research, the element that will be added is Nickel (Ni). The addition of the Ni element can increase the toughness and hardness of low carbon steel. According to research conducted, the addition of Ni to the weld deposit can increase the hardness value of steel.*

*Thus, this research concludes that hardfacing carbon steel with the addition of nickel can increase the hardness value.*

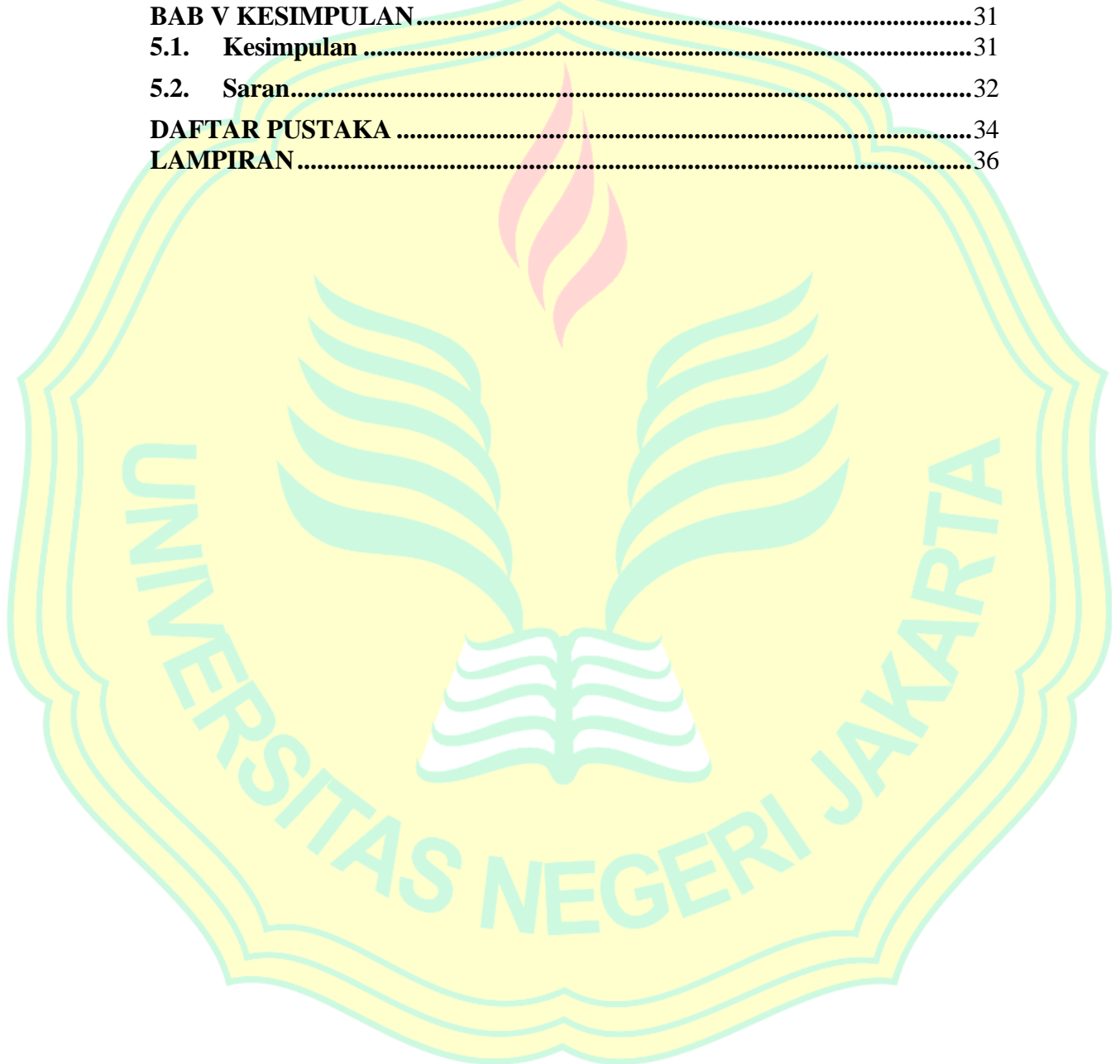
*Keywords: Nickel, Carbon Steel, Vickers Hardness, Microstructure, hardfacin*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I.....	i
LEMBAR PENGESAHAN II.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	4
1.3. Pembatasan Masalah .....	4
1.4. Perumusan Masalah.....	5
1.5. Tujuan Penelitian .....	5
1.6. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Baja Karbon.....	6
2.2. Nikel.....	7
2.3. <i>Shield Metal Arc Welding</i> (SMAW).....	7
2.4. Elektroda.....	8
2.5. <i>Hardfacing</i> .....	9
2.6. <i>Hardness Vickers Test</i> .....	10
2.7. Struktur Mikro .....	11
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
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 .....	14
3.4. Teknik dan Prosedur Pengambilan Data .....	16
3.4.1. Studi Literatur .....	16
3.4.2. Persiapan Alat dan Bahan .....	16
3.4.3. Proses Pemotongan Baja.....	17
3.4.4. Proses Oven ( <i>drying</i> ) Elektroda JIZ Z 3251 DF2B-600-R	18
3.4.5. Proses <i>Hardfacing</i> .....	18
3.5. Proses Pengujian.....	20
3.5.1 Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	20
3.5.2 Pengujian OES .....	21
3.5.3 Struktur Mikro .....	21

3.6.	Teknik Pengumpulan Data.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>24</b>
4.1.	Hasil Uji OES.....	24
4.1.1.	Hasil Presentase Unsur Pada Baja Karbon.....	24
4.1.2.	Hasil Presentase Unsur Pada Ni.....	24
4.2.	Hasil Struktur Mikro .....	25
4.3.	Analisa Hasil Uji Kekerasan <i>Vickers</i> .....	28
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>		<b>31</b>
5.1.	Kesimpulan .....	31
5.2.	Saran.....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>34</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>36</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> SMAW .....	8
<b>Gambar 2. 2</b> Uji Kekerasan Vickers .....	10
<b>Gambar 2. 3</b> Fasa Ferit dan Perlit .....	11
<b>Gambar 2. 4</b> Fasa Martensit .....	12
<b>Gambar 3. 1</b> Diagram Alir Penelitian .....	15
<b>Gambar 3. 2</b> (a) Mesin SMAW, (b) Oven Elektroda, (c) Baja Karbon, (d) Kawat Ni, (e) Elektroda HV 600 .....	17
<b>Gambar 3. 3</b> Spesimen yang Telah Dipotong .....	18
<b>Gambar 3. 4</b> Spesimen yang telah di hardfacing .....	20
<b>Gambar 3. 5</b> (a) Jejak Penekanan Indentor dan (b) Alat Uji Kekerasan Vickers.....	21
<b>Gambar 3. 6</b> (a) Microscope Olympus BX53-M dan (b) Tampak Visual ..	22
<b>Gambar 4. 1</b> Struktur Mikro Hasil Hardfacing Ni 1 (a), Ni 2 (b), Ni 3 (c).	27
<b>Gambar 4. 2</b> Nilai Rata-Rata Kekerasan .....	29



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Komposisi Elektroda HV 600 (Nikko Steel, 2014).....	9
<b>Tabel 3. 1</b> Waktu dan Kecepatan Proses Hardfacing.....	19
<b>Tabel 4. 1</b> Data Uji Komposisi Baja Karbon Menggunakan OES.....	24
<b>Tabel 4. 2</b> Data Komposisi Unsur Pada Ni Menggunakan OES .....	25
<b>Tabel 4. 3</b> Hasil Uji Kekerasan Vickers .....	28



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> JIZ Z 3251 DF2B-600-R.....	36
<b>Lampiran 2</b> Hasil Uji OES Ni 1.....	37
<b>Lampiran 3</b> Hasil Uji OES Ni 2.....	38
<b>Lampiran 4</b> Hasil Uji OES Ni 3.....	39
<b>Lampiran 5</b> Dokumentasi Penelitian .....	42

