

**ANALISA VARIASI *COLD TREATMENT* PADA  
PENGELASAN *SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)*  
TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BAJA AISI 1050**

**SKRIPSI**



**DISUSUN OLEH:**

**NAMA : FANDI BAYU CANDRA PRASETYA  
NIM : 1911138**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2023**

**ANALISA VARIASI *COLD TREATMENT* PADA PENGELASAN *SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)* TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BAJA AISI 1050**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)  
Program Studi Teknik Mesin

**Disusun Oleh:**

**FANDI BAYU CANDRA PRASETYA**

**NIM. 1911138**

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

**2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi

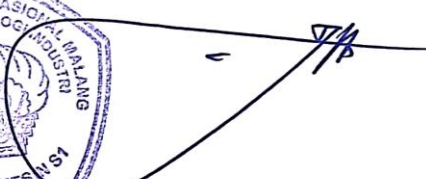
### **ANALISA VARIASI *COLD TREATMENT* PADA PENGELASAN *SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)* TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BAJA AISI 1050**

Disusun Oleh:

Nama : Fandi Bayu Candra Prasetya  
Nim : 1911138  
Program Studi : Teknik Mesin S-1

Mengetahui

Ketua Progam Studi Teknik Mesin S-1



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

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing



**Ir. I Wayan Sujana, MT.**  
NIP. 195812311989031012

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Fandi Bayu Candra Prasetya  
Nim : 1911138  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Fakultas : Teknologi Industri  
Dosen Pembimbing : Ir. I Wayan Sujana, MT.  
Judul Skripsi : Analisa Variasi *Cold Treatment* Pada Pengelasan *Shield Metal Arc Welding (SMAW)* Terhadap Sifat Mekanis Pada Baja AISI 1050  
Nilai : ...90 (A)

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1	5 Maret 2023	Pembuatan Judul Skripsi	JW	
2	13 Maret 2023	Persetujuan Judul Skripsi Oleh Koordinator Bidang Ilmu	JW	
3	20 Maret 2023	Penyusunan Proposal Skripsi Bab I, II dan III	JW	
4	23 Maret 2023	Persetujuan Proposal Skripsi Bab I, II, dan III	JW	
5	27 Maret 2023	Seminar Proposal Skripsi Bab I, II, dan III	JW	
6	4 April 2023	Penyusunan Format Isi Skripsi Bab I, II, III, IV dan V	JW	
7	12 Juni 2023	Penyusunan Skripsi Bab IV dan V	JW	
8	16 Juli 2023	Pembahasan dan Penyempurnaan Skripsi Bab I, II, III, IV, V	JW	
9	26 Juli 2023	Persetujuan Skripsi Bab I, II, III, IV dan V	JW	
10	01 Agustus 2023	Seminar Hasil Skripsi Bab I, II, III, IV dan V	JW	

Diperiksa dan Disetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. I Wayan Sujana, MT.  
NIP. 195812311989031012



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Fandi Bayu Candra Prasetya  
NIM : 1911138  
Program Studi : Teknik Mesin S-1  
Judul : Analisa Variasi *Cold Treatment* Pada Pengelasan *Shield Arc Metal Welding (SMAW)* Terhadap Sifat Mekanis Pada Baja AISI 1050  
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Sirata Satu (S-1)  
Pada Hari : Senin  
Tanggal : 14 Agustus 2023  
Tempat : Lab. CNC dan Ruang I.2.3  
Dengan Nilai : 84,25 (A)

**PANITIA PENGUJI SKRIPSI**

**KETUA**

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

**SEKERTARIS**

**Febi Rahmadiano, ST., MT.**  
**NIP.P. 1031500490**

**ANGGOTA PENGUJI**

**PENGUJI I**

**Ir. Socparno Djiwo, MT.**  
**NIP.Y. 1018600128**

**PENGUJI II**

**Bagus Setyo Widodo, S.T., M.MT.**  
**NIP.P. 1032100599**

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

**Nama : Fandi Bayu Candra Prasetya**

**NIM : 1911138**


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

### Menyatakan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya buat berjudul **“ANALISA VARIASI *COLD TREATMENT* PADA PENGELASAN *SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)* TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BAJA AISI 1050”** adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyandur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari sumber aslinya.

Demikian surat pernyataan keaslian saya dengan data yang sebenarnya.

Malang, 14 Agustus 2023



**Fandi Bayu Candra Prasetya**  
NIM. 1911138

# **ANALISA VARIASI *COLD TREATMENT* PADA PENGELASAN *SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW)* TERHADAP SIFAT MEKANIS PADA BAJA AISI 1050**

**Fandi Bayu Candra Prasetya<sup>1</sup>, I Wayan Sujana<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Mal

Email: [fandibayucandraprasetya@gmail.com](mailto:fandibayucandraprasetya@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon lebih kecil 1,7% sedangkan besi mempunyai kadar karbon lebih besar dari 1,7%. Proses pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan menggunakan energi panas. Pada proses pengelasan dibutuhkan proses *heating* dan *cooling*. Untuk kecepatan heating tergantung dari proses las yang dilakukan, sedangkan untuk cooling pada las yang dilakukan tergantung dari media pendinginan yang dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk mencari perbandingan nilai rata-rata kekerasan, kekuatan tarik, struktur mikro dan makro dari hasil pengelasan SMAW dengan elektroda E7018 menggunakan media pendingin air garam, *Coolant* dan oli SAE 40 pada baja AISI 1050. Untuk pengujian kekerasan nilai tertinggi, pada proses pengelasan SMAW dengan penggunaan media pendinginan air garam dengan nilai pada daerah *weld metal* sebesar 84,33 HRB, daerah HAZ sebesar 77 HRB dan daerah *base metal* sebesar 73,67 HRB. Pada pengujian kekuatan tarik nilai kekuatan tarik maksimal tertinggi didapatkan pada proses pengelasan SMAW dengan media pendingin air garam dengan nilai sebesar 444,17 MPa. Untuk struktur mikro pada proses pengelasan SMAW pendingin air garam mendominasi *pearlite* daripada *ferrite*, untuk pendingin *Coolant* mendominasi *ferrite* dan *pearlite* dan untuk pendingin oli SAE 40 mendominasi *ferrite* namun masih cukup banyak *pearlite*. Untuk struktur makro pada proses pengelasan SMAW lebar HAZ pendingin air garam lebih tinggi dengan nilai sebesar 1,725 mm dan terdapat sedikit cacat porosity. Setiap penggunaan media pendinginan memiliki proses pendinginan yang berbeda yang mempengaruhi nilai kekerasan, kekuatan tarik, struktur mikro dan struktur makro material, yang disebabkan dari tinggi rendahnya *viskositas* dan *densitas*. Pemasukan heat input pada proses pengelasan dapat mempengaruhi hasil pengelasan dan bentuk lebar daerah HAZ sehingga dapat mempengaruhi dari hasil kekerasan dan kekuatan tarik.

**Kata kunci:** Variasi *Cold Treatment*, Las SMAW, Baja AISI 1050, Sifat Mekanis.

**ANALYSIS OF COLD TREATMENT VARIATIONS IN SHIELD METAL  
ARC WELDING (SMAW) ON MECHANICAL PROPERTIES OF AISI 1050  
STEEL**

**Fandi Bayu Candra Prasetya<sup>1</sup>, I Wayan Sujana<sup>2</sup>**

*Mechanical Engineering S-1, Faculty of Industrial Technology*

*National Institute of Technology Malang*

Email: [fandibayucandrprasetya@gmail.com](mailto:fandibayucandrprasetya@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Carbon steel is steel that contains less than 1.7% carbon while iron has a carbon content greater than 1.7%. The welding process is one of the metal joining techniques by melting some of the parent metal and filler metal using heat energy. The welding process requires heating and cooling. The heating speed depends on the welding process carried out, while the cooling of the weld depends on the cooling medium carried out. This study uses a quantitative method to compare the average value of hardness, tensile strength, micro and macro structure of SMAW welding results with E7018 electrodes using salt water cooling media, Coolant and SAE 40 oil on AISI 1050 steel. For hardness testing, the highest value is in the SMAW welding process using salt water cooling media with a value in the weld metal area of 84.33 HRB, HAZ area of 77 HRB and base metal area of 73.67 HRB. The highest maximum tensile strength value is obtained in the SMAW welding process with saltwater cooling media at 444.17 MPa in tensile testing. For the microstructure in the SMAW welding process salt water cooling dominates pearlite rather than ferrite, for Coolant cooling dominates ferrite and pearlite and for SAE 40 oil cooling dominates ferrite but still quite a lot of pearlites. For the macrostructure in the SMAW welding process, the HAZ width of salt water cooling is higher, with a value of 1.725 mm and few porosity defects. Each use of cooling media has a different cooling process that affects the hardness value, tensile strength, microstructure, and macrostructure of the material, which is caused by the high and low viscosity and density. Heat input in the welding process can affect the welding results and the shape of the width of the HAZ area so that it can affect the results of hardness and tensile strength.*

**Keywords:** *Cold Treatment Variation, SMAW Welding, AISI 1050 Steel, Mechanical Properties.*



## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya, sehingga dalam penyusunan skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu. Skripsi ini disusun untuk menyelesaikan studi S-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari adanya bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. I Wayan Sujana, MT. Selaku Dosen Pembimbing Penyusun Skripsi.
5. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M.Eng. Sebagai Ketua Bidang Metalurgi dan Material.
6. Bapak Dr. Arif Firdaus Ananda, Spd. Sebagai Pendamping untuk proses pembuatan standar spesimen pengujian di BBPPMPV BOE Malang.
7. Bapak Pranoto, Spd. Selaku Pendamping untuk proses pengelasan *Shield Metal Arc Welding (SMAW)* di BLK Singosari.
8. Kepala Laboratorium Pengujian Logam Universitas Merdeka Malang yang sudah membantu untuk melakukan proses pengujian hingga selesai.
9. Kepala Laboratorium Pengujian dan Perlakuan Bahan Politeknik Negeri Malang yang membantu untuk melakukan proses pengujian hingga selesai.
10. Orang Tua dan Keluarga yang selalu memberikan doa serta restu untuk kelancaran skripsi ini sehingga dapat terselesaikan tepat waktu.

11. Siti Chawa Lazuwadi Isnaini yang selalu memberikan support system, sehingga saya dapat menyusun proses pembuatan skripsi dengan semangat.
12. Teman-teman Angkatan 18, 19, 20 dan 21 yang selalu memberikan motivasi dan semangat. Sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun untuk menyempurkan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca.

Malang, 14 Agustus 2023



Fandi Bayu Candra Prasetya  
NIM. 1911138

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	i
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI .....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI ....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Penelusuran Penelitian Terdahulu .....	7
2.1.1 Penelitian (W. Karmawan, 2020) .....	7
2.1.2 Penelitian (Wisma Soedarmadji, 2020) .....	7
2.1.3 Penelitian (Herman Pratikno, 2019) .....	8
2.1.4 Penelitian (Bambang Pratowo, 2018).....	8
2.1.5 Penelitian (Fran Nur Felani, 2017) .....	9

2.2	Klasifikasi Baja Karbon .....	9
2.2.1	Baja Karbon Rendah.....	10
2.2.2	Baja Karbon Menengah .....	10
2.2.3	Baja Karbon Tinggi .....	10
2.3	Baja Paduan.....	11
2.3.1	Baja Paduan Rendah.....	11
2.3.2	Baja Paduan Menengah .....	11
2.3.3	Baja Paduan Tinggi .....	11
2.4	Baja AISI 1050.....	12
2.5	Pengelasan ( <i>Welding</i> ).....	13
2.5.1	Klasifikasi Pengelasan.....	13
2.5.2	Daerah Las .....	15
2.5.3	Siklus Thermal Daerah Las .....	17
2.5.4	Kampuh Las.....	18
2.5.5	Posisi Pengelasan.....	21
2.6	Pengelasan SMAW .....	23
2.6.1	Elektroda Pengelasan.....	25
2.6.2	Elektroda E7018 .....	30
2.6.3	Keuntungan Las SMAW .....	32
2.6.4	Kekurangan Las SMAW .....	32
2.7	<i>Cold Treatment</i> .....	33
2.7.1	Waktu Penahanan ( <i> Holding Time</i> ).....	33
2.7.2	<i>Quenching</i> .....	35
2.8	Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	37
2.8.1	Standar Pengujian Kekerasan .....	38
2.8.2	Metode Pengujian Kekerasan .....	40

2.8.3	Tujuan Pengujian Kekerasan .....	41
2.9	Pengujian Kekuatan Tarik .....	42
2.9.1	Standar Pengujian Kekuatan Tarik .....	42
2.9.2	Metode Pengujian Kekuatan Tarik .....	43
2.9.3	Tujuan Pengujian Kekuatan Tarik .....	45
2.10	Pengujian Struktur Mikro .....	47
2.10.1	Standar Pengujian Struktur Mikro .....	52
2.10.2	Tujuan Pengujian Struktur Mikro .....	52
2.11	Pengujian Struktur Makro .....	53
2.11.1	Standar Pengujian Makro .....	53
2.12.2	Tujuan Pengujian Makro .....	53
<b>BAB III RANCANGAN PENELITIAN .....</b>		<b>54</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	54
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	55
3.2.1	Studi Literatur .....	55
3.2.2	Tahapan Persiapan .....	56
3.2.3	Bahan Penelitian .....	64
3.2.4	Variable Penelitian .....	68
3.2.5	Proses Proses Pembuatan Spesimen .....	69
3.2.6	Proses Pengujian Spesimen .....	79
3.2.7	Analisa Pengolahan Data dan Pembahasan .....	86
3.2.8	Kesimpulan Hasil Penelitian .....	88
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>89</b>
4.1	Data Hasil Pengujian .....	89
4.1.1	Data Hasil Pengujian Struktur Makro .....	89
4.1.2	Data Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	90

4.1.3	Data Hasil Penelitian Uji Kekerasan .....	95
4.1.4	Data Hasil Penelitian Uji Tarik.....	95
4.2	Pembahasan.....	96
4.2.1	Data Hasil Pembahasan Uji Struktur Makro .....	96
4.2.2	Data Hasil Pembahasan Uji Struktur Mikro .....	100
4.2.3	Data Hasil Pembahasan Uji Kekerasan .....	110
4.2.4	Data Hasil Pembahasan Uji Tarik.....	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		116
5.1	Kesimpulan.....	116
5.2	Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA .....		117
LAMPIRAN I .....		121
LAMPIRAN II .....		122
LAMPIRAN III.....		125
LAMPIRAN IV .....		127
LAMPIRAN V.....		128
LAMPIRAN VI .....		129
LAMPIRAN VII.....		130
LAMPIRAN VIII.....		135

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembagian Daerah Las.....	16
Gambar 2.2 Siklus <i>Thermal</i> Las .....	18
Gambar 2.3 <i>Butt Joint</i> .....	18
Gambar 2.4 <i>T-Joint</i> .....	19
Gambar 2.5 <i>Corner Joint</i> .....	20
Gambar 2.6 <i>Lap Joint</i> .....	20
Gambar 2.7 <i>Paralel Joint</i> .....	21
Gambar 2.8 Posisi 1G .....	21
Gambar 2.9 Posisi 2G .....	22
Gambar 2.10 Posisi 3Gd-3Gu .....	23
Gambar 2.11 Posisi 4G .....	23
Gambar 2.12 SMAW .....	24
Gambar 2.13 Kekuatan Mekanik Elektroda Las Standar ASTM.....	30
Gambar 2.14 Alat Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i> .....	37
Gambar 2.15 Identifikasi Pengujian <i>Rockwell</i> .....	37
Gambar 2.16 Cara Kerja Metode <i>Rockwell</i> .....	39
Gambar 2.17 Pengujian <i>Rockwell</i> .....	41
Gambar 2.18 Mesin Pengujian Kekuatan Tarik.....	42
Gambar 2.19 Standar Pengujian Kekuatan Tarik ASTM E8M-04 .....	43
Gambar 2.20 Standart Maximal Pengujian Kekuatan Tarik ASTM E8M-04 .....	43
Gambar 2.21 Cara Kerja Pengujian Kekuatan Tarik .....	44
Gambar 2.22 Alat Uji Struktur Mikro.....	48
Gambar 2.23 Struktur <i>Ferrite</i> .....	49
Gambar 2.24 Struktur <i>Austenit</i> .....	49
Gambar 2.25 Struktur <i>Cementit</i> .....	50
Gambar 2.26 Struktur <i>Pearlite</i> .....	50
Gambar 2.27 Struktur <i>Lediburite</i> .....	51
Gambar 2.28 Struktur <i>Martensite</i> .....	51
Gambar 2.29 Struktur <i>Bainite</i> .....	52
Gambar 2.30 Alat Pengujian Makro .....	53
Gambar 2.31 Sketsa Uji Makro .....	53

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	54
Gambar 3.2 Mesin Las SMAW .....	56
Gambar 3.3 Kabel Massa .....	57
Gambar 3.4 <i>Clamp</i> Massa.....	57
Gambar 3.5 Elektroda E7018.....	58
Gambar 3.6 Kabel Elektroda.....	58
Gambar 3.7 <i>Holder</i> Elektroda.....	59
Gambar 3.8 Palu Terak .....	59
Gambar 3.9 Tang Penjepit .....	59
Gambar 3.10 Sikat Baja .....	60
Gambar 3.11 <i>Welding Table</i> .....	60
Gambar 3.12 <i>Sigmat</i> .....	61
Gambar 3.13 <i>Grinda Machine</i> .....	61
Gambar 3.14 <i>Welding Helmet</i> .....	62
Gambar 3.15 <i>Welding Gloves</i> .....	62
Gambar 3.16 <i>Aprone</i> .....	63
Gambar 3.17 <i>Welding Mask</i> .....	63
Gambar 3.18 <i>Safety Shoes</i> .....	64
Gambar 3.19 Baja AISI 1050.....	64
Gambar 3.20 <i>Mill Certificate</i> AISI 1050 .....	65
Gambar 3.21 Elektroda E7018.....	65
Gambar 3.22 Air Kran .....	66
Gambar 3.23 Garam.....	66
Gambar 3.24 <i>Coolant</i> .....	67
Gambar 3.25 Oli SAE 40 .....	67
Gambar 3.26 Kampuh <i>Single V Butt-Joint</i> .....	70
Gambar 3.27 Hasil Pengelasan .....	72
Gambar 3.28 Media Pendinginan Air Garam .....	72
Gambar 3.29 Media Pendinginan <i>Coolant</i> .....	73
Gambar 3.30 Media Pendinginan Oli SAE 40.....	73
Gambar 3.31 Hasil Las Digrinding.....	74
Gambar 3.32 Bentuk Dimensi Spesimen Uji Kekerasan .....	74



Gambar 3.33 Bentuk Dimensi Pengujian Kekuatan Tarik.....	75
Gambar 3.34 Mesin Gergaji Baja .....	77
Gambar 3.35 Spesimen Yang Sudah Terpotong .....	78
Gambar 3.36 Proses Frais Spesimen.....	78
Gambar 3.37 Proses Frais Spesimen Uji Kekerasan dan Tarik .....	79
Gambar 3.38 Alat Uji Kekerasan <i>Rockwell</i> (B).....	80
Gambar 3.39 Spesimen Sebelum Uji Tarik .....	82
Gambar 3.40 Spesimen Sesudah Uji Tarik .....	82
Gambar 3.41 Mesin Uji Tarik .....	83
Gambar 3.42 Alat Uji Struktur Mikro.....	84
Gambar 3.43 Bahan Spesimen Yang Sudah Di Etsa .....	85
Gambar 3.44 Alat Uji Struktur Makro .....	86
Gambar 4.1 Hasil Pengelasan SMAW Pendinginan Air Garam.....	89
Gambar 4.2 Hasil Pengelasan SMAW Pendinginan <i>Coolant</i> .....	89
Gambar 4.3 Hasil Pengelasan SMAW Pendinginan Oli SAE 40 .....	90
Gambar 4.4 Struktur Mikro Daerah <i>Base Metal</i> Air Garam.....	90
Gambar 4.5 Struktur Mikro Daerah HAZ Air Garam.....	91
Gambar 4.6 Struktur Mikro Daerah <i>Weld Metal</i> Air Garam .....	91
Gambar 4.7 Struktur Mikro Daerah <i>Base Metal Coolant</i> .....	92
Gambar 4.8 Struktur Mikro Daerah HAZ <i>Coolant</i> .....	92
Gambar 4.9 Struktur Mikro Daerah <i>Weld Metal Coolant</i> .....	93
Gambar 4.10 Struktur Mikro Daerah <i>Base Metal</i> Oli SAE 40 .....	93
Gambar 4.11 Struktur Mikro Daerah HAZ Oli SAE 40 .....	94
Gambar 4.12 Struktur Mikro Daerah <i>Weld Metal</i> Oli SAE 40.....	94
Gambar 4.13 Struktur Makro Pengelasan SMAW Media Air Garam .....	97
Gambar 4.14 Struktur Makro Pengelasan SMAW Media <i>Coolant</i> .....	98
Gambar 4.15 Struktur Makro Pengelasan SMAW Media Oli SAE 40.....	98
Gambar 4.16 Struktur Mikro Air Garam Daerah <i>Base Metal</i> .....	101
Gambar 4.17 Struktur Mikro Air Garam Daerah HAZ.....	102
Gambar 4.18 Struktur Mikro Air Garam Daerah <i>Weld Metal</i> .....	103
Gambar 4.19 Struktur Mikro <i>Coolant</i> Daerah <i>Base Metal</i> .....	104
Gambar 4.20 Struktur Mikro <i>Coolant</i> Daerah HAZ.....	105

Gambar 4.21 Struktur Mikro <i>Coolant</i> Daerah <i>Weld Metal</i> .....	106
Gambar 4.22 Struktur Mikro Oli SAE 40 Daerah <i>Base Metal</i> .....	107
Gambar 4.23 Struktur Mikro Oli SAE 40 Daerah HAZ .....	108
Gambar 4.24 Struktur Mikro Oli SAE 40 Daerah <i>Weld Metal</i> .....	109

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Clasification of AISI 1050 Steel</i> .....	12
Tabel 2.2 <i>Material Properties of AISI 1050 Steel</i> .....	12
Tabel 2.3 Klasifikasi Las Berdasarkan Kerja.....	15
Tabel 2.4 Keuntungan Mesin Las AC-DC.....	25
Tabel 2.5 Spsifikasi Arus Menurut Tipe dan Diameter Elektroda.....	25
Tabel 2.6 Klasifikasi Dua Digit Elektroda SMAW .....	28
Tabel 2.7 Klasifikasi Digit Ketiga Elektroda SMAW .....	28
Tabel 2.8 Klasifikasi Digit Keempat Elektroda SMAW.....	29
Tabel 2.9 Klasifikasi Sluks Elektroda SMAW .....	29
Tabel 2.10 Standar Indentor Penekanan <i>Rockwell</i> .....	40
Tabel 2.11 Skala Pemakaian Identor <i>Rockwell</i> .....	40
Tabel 3.2 Dimensi Ukuran Pengujian Kekerasan .....	75
Tabel 3.3 Dimensi Ukuran Pengujian Kekuatan Tarik.....	76
Tabel 3.4 Dimensi Ukuran Pengujian Mikro Dan Makro.....	76
Tabel 4.1 Pengolahan Data Hasil Uji Kekerasan.....	95
Tabel 4.2 Pengolahan Data Hasil Uji Tarik .....	96
Tabel 4.3 Hasil Sambungan Las SMAW Dan Lebar HAZ Sambungan Las .....	97

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.2 Diagram Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	33
Grafik 2.1 Diagram CCT ( <i>Continous Cooling Transformation</i> ) .....	35
Grafik 2.3 Diagram TTT ( <i>Time Temperature Transformation</i> ) .....	36
Grafik 2.4 Hasil Uji Kekuatan Tarik.....	44
Grafik 2.5 Tegangan-Regangan .....	46
Grafik 4.3 Hubungan Antara Pengelasan SMAW Terhadap Lebar HAZ.....	99
Grafik 4.1 Hubungan Antara Variasi Media Pendingin Terhadap Kekerasan.....	111
Grafik 4.2 Hubungan Antara Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik .....	113