

## **SKRIPSI**

# **ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH DENGAN METODE PENGELASAN KOMBINASI GMAW DAN SMAW PADA SAMBUNGAN BAJA AISI 1020 DAN BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIS**



**Disusun oleh :**

**BIMO RAMADHAN PUTRO DEWANTO**

**1711023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2022**

## LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

# ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH DENGAN METODE PENGELASAN KOMBINASI GMAW DAN SMAW PADA SAMBUNGAN BAJA AISI 1020 DAN BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIS



Disusun oleh :

Nama : Bimo Ramadhan Putro Dewanto

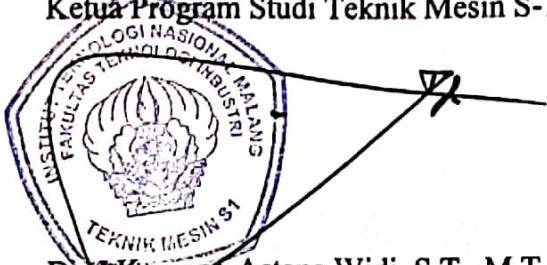
N I M : 17.11.023

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Mengetahui,

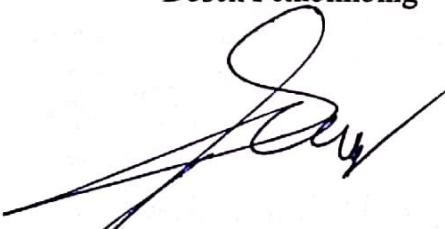
Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. Komang Astana Widi, S.T., M.T.  
NIP.P. 103400405

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Dr. Eko Yohanes S, S.T., M.T.  
NIP. 1031400477



## BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Nama : Bimo Ramadhan Putro Dewanto  
NIM : 1711023  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Dengan Metode Pengelasan Kombinasi GMAW dan SMAW Pada Sambungan Baja AISI 1020 dan Baja AISI 1045 Terhadap Sifat Mekanis  
Dipertahankan dihadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)  
Pada Hari : Selasa  
Tanggal : 9 Agustus 2022  
Dengan Nilai : 75,8 (B+)

### PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI

Ketua  
  
Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.  
NIP. P. 1030400405

Sekretaris  
  
Rebi Rahmadianto, ST., MT.  
NIP. P. 1031500490

### Anggota Penguji

Penguji 1  
  
Djoko Hari Praswanto, ST., MT.  
NIP. P. 1031800510

Penguji 2  
  
Bagus Setyo Widodo, ST., M.MT  
NIP. P. 1032100599

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bimo Ramadhan Putro Dewanto

N I M : 17.11.023

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa isi skripsi yang berjudul "**ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH DENGAN METODE PENGELASAN KOMBINASI GMAW DAN SMAW PADA SAMBUNGAN BAJA AISI 1020 DAN BAJA AISI 1045 TEHADAP SIFAT MEKANIS**" adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumber aslinya.

Malang, 4 Agustus 2022

Penulis

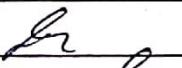
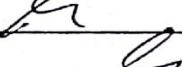
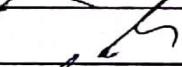
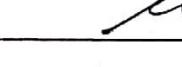
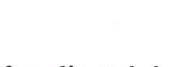


Bimo Ramadhan Putro Dewanto

NIM. 1711023

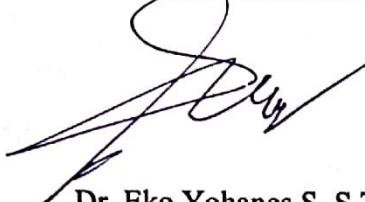
## LEMBAR ASISTENSI

Nama : Bimo Ramadhan Putro Dewanto  
N I M : 17.11.023  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Dengan Metode Pengelasan Kombinasi GMAW dan SMAW Pada Sambungan Baja AISI 1020 dan Baja AISI 1045 Terhadap Sifat Mekanis

No	Materi Bimbingan	Tanggal	Paraf
1.	Pengajuan Judul Penelitian	15 Maret 2022	
2.	Pengajuan Proposal Penelitian	17 Maret 2022	
3.	Konsultasi Bab I	25 Maret 2022	
4.	Konsultasi Bab II	2 April 2022	
5.	Konsultasi Bab III	11 April 2022	
6.	Seminar Proposal	27 April 2022	
7.	Konsultasi Bab IV	22 Juli 2022	
8.	Konsultasi Bab V	28 Juli 2022	
9.	Seminar Hasil	4 Agustus 2022	
10.	ACC Laporan Skripsi	9 Agustus 2022	

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Eko Yohanes S, S.T., M.T  
NIP. 1031400477

## **LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : Bimo Ramadhan Putro Dewanto  
N I M : 17.11.023  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang  
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Variasi Sudut Kampuh Dengan Metode Pengelasan Kombinasi GMAW dan SMAW Pada Sambungan Baja AISI 1020 dan Baja AISI 1045 Terhadap Sifat Mekanis

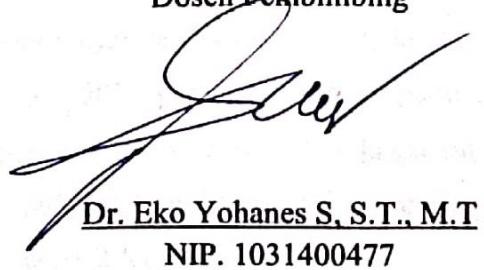
Tanggal Pengajuan Skripsi : 15 Maret 2022

Tanggal Penyelesaian Skripsi : 4 Agustus 2022

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 75,8 (B+)

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Eko Yohanes S, S.T., M.T  
NIP. 1031400477

# **ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH DENGAN METODE PENGELASAN KOMBINASI GMAW DAN SMAW PADA SAMBUNGAN BAJA AISI 1020 DAN BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIS**

**Bimo Ramadhan Putro Dewanto**

Program Studi Teknik Mesin S–1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang

Jawa Timur 65143, (0341) 417636

E-mail : [bimoramadhan18@gmail.com](mailto:bimoramadhan18@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh sambungan pengelasan kombinasi *GMAW* dan *SMAW* dengan variasi sudut kampuh las pada baja AISI 1020 dan baja AISI 1045 terhadap sifat mekanik dan struktur mikro. Penelitian ini dapat mengetahui pengaruh sambungan pengelasan kombinasi *GMAW* dan *SMAW* dengan variasi kampuh las  $50^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $90^\circ$ . Diharapkan memiliki sifat mekanik yang baik sehingga dapat digunakan dalam sektor industri, kontruksi, dan otomotif. Metode penelitian ini menggunakan eksperimental dengan tiga kali pengujian yang bertujuan untuk mengetahui hasil eksperimen dari perbedaan pada hasil pengujian sampel. Setelah proses pengelasan selanjutnya dilakukan beberapa pengujian, seperti pengujian Kekerasan (*Rockwell*), Kekuatan Tarik, dan Struktur Mikro. Hasil pengujian didapat nilai kekerasan tertinggi pada daerah *HAZ* baja AISI 1045 pada kampuh las  $90^\circ$  dengan nilai kekerasan 61 HRB, yang menyebabkan tingginya nilai kekerasan adalah fasa bainit dan ferit *acicular*. Pada daerah logam las nilai kekerasan tertinggi pada kampuh las  $90^\circ$ , pengaruh unsur paduan dan elektroda inilah yang menyebabkan meningkatnya jumlah fasa bainit pada daerah logam las sehingga membuat nilai kekerasannya tinggi. Nilai tertinggi yang didapat pada pengujian kekuatan tarik terjadi pada kampuh las  $70^\circ$  sebesar  $51.2 \text{ Kgf/mm}^2$ .

**Kata Kunci :** *Kombinasi, GMAW, SMAW, Kekerasan, Kekuatan Tarik, Struktur Mikro*

# **ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION OF KAMPUH ANGLE WITH GMAW AND SMAW COMBINATION WELDING METHOD ON AISI 1020 STEEL AND AISI 1045 STEEL ON MECHANICAL PROPERTIES**

**Bimo Ramadhan Putro Dewanto**

Mechanical Engineering Study Program S-1, Faculty of Industrial Technology

National Institute of Technology Malang

Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Malang City

East Java 65143, (0341) 417636

E-mail : [bimoramadhan18@gmail.com](mailto:bimoramadhan18@gmail.com)

## **ABSTRACT**

This study aims to determine how the effect of GMAW and SMAW combination welding joints with variations in the weld angle of AISI 1020 steel and AISI 1045 steel on mechanical properties and microstructure. This research can determine the effect of welding joint combination of GMAW and SMAW with variations of weld seam 50°, 70°, and 90°. It is expected to have good mechanical properties so that it can be used in the industrial, construction, and automotive sectors. This research method uses experimental testing with three times which aims to determine the experimental results from differences in the results of sample testing. After the welding process, several tests were carried out, such as testing for Hardness (Rockwell), Tensile Strength, and Microstructure. The test results obtained the highest hardness value in the HAZ area of AISI 1045 steel on a 90° weld seam with a hardness value of 61 HRB, which caused the high hardness value to be the bainite and acicular ferrite phases. In the weld metal area, the highest hardness value is at 90° weld seam, the influence of alloying elements and electrodes causes an increase in the amount of bainite phase in the weld metal area, thus making the hardness value high. The highest value obtained in the tensile strength test occurred at the 70° weld seam of 51.2 Kgf/mm<sup>2</sup>.

**Keywords:** *Combination, GMAW, SMAW, Hardness, Tensile Strength, Microstructure*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat Rahmat, Hidayah, serta Karunia-Nya sehingga penulisan ini dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul **“ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH DENGAN METODE PENGELASAN KOMBINASI GMAW DAN SMAW PADA SAMBUNGAN BAJA AISI 1020 DAN BAJA AISI 1045 TERHADAP SIFAT MEKANIS”**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Strata-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Dr. Eko Yohanes S, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing Skripsi Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Ir. Wayan Sujana, M.T, selaku Dosen Materi dan Dosen Wali yang telah memberikan nasihat, arahan serta didikan kepada penulis selama penelitian skripsi dan selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Ir. Teguh Rahardjo, M.T, selaku Kepala Laboratorium Material Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Pungky Eka Setyawan, ST., MT, selaku Penanggung Jawab Uji Mikrostruktur, Universitas Merdeka Malang.
8. Dadang Agus Trifianto, S.T., M.T, selaku Koordinator Program Keahlian Teknik Mesin BBPMPV BOE / VEDC Malang.

9. Ibu penulis, Dra. Titik Winarni dan Kakak Perempuan, Dena Apsari Putri Dewanto, S.M, yang telah memberikan, membesarlu, dan membimbing penulis dengan penuh ketelatenan, kesabaran dan keikhlasan, serta orang-orang tercinta yang tak henti-hentinya senantiasa memberikan dukungan, motivasi dan doa.
10. Rekan-rekan seperjuangan dalam proses penelitian skripsi Ahmad Fajar Aditya, Muhammad Firdaus Dhiaulhaq, Alfian Nugroho Haryoyudanto, Eki Rohman Makruf Mardhotuloh, Achmad Alphafill Ibrahimy Yusuf, yang selalu memberikan dukungan, bantuan dan kerja sama yang baik.
11. Seluruh teman-teman mahasiswa angkatan 2017 dan keluarga besar Program Studi Teknik Mesin S-1 FTI ITN Malang, serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.
12. Laporan skripsi ini penulis persembahkan untuk almarhum Ayah penulis, Muhammad Naim Kristia Dewanto.

Penulis menyadari sepenuhnya akan kekurangan dan keterbatasan yang ada dalam penyusunan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila dalam penyusunan laporan skripsi ini jauh dari kata sempurna dan harapan penulis pribadi serta pihak lainnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak manapun. Semoga buku laporan skripsi ini bermanfaat bagi penulis pribadi dan para pembaca, serta dapat memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan saat ini dan di masa yang akan datang.

Malang, 4 Agustus 2022

Penulis



Bimo Ramadhan Putro Dewanto

NIM. 1711023

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>	i
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI .....</b>	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....</b>	iii
<b>LEMBAR ASISTENSI.....</b>	iv
<b>LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....</b>	v
<b>ABSTRAK .....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI.....</b>	x
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xv
<b>DAFTAR GRAFIK.....</b>	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	6
2.1 Sejarah Pengelasan .....	6
2.2 Perkembangan Jenis-jenis Pengelasan .....	7
2.3 Pengelasan.....	9
2.3.1 Proses Pengelasan.....	10
2.3.2 Klasifikasi Cara Pengelasan .....	11

2.4 Definisi Pengelasan .....	11
2.5 Metalurgi Las .....	12
2.5.1 Siklus Termal Daerah Lasan.....	14
2.5.2 Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C.....	15
2.5.3 Pembekuan dan Struktur Logam Las.....	16
2.6 Gas Metal Arc Welding ( <i>GMAW</i> ) .....	17
2.6.1 Parameter Las GMAW .....	18
2.6.2 Peralatan Las GMAW .....	19
2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan Las GMAW.....	20
2.7 Shield Metal Arc Welding ( <i>SMAW</i> ) .....	21
2.7.1 Parameter Las SMAW .....	23
2.7.2 Peralatan Las SMAW .....	25
2.7.3 Kelebihan dan Kekurangan Las SMAW .....	27
2.8 Kampuh Las .....	27
2.8.1 Kampuh V dan X (Single Vee dan Double Vee).....	29
2.8.2 Kampuh J dan U .....	29
2.8.3 Jenis-jenis Kampuh Las.....	30
2.9 Klasifikasi Baja AISI 1020 Dan Baja AISI 1045.....	32
2.9.1 Baja AISI 1020 .....	32
2.9.2 Baja AISI 1045 .....	33
2.9.3 Unsur Paduan Baja .....	33
2.10 Pengujian Kekerasan .....	36
2.11 Pengujian Tarik .....	38
2.12 Pengujian Struktur Mikro.....	40
2.13 Kandungan Struktur Mikro .....	44
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
3.1 Diagram Alir .....	46

3.2 Penjelasan Diagram Alir .....	47
3.2.1 Study Literatur .....	47
3.2.2 Persiapan Baja AISI 1020 dan Baja AISI 1045.....	47
3.2.3 Pembuatan Spesimen.....	48
3.2.4 Proses Pengujian.....	54
3.2.5 Pengumpulan Data.....	59
3.2.6 Analisa Data Dan Pembahasan.....	60
3.2.7 Kesimpulan.....	62
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>63</b>
4.1 Data Hasil Pengujian.....	63
4.1.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Baja AISI 1020 .....	63
4.1.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Baja AISI 1045 .....	65
4.1.3 Analisa Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	66
4.1.4 Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Baja AISI 1020 Dan AISI 1045.....	70
4.1.5 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 1020 .....	73
4.1.6 Data Hasil Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 1045 .....	76
4.1.7 Analisa Data dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 1020 .....	81
4.1.8 Analisa Data dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro Baja AISI 1045 .....	90
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>99</b>
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran.....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>102</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>104</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 - 1 : Proses Pengelasan.....	11
Gambar 2 - 2 : Logam Lasan .....	13
Gambar 2 - 3 : Siklus Termal Las.....	15
Gambar 2 - 4 : Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C.....	15
Gambar 2 - 5 : Arah Pembekuan dari Logam Las .....	17
Gambar 2 - 6 : Struktur Mesin Las GMAW .....	18
Gambar 2 - 7 : Mesin Las GMAW .....	20
Gambar 2 - 8 : Direct Current Elektroda Positif .....	23
Gambar 2 - 9 : Direct Current Elektroda Negatif .....	23
Gambar 2 - 10 : Parameter Las SMAW.....	24
Gambar 2 - 11 : Struktur Mesin Las SMAW .....	26
Gambar 2 - 12 : Mesin Las SMAW .....	27
Gambar 2 - 13 : Jenis-jenis Kampuh.....	28
Gambar 2 - 14 : Sudut Kampuh Pelat Baja.....	29
Gambar 2 - 15 : Root Face Pelat Baja.....	29
Gambar 2 - 16 : Kampuh J dan U .....	30
Gambar 2 - 17 : Pengelasan Sudut Kampuh .....	30
Gambar 2 - 18 : Pengujian Kekerasan Rockwell .....	37
Gambar 2 - 19 : Pengujian Tarik.....	38
Gambar 2 - 20 : Kekuatan Regangan .....	39
Gambar 2 - 21 : Diagram Fasa Fe-Fe <sub>3</sub> C.....	41
Gambar 2 - 22 : Garis Bantu Perhitungan Persentase Fasa Dalam Struktur Mikro.....	42
Gambar 2 - 23 : Alat Uji Struktur Mikro ( <i>Mikroskop Optic</i> ) .....	42
Gambar 3 - 1 : Diagram Alir .....	46
Gambar 3 - 2 : Baja AISI 1020 dan Baja AISI 1045 .....	47
Gambar 3 - 3 : Pembuatan Kampuh 50°, 70°, 90° .....	48
Gambar 3 - 4 : Bentuk Kampuh .....	49
Gambar 3 - 5 : Mesin Las GMAW dan Elektroda ER 70S-6 .....	49
Gambar 3 - 6 : Mesin Las SMAW dan Elektroda 6013.....	50
Gambar 3 - 7 : Spesimen Uji Tarik E8/E8M .....	51
Gambar 3 - 8 : Sebelum dan Sesudah Pembentukan Specimen Kekerasan dan Tarik .....	51

Gambar 3 - 9 : Mesin Frais Model LC- 20VH.....	52
Gambar 3 - 10 : Specimen Struktur Mikro .....	54
Gambar 3 - 11 : Alat Pengujian Kekerasan .....	55
Gambar 3 - 12 : Letak Pengujian Kekerasan .....	55
Gambar 3 - 13 : Alat Pengujian Tarik.....	57
Gambar 3 - 14 : Alat Pengujian Struktur Mikro .....	58
Gambar 4 - 1 : Struktur Mikro Logam Induk 1020 .....	73
Gambar 4 - 2 : HAZ AISI 1020 .....	74
Gambar 4 - 3 : Logam Las Sudut Kampuh 50° .....	74
Gambar 4 - 4 : HAZ AISI 1020 .....	75
Gambar 4 - 5 : Logam Las Sudut Kampuh 70° .....	75
Gambar 4 - 6 : HAZ AISI 1020 .....	76
Gambar 4 - 7 : Logam Las Sudut Kampuh 90° .....	76
Gambar 4 - 8 : Struktur Mikro Logam Induk 1045 .....	77
Gambar 4 - 9 : HAZ AISI 1045 .....	78
Gambar 4 - 10 : Logam Las Sudut Kampuh 50° .....	78
Gambar 4 - 11 : HAZ AISI 1045 .....	79
Gambar 4 - 12 : Logam Las Sudut Kampuh 70° .....	79
Gambar 4 - 13 : HAZ AISI 1045 .....	80
Gambar 4 - 14 : Logam Las Sudut Kampuh 90° .....	80

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2 - 1 : Komposisi Kimia Baja AISI 1020.....	32
Tabel 2 - 2 : Komposisi Kimia Baja AISI 1045.....	33
Tabel 3 - 1 : Data Pengujian Kekerasan.....	59
Tabel 3 - 2 : Data Pengujian Tarik.....	60
Tabel 4 - 1 : Data Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Baja AISI 1020 .....	63
Tabel 4 - 2 : Data Hasil Pengujian Kekerasan Permukaan Baja AISI 1045 .....	65
Tabel 4 - 3 : Data Hasil Pengujian Kekuatan Tarik Baja AISI 1020 Dan 1045 .....	71

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4 - 1 : Rata-rata Kekerasan Permukaan Baja AISI 1020 .....	64
Grafik 4 - 2 : Rata-rata Kekerasan Permukaan Baja AISI 1045 .....	66
Grafik 4 - 3 : Hubungan Rata-rata Kekerasan baja AISI 1020 dan AISI 1045 .....	70
Grafik 4 - 4 : Grafik Rata-Rata Kekuatan Tarik Baja AISI 1020 dan Baja AISI 1045 .....	71