

**PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH “V” 60°, 75°, 90°
SAMBUNGAN PENGELASAN SHIELDED METAL ARC
WELDING (SMAW) TERHADAP KEKUATAN MEKANIS
PADA BAJA ST 42**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : TAUFAN ADI CANDRA

NIM : 1811041

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2023

**PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH “V” 60°, 75°, 90° SAMBUNGAN
PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW)
TERHADAP KEKUATAN MEKANIS PADA BAJA ST 42**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas Sarjana Teknik (ST)
Program Studi Teknik Mesin S-1

DISUSUN OLEH :

NAMA : TAUFAN ADI CANDRA

NIM : 18.11.041

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

**PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH “V” 60°, 75°, 90° SAMBUNGAN
PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW)
TERHADAP KEKUATAN MEKANIS PADA BAJA ST 42**



Disusun Oleh

Nama : TAUFAN ADI CANDRA
NIM : 18.11.041

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dr. I Komang Astana Widi, S.T., MT.
NIP. Y. 1030400405

Dosen Pembimbing 2

Tito Arif Sutrisno, S.Pd. MT.
NIP. P. 1032100589

Mengetahui,

Wakil Dekan 1

Sibat, S.T., MT.
NIP. Y. 1030300379

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

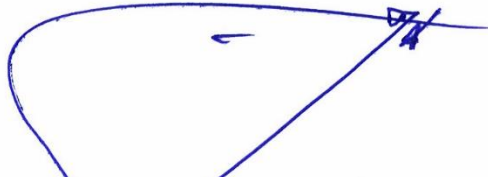
Nama : Taufan Adi Candra
NIM : 1811041
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin / Material
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH “V” 60°, 75°, 90°
SAMBUNGAN PENGELASAN SHIELDED METAL ARC
WELDING (SMAW) TERHADAP KEKUATAN MEKANIS
PADA BAJA ST 42**

Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Jum'at
Tanggal : 03 Februari 2023
Dengan Nilai :

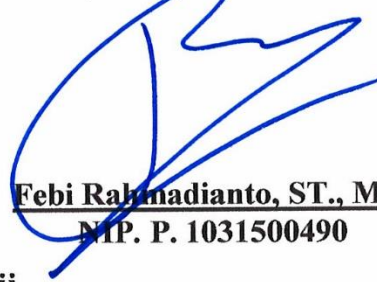
Panitia Ujian Skripsi

Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1



Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Sekretaris Teknik Mesin S-1



Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP. P. 1031500490

Anggota Penguji

Dosen Penguji 1



Gerald Adityo Pohan, ST., M Eng.
NIP. P. 1031500492

Dosen Penguji 2



Arif Kurniawan, ST., MT.
NIP. P. 1031500491

PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : TAUFAN ADI CANDRA

NIM : 1811041

Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 15 Desember 2022



Taufan Adi Candra
18.11.041

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Taufan Adi Candra
NIM : 1811041
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Sudut Kampuh “V” 60°, 75°, 90°
Sambungan pengelasan Shielded Metal Arc Welding
(SMAW) Terhadap Kekuatan Mekanis Pada Baja
ST 42
Dosen Pembimbing 1 : Dr. I Komang Astana Widi, S.T., MT.
Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd. MT.

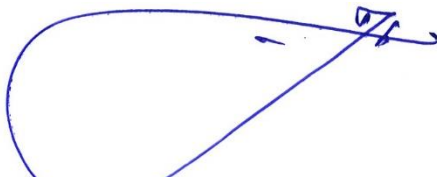
No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Pengajuan Judul Skripsi	23 September 2022	
2.	Pengajuan Proposal Skripsi	25 September 2022	
3.	Konsultasi BAB I	28 September 2022	
4.	Konsultasi BAB II	28 September 2022	
5.	Konsultasi BAB III	4 Oktober 2022	
6.	Seminar Proposal	19 Oktober 2022	
7.	Konsultasi Bab IV	19 Desember 2022	
8.	Konsultasi Bab V	9 Januari 2023	
9.	Seminar Hasil	13 Januari 2023	
10.	Ujian Skripsi	03 Februari 2023	

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : TAUFAN ADI CANDRA
NIM : 1811041
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Fakultas : Teknologi Industri
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Sudut Kampuh “V” 60°, 75°, 90°
Sambungan pengelasan Shielded Metal Arc Welding
(SMAW) Terhadap Kekuatan Mekanis Pada Baja
ST 42

Dosen Pembimbing 1 : Dr. I Komang Astana Widi, S.T., MT.
Dosen Pembimbing 2 : Tito Arif Sutrisno, S.Pd. MT.
Tanggal Pengajuan Skripsi : 23 September 2022
Tanggal Penyelesaian Skripsi : 03 Februari 2023
Telah Dievaluasi Dengan Nilai :

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing 1



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., MT.
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa dan Disetujui
Dosen Pembimbing 2



Tito Arif Sutrisno, S.Pd. MT
NIP. P. 1032100589

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya kepada saya selaku penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul : PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH “V” 60°, 75°, 90° SAMBUNGAN PENGELASAN *SHIELDED METAL ARC WELDING* (SMAW) TERHADAP KEKUATAN MEKANIS PADA BAJA ST 42. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu ketentuan untuk memenuhi kelulusan pada program studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal ini tidak lepas dari adanya bantuan dari berbagai macam pihak. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa Nursanti, ST. MT . selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1, ITN Malang dan sebagai Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak Tito Arif Sutrisno, S.Pd.MT. selaku Dosen Pembimbing Skripsi 2.
5. Kedua Orang Tua dan Rekan-Rekan sesama Jurusan Teknik Mesin S-1 yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik serta anjuran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan seluruh kekurangan dalam penataan proposal skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca serta pihak- pihak lain yang berkepentingan.

Malang, 26 November 2022

Taufan Adi Candra

**PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH “V” 60°, 75°, 90° SAMBUNGAN
PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW)
TERHADAP KEKUATAN MEKANIS PADA BAJA ST 42**

Taufan Adi Candra

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
Email : taufanadicandra34@gmail.com

ABSTRAK

Pengelasan adalah proses penyambungan dua bagian logam atau lebih menjadi satu sambungan dengan menggunakan sumber panas maupun bahan tambah. Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam proses pengelasan yaitu pemilihan kampuh las. Kampuh las berfungsi sebagai tempat untuk menampung bahan pengisi agar logam induk dengan bahan pengisi dapat menyatu pada material yang akan di las. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan tujuan untuk mencari perbandingan nilai dari sudut kampuh “V” 60°, 75° dan 90° dari hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E6013 pada baja ST 42 terhadap pengujian tarik, bending, kekerasan dan uji struktur makro. Pada pengujian tarik memiliki nilai tertinggi yang terdapat pada sudut kampuh 60° dengan nilai rata-rata 52,70 kgf/mm². Pengujian bending terdapat nilai tertinggi pada sudut kampuh 90° dengan nilai rata-rata 87,57 MPa. Pada uji kekerasan Terdapat nilai tertinggi pada daerah HAZ terdapat pada sudut kampuh 75° dengan nilai 59,33 HRB, untuk nilai daerah las tertinggi terdapat pada sudut kampuh 90° dengan nilai rata-rata 66,55 HRB dan nilai kekerasan tertinggi pada logam induk terdapat pada sudut kampuh 90 °dengan nilai rata-rata 49,66 HRB Dari hasil pengamatan struktur makro pada variasi Sudut kampuh 60°, 75° dan 90° mengalami pembesaran rongga atau mengalami retakan tegak lurus terhadap gaya yang bekerja dan akhirnya retakan tersebut merambat sampai terjadinya patah ulet.

Kata Kunci : Variasi Sudut kampuh, Las SMAW, Baja St 42, Sifat mekanis.

***EFFECT OF VARIATION OF GROOVE "V" ANGLE 60°, 75°, 90°
CONNECTIONS WELDING SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) ON
MECHANICAL PROPERTIES OF ST 42 STEEL***

Taufan Adi Candra

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
Email : taufanadicandra34@gmail.com

ABSTRACT

Welding is a process of joining two or more metal parts into one joint using a heat source or added materials. One of the influencing factors in the welding process is the selection of the weld seam. The welding seam functions as a place to accommodate the filler material so that the base metal with the filler material can merge into the material to be welded. In this study the experimental method was used with the aim of finding a comparison of the values of the "V" seam angles of 60°, 75° and 90° from the results of SMAW welding with E6013 electrodes on ST 42 steel for tensile, bending, hardness tests and macrostructural tests. In the tensile test, the highest value is found at the seam angle of 60° with an average value of 52.70 kgf/mm². The bending test has the highest value at seam angle of 90° with an average value of 87.57 MPa. In the hardness test, the highest value is found in the HAZ area at the seam angle of 75° with a value of 59.33 HRB, for the highest weld area value is at the seam angle of 90° with an average value of 66.55 HRB and the highest hardness value is found in the base metal. at a seam angle of 90° with an average value of 49.66 HRB. From the results of observations of the macrostructure at variations of seam angles of 60°, 75° and 90°, the cavity enlarges or cracks perpendicular to the applied force and finally the crack propagates until the tenacious fracture.

Keywords : *Variation of Groove, Las SMAW, St 42 steel, Mechanical Properties.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN	iii
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	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. Metodologi Penelitian.....	5
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
LANDASAN TEORI	7
2.1. Penelitian Terkait.....	7
2.2. Baja Paduan	8
2.2.1. Pengaruh Unsur Paduan Pada Baja	9
2.3. Klasifikasi Baja Paduan	10
2.4. Baja ST 42	12
2.5. Pengelasan Baja Karbon	12
2.6. Pengelasan	14
2.7. Proses Dasar Pengelasan.....	15

2.8.	Ketangguhan Daerah Lasan	16
2.9.	Metalurgi Las	16
2.10.	Macam-Macam Pengelasan	18
2.10.1.	SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>)	19
2.10.1.1.	Jenis Elektroda Pengelasan	19
2.10.2.	<i>Gas Tungsten Arc Welding</i> (GTAW/TIG).....	20
2.10.3.	<i>Gas Metal Arc Welding</i> (GMAW/MIG).....	21
2.10.4.	<i>Submerged Arc Welding</i> (SAW).....	22
2.10.5.	<i>Flux Cored Arc Welding</i> (FCAW).....	22
2.11.	Posisi Pada Pengelasan	23
2.12.	Analisa Perpindahan Panas pada Pengelasan	26
2.12.1.	Masukan Panas (<i>Heat Input</i>)	26
2.12.2.	<i>Static Thermal Tensioning</i> (STT).....	27
2.12.3.	<i>Transient Thermal Tensioning</i> (TTT)	27
2.13.	Siklus Termal Daerah Lasan.....	28
2.13.1.	Pembekuan dan Struktur Logam Las	29
2.13.2.	Reaksi Metalurgi yang Terjadi dalam Pembekuan.....	30
2.13.3.	Siklus Termal Las.....	32
2.13.4.	Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ)	34
2.14.	Ketangguhan Logam Las	37
2.14.1.	Pengaruh Oksigen.....	37
2.14.2.	Pengaruh Struktur.....	38
2.15.	Ketangguhan Daerah Lasan	39
2.15.1.	Ketangguhan dan Penggetasan pada Daerah HAZ.....	39
2.16.	Retak pada Daerah Las	45
2.16.1.	Jenis Retak Las	45
2.16.2.	Penyebab Retak Las dan Cara Menanggulangnya	46
2.17.	Kampuh Pengelasan.....	58
2.18.	Jenis Elektroda.....	60
2.19.	Uji Tarik.....	62
2.19.1.	Tegangan Dan Regangan.....	63

2.20.	Uji Bending.....	67
2.21.	Uji Kekerasan	72
2.21.1.	Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	72
2.21.2.	Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	75
2.21.3.	Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	76
2.22.	Uji Metalografi	77
BAB III.....		79
METODOLOGI PENELITIAN		79
3.1.	Diagram Alir Penelitian	79
3.2.	Metode Penelitian	80
3.3.	Desain <i>Welding Procedure specification</i> (WPS).....	80
3.4.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	80
3.5.	Bahan dan Alat Penelitian.....	81
3.5.1.	Alat	81
3.5.2.	Bahan.....	82
3.6.	Bahan Uji	83
3.7.	Variabel Penelitian.....	83
3.8.	Prosedur Pengelasan dan Pembuatan Spesimen Uji.....	84
3.8.1.	Prosedur Pengelasan Spesimen	84
3.8.2.	Prosedur Pengelasan	87
3.8.3.	Dasar Pembuatan Spesimen	88
3.9.	Prosedur Pengujian	90
3.9.1.	Uji Tarik	90
3.9.2.	Pengujian Bending	92
3.9.3.	Pengujian Kekerasan	94
3.9.4.	Pengujian Struktur Makro	96
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		97
4.1.	Pengolahan Data Uji Tarik	97
4.1.1	Data Hasil Penelitian Uji Tarik	97
4.1.2.	Analisa Dan Pembahasan Pada Hasil Uji Tarik	98
4.2.	Pengolahan Data Uji Bending.....	100

4.2.1.	Data hasil Pengujian Bending	100
4.2.2.	Analisa Dan Pembahasan Pada Hasil Uji Bending	101
4.3.	Pengolahan Data Uji Kekerasan	103
4.3.1.	Data Hasil Penelitian Uji Kekerasan	103
4.3.2	Analisa Dan Pembahasan Pada Hasil Uji Kekerasan.....	105
4.4.	Struktur Makro Patahan Uji Tarik	107
4.4.1.	Hasil Foto Penelitian Uji Struktur Makro	107
4.3.2.	Analisa Dan Pembahasan Hasil Uji Struktur Mikro	111
4.5	Hubungan Antara Pengujian Tarik, Kekerasan, Bending dan Makro.....	112
BAB V PENUTUP.....		111
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN.....		118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daerah Lasan.....	17
Gambar 2.2 : Proses Pengelasan SMAW	19
Gambar 2.3 Proses Pengelasan GTAW.....	21
Gambar 2.4 Proses Pengelasan GMAW/MIG.....	21
Gambar 2.5 Proses Pengelasan SAW	22
Gambar 2.6 proses pengelasan FCAW	23
Gambar2.7: Pengelasan 1G.....	24
Gambar2.8: Pengelasan 2G.....	24
Gambar2.9: Pengelasan 3G.....	25
Gambar2.10: Pengelasan 4G	26
Gambar 2.11 Siklus Termal Las.....	29
Gambar 2.12 Arah Pembekuan dari Logam Las	30
Gambar 2.13 Lubang Halus yang Terjadi pada Las Sudut	31
Gambar 2.14 Siklus Termal Las pada Beberapa Jarak dari Batas	32
Gambar 2.15 Siklus Termal dalam Las Busur Tangan	33
Gambar 2.16 Diagram CCT dan Hubungan antara Waktu Pendinginan	36
Gambar 2.17 Hubungan antara Sifat Tumbuk dan Kadar O ₂ dalam Logam Lasan....	38
Gambar 2.18 Skema Struktur Mikro Daerah HAZ.....	41
Gambar 2.19 Diagram CCT untuk Baja BJ60 dan BJ80	42
Gambar 2.20 Pengaruh Masukan Panas pada Sifat Tumbuk	43
Gambar 2.21 Beberapa Contoh Retak Dingin.....	45
Gambar 2.22 Beberapa Contoh Retak Panas	46
Gambar 2.23. Skema Retak Bebas Tegang.....	46
Gambar 2.24 Retak Dingin yang Terjadi pada Pengujian Retak dengan Celah Y	47
Gambar 2.25 Kelarutan Hidrogen dalam Besi pada Tekanan 1 atm.....	48
Gambar 2.26 Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Kadar Hidrogen Difusi	49
Gambar 2.27 Penyerapan Uap oleh Elektroda Terbungkus	49
Gambar 2.28 Retak Lamel yang Dimulai dari Retak Akar.....	52
Gambar 2.29 Pengaruh Kadar Belerang pada Kepekaan Retak Lamel	52

Gambar 2.30 Hubungan antara Retak Lamel dan Kepekaan P_L	53
Gambar 2.31 Hubungan antara Kepekaan P_L dan Tegangan Kritik pada Arah Tebal	53
Gambar 2.32 Skema dari Retak Lintang	54
Gambar 2.33 Hubungan antara Retak Bebas Tegang dan Temperatur	55
Gambar 2.34 Retak Bebas Tegang pada Pengujian Celah Y Tegangan pada 600°C .	55
Gambar 2.35 Retak Bebas Tegang dalam Baja Kuat dengan Pemanasan 600°C	56
Gambar 2.36 Diagram <i>Schaeffler</i>	57
Gambar 2.37 Macam-macam Bentuk Kapuh Pada <i>Butt Joint</i>	58
Gambar 2.38 Macam-macam Sambungan T (<i>Fillet joint</i>)	59
Gambar 2.39 Sambungan Corner Joint	59
Gambar 2.40 Macam-Macam Sambungan Lap Joint.....	60
Gambar 2.41 Skema Uji Tarik.....	63
Gambar 2.42 Kurva Tegang-Regang Teknik.....	64
Gambar 2.43 Batas Elastik Dan Tegangan Luluh 0,2%.....	65
Gambar 2.44 Kurva Tegangan-Regangan.....	65
Gambar 2. 45 <i>Three point bending</i>	68
Gambar 2. 46 <i>Three point bending</i>	69
Gambar 2.47. <i>Face Bend</i> pada <i>Transversal Bending</i>	70
Gambar 2.48. <i>Root Bend</i> pada <i>Transversal Bending</i>	70
Gambar 2.49. <i>Face Bend</i> pada <i>Longitudinal Bending</i>	71
Gambar 2.50. <i>Root Band</i> pada <i>Longitudinal Bending</i>	72
Gambar 2.51 Mesin Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	73
Gambar 2.52 Cara Kerja Mesin <i>Rockwell</i>	73
Gambar 2.53 Indentor Tipe <i>Ball</i> dan <i>Diamond</i>	74
Gambar 2.54 Skema Uji Kekerasan <i>Brinell</i>	75
Gambar 2.55 Skema Uji Kekerasan <i>Vickers</i>	76
Gambar 2.56 Spesimen Ukuran dan Obyek Pembesaran.....	77
Gambar 3.1 Diagram penelitian	79
Gambar 3.2 Pelat Baja ST 42.....	82
Gambar 3.3 <i>Mill Certificate</i>	82

Gambar 3.4 Pemotongan Pelat Untuk Proses Pengelasan	84
Gambar 3.5 Sudut Kampuh 60° Untuk Penelitian	84
Gambar 3.6 Sudut Kampuh 75° Untuk Penelitian	85
Gambar 3.7 Sudut Kampuh 90° Untuk Penelitian	85
Gambar 3.8 Pembentukan Sudut Kampuh Untuk Proses Pengelasan.....	85
Gambar 3.9 Mesin Las SMAW.....	86
Gambar 3.10 Hasil Pengelasan SMAW Pada ST 42.....	86
Gambar 3.11 Spesimen Uji Tarik.....	88
Gambar 3.12 Spesimen Uji Tarik.....	88
Gambar 3.13 Dimensi Ukuran Uji Bending.....	89
Gambar 3.14 Spesimen Uji Bending.....	89
Gambar 3.15 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan.....	89
Gambar 3.16 Spesimen Uji Sebelum Dilakukan Uji Tarik.....	93
Gambar 3.17 Spesimen Uji Setelah Dilakukan Uji Tarik.....	91
Gambar 3.18 Mesin Uji Tarik (<i>Universal Testing Machine</i>).....	91
Gambar 3.19 Spesimen Uji Sebelum Dilakukan Uji Bending.....	93
Gambar 3.20 Spesimen Uji Setelah Dilakukan Uji Bending	93
Gambar 3.21 Mesin Uji Bending (<i>Universal Testing Machine</i>).....	94
Gambar 3.22 Mesin Uji Kekerasan (<i>Rockwell Hardness Tester</i>)	95
Gambar 3.23Mesin Uji <i>Metalurgical Microscope</i>	96
Gambar 4.1 Struktur Makro Hasil Foto Patahan Uji Tarik Baja St.42 60°	108
Gambar 4.2 Struktur Makro Hasil Foto Patahan Uji Tarik Baja St.42 75°	109
Gambar 4.3 Struktur Makro Hasil Foto Patahan Uji Tarik Baja St.42 90°	110
Gambar 4.4 (a) Spesimen Hasil Uji Tarik (b) Fenomena Patahan.....	111

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 standarisasi Elektroda Dalam AWS	20
Tabel 2.2 Perkiraan Waktu Pendinginan pada Beberapa Cara Las Busur	34
Tabel 2.3 Suhu Transisi dan Kriteria Patahan.....	40
Tabel 2.4 Klasifikasi Indentor Pada Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	75
Tabel 3.1 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	88
Tabel 3.2 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan.....	89
Tabel 4.1 Pengolahan Data Uji Tarik.....	97
Tabel 4.2 Pengolahan Data Uji Bending.....	100
Tabel 4.3 Pengolahan Data Uji Kekerasan	104

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Variasi Sudut Kampuh Terhadap Nilai Kekuatan Tarik.....	98
Grafik 4.2 Hubungan Variasi Sudut Kampuh Terhadap Nilai Kekuatan Bending ...	101
Grafik 4.3 Hubungan Variasi Sudut Kampuh Terhadap Nilai Kekerasan.....	104