

**SKRIPSI**  
**ANALISA PENGARUH VARIASI ELEKRODA**  
**PENGELASAN SMAW SAMBUNGAN LOGAM BAJA JIS G**  
**3131 SPHC DENGAN BAJA AISI SS 201 TERHADAP SIFAT**  
**MEKANIS**



**DISUSUN OLEH:**

**Nama : DWI KURNIAWAN**  
**NIM : 1511056**

**PROGRAM STUDI**  
**TEKNIK MESIN S-1**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2019**

**SKRIPSI**  
**ANALISA PENGARUH VARIASI ELEKTRODA**  
**PENGELASAN SMAW SAMBUNGAN LOGAM BAJA JIS G**  
**3131 SPHC DENGAN BAJA AISI SS 201 TERHADAP SIFAT**  
**MEKANIS**

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

**DISUSUN OLEH:**  
**Nama: DWI KURNIAWAN**  
**NIM: 1511056**

**PROGRAM STUDI**  
**TEKNIK MESIN S-1**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISA PENGARUH VARIASI ELEKRODA  
PENGELASAN SMAW SAMBUNGAN LOGAM BAJA JIS G  
3131 SPHC DENGAN BAJA AISI SS 201 TERHADAP SIFAT  
MEKANIS



DISUSUN OLEH :

Nama : DWI KURNIAWAN  
NIM : 1511056

Malang,

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

Sibut, ST., MT.  
NIP.Y.1030300379

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Rahardjo, MT.  
NIP. 199570601 199202 1001



(PESERO) MALANG  
K 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 : Dwi Kurniawan  
Nim : 15.11.056  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin / Material  
Program Studi : Strata Satu (S-1)  
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI ELEKTRODA  
PENGELASAN SMAW SAMBUNGAN LOGAM  
BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN BAJA AISI SS 201  
TERHADAP SIFAT MEKANIS

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

Hari / Tanggal : Rabu, 24 Juli 2019

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 82,95 (A)

**Panitia Ujian Skripsi**

**Ketua**

**Sibut, ST, MT**  
NIP. Y. 1030300379

**Sekretaris**

**Ir. Teguh Raharjo, MT**  
NIP 19570601199202001

**Anggota Penguji**

**Penguji I**

**Ir. Drs. Eko Edy Susanto, MT.**  
NIP. 195703221982111001

**Penguji II**

**Ir. Basuki Widodo, MT**  
NIP. Y. 1018100037



**BAA-PT**

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama : Dwi Kurniawan**

**NIM : 1511056**

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

### Menyatakan

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

Demikian Surat Pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, Juli 2019



Dwi Kurniawan

NIM. 1511056

### LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Dwi Kurniawan  
NIM : 1511056  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Proses Produksi  
Judul Skripsi : **Analisa Pengaruh Variasi Elektroda Pengelasan SMAW Sambungan Logam Baja JIS G 3131 SPHC Dengan Baja AISI SS 201 Terhadap Sifat Mekanis.**  
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.

| No | Materi Bimbingan        | Waktu Bimbingan | Paraf Dosen Pembimbing  |
|----|-------------------------|-----------------|---|
| 1  | Pengajuan Judul Skripsi | 11 April 2019   |    |
| 2  | Konsultasi Bab I & II   | 14 Mei 2019     |    |
| 3  | Konsultasi Bab III      | 14 Mei 2019     |    |
| 4  | Konsultasi Bab IV       | 3 Juli 2019     |   |
| 5  | Konsultasi Bab V        | 3 Juli 2019     |  |
| 6  | Makalah Seminar         | 17 Juli 2019    |  |
| 7  | Acc Laporan Skripsi     | 21 Juli 2019    |  |

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT  
NIP. 199570601 199202 1001

### LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dwi Kurniawan  
NIM : 1511056  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Proses Produksi  
Judul Skripsi : **Analisa Pengaruh Variasi Elektroda Pengelasan SMAW Sambungan Logam Baja JIS G 3131 SPHC Dengan Baja AISI SS 201 Terhadap Sifat Mekanis.**  
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT..

Tanggal Mengajukan Skripsi : 11 April 2019  
Tanggal menyelesaikan Skripsi : 24 Juli 2019  
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT..  
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90 (A)

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT.  
NIP. 19570601 199202 1001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan Proposal Skripsi ini Penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang
2. Ibu Dr. Elly Nursanti, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Bapak Sibut, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, MT., selaku dosen pembimbing yang tak henti-hentinya memberikan arahan, dukungan, serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan Proposal Skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
6. Bapak dan Ibu tercinta, serta keluarga yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian dan kasih sayang dan seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Mesin S-1 ITN Malang yang memberikan dukungan serta masukan untuk menyelesaikan proposal ini.

Penulis menyadari Proposal Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna , oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan Proposal Skripsi yang dibuat.

Malang, ... Maret 2019

Penulis



# **ANALISA PENGARUH VARIASI ELEKTRODA PENGELASAN SMAW SAMBUNGAN LOGAM BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN BAJA AISI SS 201 TERHADAP SIFAT MEKANIS**

**Dwi Kurniawan**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional

Malang

Jl. Raya Karanglo km 2, Malang 65145

Email: dkjaya3@gmail.com

## **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) terhadap sifat mekanis pada sambungan las baja JIS G 3131 SPHC dengan AISI SS 201. Untuk bahan pembuatan penahan sirip kemudi kapal biasanya menggunakan bahan yang sama untuk pembuatan lambung kapal yaitu baja JIS G 3131 SPHC. Pengelasan SWAM dengan menggunakan variasi elektroda. Sifat baja sendiri mudah terkorosi jika berinteraksi dengan air laut, maka diperlukan bahan lain yang memiliki sifat tahan karat yang bagus seperti stainless steel. Stainless steel yang biasanya digunakan adalah baja AISI SS 201 karena memiliki sifat ketahanan terhadap korosi intergranular mengikuti pengelasan. Untuk hasil uji tarik pengelasan dengan menggunakan elektroda AWS E 6016 memiliki nilai uji tarik yaitu 34,424 kgf/mm<sup>2</sup>. nilai hasil uji kekerasan elektroda AWS E 6010 memiliki nilai HAZ baja paling tinggi yaitu 43,33 HRC. sedangkan nilai rata-rata tertinggi uji kekerasan ialah pengelasan menggunakan elektroda AWS E 6016 dengan nilai kekerasan mencapai 76,39 HRC. Dan nilai uji impak paling tinggi dihasilkan oleh pengelasan dengan elektroda AWS E 6016 yaitu 10,11506 untuk satuan energy (joule) dan 0,10116 untuk HI.

**Kata Kunci :** pengelasan, SMAW, JIS G 3131 SPHC, AISI SS 201, sifat mekanik

## DAFTAR ISI

|  |          |
|--|----------|
| SKRIPSI.....   | i        |
| LEMBAR PERSETUJUAN.....                                | ii       |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....                        | iii      |
| PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN.....                   | iv       |
| LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI.....                  | v        |
| LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....                          | vi       |
| ABSTRAK.....   | viii     |
| DAFTAR ISI.....  | ix       |
| DAFTAR GAMBAR.....                                     | xii      |
| DATAR TABEL.....                                       | xiv      |
| DAFTAR GRAFIK.....                                     | xv       |
| <b>BAB I</b>   |          |
| <b>PENDAHULUAN.....</b>                                | <b>1</b> |
| 1.1 Latar belakang.....                                | 1        |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                               | 2        |
| 1.3 Batasan Masalah.....                               | 2        |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....                             | 3        |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                            | 3        |
| 1.6 Metodologi Penelitian.....                         | 3        |
| 1.5 Sistematika Penulisan.....                         | 4        |
| <b>BAB II.....</b>                                     | <b>5</b> |
| <b>LANDASAN TEORI.....</b>                             | <b>5</b> |
| 2.2 Pengelasan ( Welding).....                         | 8        |
| 2.3. SMAW (Las Shilded Metal Arc Welding).....         | 8        |
| 2.4 Siklus Termal Daerah Las.....                      | 9        |
| 2.4.1 Pembekuan Dan Struktur Logam Las.....            | 11       |
| 2.4.2 Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ).....  | 12       |
| 2.4.3 Ketangguhan Dan Penggetasan Pada Daerah HAZ..... | 14       |
| 2.4.4 Ketangguhan Logam Las.....                       | 21       |
| 2.5 Retak Pada Daerah Las.....                         | 23       |
| 2.5.1 Jenis Retak Las.....                             | 23       |
| 2.5.2 Penyebab Retak Las Dan Cara Menanggulangi.....   | 25       |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6 Jenis Sambungan Las.....                 | 35        |
| 2.7 Jenis Elektroda .....                    | 37        |
| 3.7.1 Pengaruh jenis elektroda .....         | 39        |
| 2.8 Elektroda AWS E 6010 .....               | 40        |
| 2.8.1 Spesifikasi Elektroda AWS E 6010.....  | 40        |
| 2.8.2 Komposisi Elektroda AWS E 6010 .....   | 41        |
| 2.9 Elektroda AWS E 6013 .....               | 41        |
| 2.9.1 Spesifikasi Elektroda AWS E 6013 ..... | 41        |
| 2.10 Elektroda AWS E 6016 .....              | 43        |
| 2.10.1 Spesifikasi Elektroda AWS E 6016..... | 43        |
| 2.11 Uji Tarik.....                          | 44        |
| 2.11.1 Tegangan Dan Regangan Pada Baja.....  | 44        |
| 2.11.2 Kurva Tegangan Dan Regangan.....      | 45        |
| 2.12 Uji Impak .....                         | 47        |
| 2.12.1 Perumusan Pada Uji Impact Charpy..... | 49        |
| 2.12.2 Jenis Patahan.....                    | 50        |
| 2.13 Uji Kekerasan Rockwell .....            | 51        |
| <b>BAB III.....</b>                          | <b>55</b> |
| <b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>           | <b>55</b> |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian.....             | 55        |
| 3.2 Bahan Yang Digunakan.....                | 56        |
| 3.3 Alat Yang Digunakan.....                 | 57        |
| 3.4 Cara Pembuatan Spesimen.....             | 57        |
| 3.5 Dasar Pemilihan Spesimen .....           | 59        |
| 3.6 Waktu Dan Tempat Pengujian .....         | 61        |
| 3.7 Prosedur Penelitian .....                | 61        |
| 3.8 Pelaksanaan Pengujian .....              | 63        |
| 3.8.2 Hasil Pengujian.....                   | 66        |
| <b>BAB IV.....</b>                           | <b>68</b> |
| <b>ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>     | <b>68</b> |
| 4.1 Pengolahan Data Uji Tarik.....           | 68        |
| 4.1.1 Data Hasil Pengujian Tarik.....        | 68        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1.2 Analisa Dan Pembahasan Pengujian Tarik .....           | 69        |
| <b>4.2 Pengolahan Data Pengujian Kekerasan .....</b>         | <b>70</b> |
| 4.2.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan.....                    | 70        |
| 4.2.2 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan ..... | 72        |
| <b>4.3 Pengolahan Data Pengujian Impak .....</b>             | <b>73</b> |
| 4.3.1 Data Hasil Pengujian Impak .....                       | 73        |
| 4.3.2 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Impak .....     | 74        |
| <b>4.4 Pengolahan Data Pengamatan Struktur Mikro .....</b>   | <b>75</b> |
| 4.4.1 Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro.....              | 75        |
| 4.4.2 Analisa Dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro ..... | 78        |
| <b>4.5 Hasil Foto Makro SS 201 .....</b>                     | <b>79</b> |
| <b>4.6 Foto Hasil Makro Baja SPHC .....</b>                  | <b>80</b> |
| <b>BAB V.....</b>  | <b>81</b> |
| <b>PENUTUP.....</b>  | <b>81</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....   | 81        |
| 5.2 Saran.....   | 81        |
| <b>Daftar Pustaka.....</b>                                   | <b>82</b> |
| <b>Lampiran .....</b>  | <b>83</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Proses Pencairan Elektroda .....   | 9  |
| Gambar 2.2 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan .....   | 10 |
| Gambar 2.3 Siklus Thermal Las Pada Beberapa Jarak Dari Batas Las .....  | 10 |
| Gambar 2.4 Arah Pembekuan Dari Logam Las .....  | 12 |
| Gambar 2.5 Diagram CCT Pada Pengelasan Baja Kekuatan BJ55. ....   | 13 |
| Gambar 2.6 Diagram CCT Dan Hubungan Antara Waktu Pendingin Dengan Kerasan Dan Struktur .....                    | 15 |
| Gambar 2.7 Skema Struktur Mikro Daerah HAZ .....  | 17 |
| Gambar 2.8 Perubahan Temperatur Transisi Pada Lasan .....   | 17 |
| Gambar 2.9 Hubungan Antara Waktu Pendinginan, Struktur Mikro dan Kekuatan Tumbuk pada Daerah HAZ .....          | 18 |
| Gambar 2.10 Diagram CCT untuk Baja BJ60 (a) dan BJ80 (b) .....  | 19 |
| Gambar 2.11 Pengaruh Masukan Panas Pada Sifat Tumbuk .....  | 20 |
| Gambar 2.12 Hubungan Antara Sifat Tumbuk dan Kadar O <sub>2</sub> Dalam Logam Lasan .....                       | 23 |
| Gambar 2.13 Retak Dingin .....  | 24 |
| Gambar 2.14 Retak Panas .....   | 24 |
| Gambar 2.15 Skema Retak Bebas Tegang .....  | 25 |
| Gambar 2.16 Kelarutan Hidrogen Dalam Besi Pada Tekanan 1 atm .....  | 26 |
| Gambar 2.17 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam Logam Lasan .....                               | 27 |
| Gambar 2.18 Penyerapan Uap Oleh Elektroda Terbungkus .....  | 27 |
| Gambar 2.19 Retak Lamel Yang Dimulai Dari Retak Akar .....  | 29 |
| Gambar 2.20 Pengaruh Kadar Belerang Pada Kepakaan Retak Lamel .....   | 30 |
| Gambar 2.21 Hubungan Antara Retak Lamel dan Kepekaan P <sub>L</sub> .....                                       | 30 |
| Gambar 2.22 Hubungan Antara Kepekaan P <sub>L</sub> dan Tegangan Kritik Pada Arah Tebal .....                   | 31 |
| Gambar 2.23 Skema Dari Retak Lintang .....  | 31 |
| Gambar 2.24 Hubungan Antara Retak Bebas Tegang Dan Temperatur Waktu Pemanasan Dengan Pengujian Lengkung U ..... | 32 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.25 Retak Bebas Tegang Pada Pengujian Celah Y Dari Baja BJ 80 Yang Dibebaskan..... | 33 |
| Gambar 2.26 Diagram Schaeffler .....   | 34 |
| Gambar 2.27 Macam-macam Bentuk Kapuh Pada Butt Joint .....                                 | 35 |
| Gambar 2.28 Macam-macam Sambungan T (Fillet) joint .....                                   | 36 |
| Gambar 2.29 Sambungan Corner Joint .....   | 36 |
| Gambar 2.30 Macam-Macam Sambungan Lap Joint.....   | 37 |
| Gambar 2.31: Pengaruh jenis elektroda .....  | 40 |
| Gambar 2.32 Ukuran Batang Uji Tarik Menurut AWS .....                                      | 45 |
| Gambar 2.33 Kurva Tegang-Regang Teknik .....   | 46 |
| Gambar 2.34 Batas Elastik Dan Tegangan Luluh 0,2%.....                                     | 46 |
| Gambar 2.35 Alat Uji Impact Charpy .....   | 47 |
| Gambar 2.36 Jenis Takik.....   | 51 |
| Gambar 2. 37 Alat Uji Kekerasan Rockwell.....  | 51 |
| Gambar 2. 38 Cara Kerja Mesin Rockwell .....   | 52 |
| Gambar 2.39 identor type <i>Ball</i> dan <i>Diamond</i> .....                              | 53 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....   | 55 |
| Gambar 3.2 Bentuk Kapuh.....   | 58 |
| Gambar 3.3 Variasi Elektroda Yang Digunakan.....   | 58 |
| Gambar 3.4 Dimensi Spesimen Uji Tarik.....   | 59 |
| Gambar 3.5 Dimensi Spesimen Uji Impak .....  | 59 |
| Gambar 3.6 Spesimen Uji Kekerasan .....  | 60 |
| Gambar 3.7 Spesimen Uji Mikro .....  | 60 |
| Gambar 3.8 Bahan Uji Tarik Tiap Variasi .....  | 62 |
| Gambar 3.9 Bahan Untuk Pengamatan Struktur Mikro .....                                     | 62 |
| Gambar 3.10 Bahan Uji Impak Dan Kekerasan.....   | 63 |
| Gambar 3.11 Rockweel Hardness Tester .....   | 64 |
| Gambar 3.12 Charpy Impact Tester .....   | 64 |
| Gambar 3.14 Hasil Uji Tarik.....   | 66 |
| Gambar 3.15 Hasil Uji Impak .....  | 67 |
| Gambar 4.1 Hasil Pengamatan Struktur Mikro.....  | 77 |
| Gambar 4.2 Hasil Foto Makro .....  | 80 |

## DATAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel.2.1 Komposisi kimia Baja SPHC (JIS) G 3131, Pelat Hitam .....      | 7  |
| Tabel 2.2 Komposisi AISI SS 201 dengan % berat setiap unsur .....        | 7  |
| Tabel 2.3 Kekuatan Mekanik .....   | 8  |
| Tabel 2.4 Perkiraan Waktu Pendinginan Pada Beberapa Cara Las Busur ..... | 11 |
| Tabel 2.5 Suhu Transisi Dan Kriteria Patahan .....                       | 16 |
| Tabel 2.6 Komposisi Kimia Elektroda AWS E 6010 .....                     | 41 |
| Tabel 2.7 Sifat Mekanik .....  | 41 |
| Tabel 2.8 Temperatur Pengelasan .....                                    | 41 |
| Tabel 2.9 Komposisi Kimia Elektroda AWS E 6013 .....                     | 42 |
| Tabel 2.10 Sifat Mekanik .....   | 42 |
| Tabel 2.11 Temperatur Pengelasan .....                                   | 42 |
| Tabel 2.12 Komposisi Elektroda AWS E 6016 .....                          | 43 |
| Tabel 2.13 Sifat Mekanik .....   | 43 |
| Tabel 2.14 Temperatur Pengelasan .....                                   | 43 |
| Tabel 2.15 Energi Pada Setiap Sudut Ayun .....                           | 49 |
| Tabel 2. 9 Klasifikasi Indentor pada Uji Kekerasan Rockwell .....        | 54 |
| Tabel 3.1 Ukuran Spesimen Uji Tarik .....                                | 59 |
| Tabel 3.2 Ukuran Spesimen Uji Impak .....                                | 60 |
| Tabel 3.3 Ukuran Spesimen Uji Kekerasan .....                            | 60 |
| Tabel 3.4 Ukuran Spesimen Uji Mikro .....                                | 61 |
| Tabel 4 . 1 Hasil Uji Tarik .....  | 68 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan .....                                | 71 |
| Tabel 4.3 Rata-rata Hasil Pengujian Kekerasan (HRC) .....                | 71 |
| Tabel 4.4 Hasil Pengujian Impak .....                                    | 73 |
| Tabel 4.5 rata-rata hasil pengamatan struktur mikro .....                | 77 |

#### DAFTAR GRAFIK

|  |    |
|--|----|
| Grafik 4.1 Hubungan Variasi Elektroda Terhadap Nilai T.S (Tensile Strength)... | 69 |
| Grafik 4.2 Hubungan Variasi Elektroda Dengan Nilai Kekerasan (HRC) .....       | 71 |
| Grafik 4.3 Hubungan Variasi Elektroda Dengan Energi(Joule) .....               | 74 |
| Grafik 4.4 Hubungan Variasi Elektroda Dengan HI .....                          | 74 |
| Grafik 4.5 Hubungan Variasi Elektroda Dengan Perlite dan Ferit .....           | 77 |