

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V
DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK,
SRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL
BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW**



Disusun Oleh :

BAYU ADI FIRMANSYAH

NBI : 1421900165

ANDRIYAS NOVI SAPUTRA

NBI : 1421900159

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2023

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V
DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK,
SRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL
BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW**



Disusun Oleh :

BAYU ADI FIRMANSYAH
NBI : 1421900165

ANDRIYAS NOVI SAPUTRA
NBI : 1421900159

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

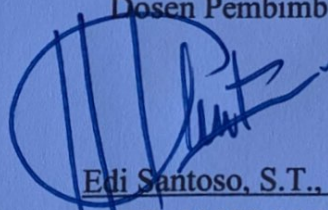
2023

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA : BAYU ADI FIRMANSYAH
NBI : 1421900165
NAMA : ANDRIYAS NOVI SAPUTRA
NBI : 1421900159
PROGRAM STUDI : TEKNIK MESIN
FAKULTAS : TEKNIK
JUDUL : ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT
KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP
KEKUATAN TARIK, SRUKTUR MIKRO, DAN
CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400
DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



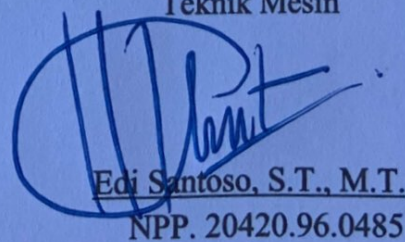
Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0485

Dekan
Fakultas Teknik



Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng
NPP. 20410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Mesin




Edi Santoso, S.T., M.T.
NPP. 20420.96.0485

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan Judul:
ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, SRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik Mesin pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di perguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang bersumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 30 Mei 2023




Bayu Adi Firmansyah
1421900165



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl.Semolowaru 45 Surabaya
Tlp. 031 593 1800 (ex.311)
Email: perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNT UK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bayu Adi Firmansyah
NBI/NPM : 1421900165
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Tugas Akhir/~~Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek*~~

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

“ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, STRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW”

Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantumkan nama saya sebagai penulis,

Di buat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 30 Mei 2023



Yang Menyatakan,

(Bayu Adi Firmansyah)

LEMBAR PERSEMBAHAN

PERSEMBAHAN :

Saya ucapkan terima kasih kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT dengan Rahmat Hidayah dan Karunia-Nya kepada penulis yang tak terhingga.
2. Kedua orang tua tercinta, yang tanpa henti memberikan kasih sayang, dukungan moril dan material serta doa yang tiada hentinya diberikan untuk penulis.
3. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya angkatan 2019 yang tidak bisa penulis sebut satu-persatu yang telah memberikan dukungan.

KATA MUTIARA :

“Sebesar apapun kesengsaraan atau kesusahan yang kita hadapi jika kita terima dengan ikhlas dan lapang dada, maka semuanya itu hanyalah sekedar cobaan semata”

- RM IMAM KOESSOEPANGAT -

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha pengasih lagi Maha penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT berkat Rahmat Hidayah dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga kami dapat menyelesaikan laporan proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, SRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW”. Laporan ini di susun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan Tugas Akhir pada program Sarjana (S-1) di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam proses penyusunan laporan proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

5. Allah SWT dengan Rahmat Hidayah dan Karunia-Nya kepada penulis yang tak terhingga.
6. Kedua orang tua tercinta, yang tanpa henti memberikan kasih sayang, dukungan moril dan material serta doa yang tiada hentinya diberikan untuk penulis.
7. Bapak Edi Santoso, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya angkatan 2019 yang tidak bisa penulis sebut satu-persatu yang telah memberikan dukungan.

Penulis menyadari laporan Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini, sehingga dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa di kembangkan lagi lebih lanjut. Demikian laporan Tugas Akhir ini dibuat penulis berharap semoga bisa berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Surabaya, 30 Mei 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized letter 'A' with a horizontal line extending to the right, and a vertical line crossing it.

Bayu Adi Firmansyah

ABSTRAK

ANALISA PENGARUH VARIASI SUDUT KAMPUH V DAN KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK, SRUKTUR MIKRO, DAN CACAT LAS PADA MATERIAL BAJA SS 400 DENGAN PROSES PENGELASAN SMAW

Las busur listrik atau sering disebut las listrik merupakan proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panasnya, Teknik pengelasan busur listrik dengan elektroda terbungkus telah digunakan secara luas dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Pengelasan menjadi media untuk mencapai tujuan rancangan konstruksi yang efisien dan efektif. Maka, konstruksi pengelasan dan cara mengelas harus memperhatikan konsistensi antara sifat mekanis dan fisis dari benda lasan dengan keuntungan konstruksi.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu pengelasan menggunakan SMAW dengan memvariasikan besar sudut kampuh V dan kuat arus menggunakan baja SS 400, Besar sudut kampuh V yang akan divariasikan yaitu 70°, 80°, 90° dan kuat arus yang akan digunakan yaitu 80A, 90A, 100A dengan elektroda E 7018 pertama pengambilan data spesimen, dimana data yang dikoleksi atau diteliti dijadikan petunjuk dalam penelitian. Kedua, metode status dimana sampel yang dipilih akan dianalisa karakteristiknya kemudian hasil pengelasan diuji kekuatan tarik, struktur mikro dan kecacatan las. Dan yang ketiga metode evaluasi, dimana data yang didapat dievaluasi untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Hasil penelitian yang didapat untuk pengujian Tarik baja SS 400 nilai kekuatan paling tinggi yaitu di variasi sudut kampuh V 70° kuat arus 100A dengan nilai tegangan maksimum rata-rata 52,29 kg/mm² dan untuk nilai tegangan terendah yaitu di variasi sudut kampuh V 80° kuat arus 90A dengan nilai tegangan maksimum rata-rata 44,01 kg/mm². Begitu juga dengan pengujian struktur mikro, nilai dari hasil perhitungan besar butiran di area weld metal dengan nilai nomor grain size paling besar 11,2 dengan besar diameter butir 0,0112 mm berada di sudut kampuh V 80° kuat arus 90A dan didapatkan juga hasil nomor Grain size paling kecil 6,7 dengan besar diameter butir 0,0067 mm berada di sudut kampuh V 70° kuat arus 100A. Hal ini berarti butiran yang membesar mengakibatkan menurunnya nilai kekuatan pada material tersebut

Kata kunci : Pengelasan SMAW, Sudut kampuh V, Kuat Arus

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION OF GROOVE V AND CURRENT STRENGTH ON THE TENSILE STRENGTH OF, MICROSTRUCTURE, AND WELDING DEFECTS IN SS 400 STEEL MATERIAL WITH SMAW WELDING PROCESS

Electric arc welding or often called electric welding is a metal joining process using electricity as a heat source. Electric arc welding techniques with covered electrodes have been widely used in joining rods in steel building construction and machine construction. Welding is a medium for achieving efficient and effective construction design goals. Thus, welding construction and welding methods must pay attention to the consistency between the mechanical and physical properties of the welded object with the advantages of the construction.

The method to be used in this study is welding using SMAW by varying the seam angle V and current strength using SS 400 steel. The seam angle V to be varied is 70°, 80°, 90° and the current strength to be used is 80A, 90A, 100A with the first E 7018 electrode for collecting specimen data, where the data collected or studied is used as a guide in research. Second, the status method where the selected sample will be analyzed for its characteristics then the results of the welding are tested for tensile strength, microstructure and weld defects. And the third is the evaluation method, where the data obtained is evaluated to get maximum results.

The results of the tensile test on SS 400 steel show that the variation of seam angle V 70° yields the highest strength value, with a current strength of 100A and an average maximum stress value of 52.29 kg/mm², and the variation of seam angle V 80 ° yields the lowest stress value, with a current strength of 90A and an average maximum voltage value of 44.01 kg/mm². Similar to the microstructure test, the value of the calculation of the grain size in the weld metal area with the maximum grain size number value is 11.2 with a grain dimension of 0.0112 mm at the corner of the V seam 80° current strength 90A. At the corner of the V 70° seam with a current of 100A, the smallest grain size is 6.7 with a grain diameter of 0.0067 mm. This indicates that the material's strength value decreases as a result of the larger grain.

Keywords : SMAW, groove v, current strength

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Gelar Sarjana..... | ii |
| Lembar Pengesahan | iii |
| Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir..... | iv |
| Lembar Pernyataan Persetujuan publikasi..... | v |
| Lembar Persembahan | vi |
| Kata Pengantar | vii |
| Abstrak | ix |
| Daftar Isi..... | xi |
| Daftar Gambar..... | xiv |
| Daftar Tabel | xvii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|--------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Pengertian Pengelasan..... | 5 |
| 2.2 Daerah Pengaruh Panas..... | 5 |
| 2.2.1 Daerah Logam Las..... | 5 |
| 2.2.2 Daerah Pengaruh Panas Atau <i>Heat Affected Zone (Haz)</i> | 6 |
| 2.2.3 Logam Indukyang Tak Terpengaruh Panas | 6 |
| 2.3 Pengelasan <i>Sheilded Metal Arc Welding (Smaw)</i> | 6 |
| 2.4 Waktu Dan Kecepatan Pengelasan..... | 7 |
| 2.4.1 Waktu Pengelasan..... | 7 |
| 2.4.2 Kecepatan Pengelasan | 7 |
| 2.5 Media Pendingin | 7 |
| 2.6 Tipe Elektroda E-7018 | 8 |
| 2.7 Besar Kuat Arus Pengelasan | 8 |
| 2.8 Baja Ss 400..... | 9 |
| 2.9 Kampuh V Tunggal..... | 11 |
| 2.10 Ukuran Standart Benda Uji Astm E8 | 11 |
| 2.11 Cacat Las | 13 |
| 2.12 Pengujian Tarik | 15 |
| 2.13 Struktur Mikro..... | 17 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | |
|--|----|
| 3.1 Flow Chart Kegiatan Penelitian | 19 |
| 3.2 Uraian Diagram Alir Penelitian..... | 20 |
| 3.2.1 Mulai..... | 20 |
| 3.2.2 Studi Literatur..... | 20 |
| 3.2.3 Persiapan Alat dan Bahan..... | 20 |
| 3.2.4 Pembuatan Alur Las Kampuh V..... | 26 |
| 3.2.5 Proses Pengelasan..... | 27 |
| 3.2.6 Pembuatan Spesimen..... | 29 |
| 3.2.7 Pengujian Spesimen..... | 30 |
| 3.2.7.1 Pengujian Cacat Las | 30 |
| 3.2.7.2 Pengujian tarik..... | 31 |
| 3.2.7.3 Pengujian Struktur Mikro..... | 32 |
| 3.3 Analisa Data..... | 33 |
| 3.4 Kesimpulan | 33 |

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Spesifikasi | 35 |
| 4.2 Uji Kecacatan | 35 |
| 4.2.1 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 70° Arus 80 Ampere..... | 35 |
| 4.2.2 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 70° Arus 90 Ampere..... | 36 |
| 4.2.3 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 70° Arus 100 Ampere..... | 37 |
| 4.2.4 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 80° Arus 80 Ampere..... | 38 |
| 4.2.5 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 80° Arus 90 Ampere..... | 38 |
| 4.2.6 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 80° Arus 100 Ampere..... | 39 |
| 4.2.7 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 90° Arus 80 Ampere..... | 40 |
| 4.2.8 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 90° Arus 90 Ampere..... | 40 |
| 4.2.9 Pengujian Kecacatan Las Pada Kampuh V 90° Arus 100 Ampere..... | 41 |
| 4.3 Uji Tarik..... | 43 |
| 4.3.1 Pengujian Tarik Raw Material..... | 44 |
| 4.3.2 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 70° Arus 80 Ampere | 47 |
| 4.3.3 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 70° Arus 90 Ampere | 50 |
| 4.3.4 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 70° Arus 100 Ampere | 53 |
| 4.3.5 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 80° Arus 80 Ampere | 56 |
| 4.3.6 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 80° Arus 90 Ampere | 59 |
| 4.3.7 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 80° Arus 100 Ampere | 62 |
| 4.3.8 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 90° Arus 80 Ampere | 65 |
| 4.3.9 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 90° Arus 90 Ampere | 68 |
| 4.3.10 Pengujian Tarik Pada Kampuh V 90° Arus 100 Ampere | 71 |
| 4.4 Uji Struktur Mikro..... | 75 |
| 4.4.1 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 70° Arus 80 Ampere..... | 76 |
| 4.4.2 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 70° Arus 90 Ampere..... | 78 |
| 4.4.3 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 70° Arus 100 Ampere..... | 80 |
| 4.4.4 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 80° Arus 80 Ampere..... | 82 |

| | |
|--|----|
| 4.4.5 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 80° Arus 90 Ampere..... | 84 |
| 4.4.6 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 80° Arus 100 Ampere..... | 86 |
| 4.4.7 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 90° Arus 80 Ampere..... | 88 |
| 4.4.8 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 90° Arus 90 Ampere..... | 90 |
| 4.4.9 Pengujian Struktur Mikro Kampuh V 90° Arus00 Ampere..... | 92 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 95 |
| 5.2 Saran..... | 96 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| DAFTAR PUSTAKA | 97 |
|-----------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| LAMPIRAN..... | 99 |
|----------------------|-----------|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Pengelasan SMAW..... | 6 |
| Gambar 2.2 Plat Baja SS 400..... | 10 |
| Gambar 2.3 Bentuk Kampuh V..... | 11 |
| Gambar 2.4 Spesimen ASTM E8..... | 12 |
| Gambar 2.5 Kurva Regangan, Tegangan..... | 15 |
| Gambar 2.6 Baja karbon rendah, sedang dan tinggi..... | 18 |
| Gambar 3.1 Diagram alir penelitian..... | 19 |
| Gambar 3.2 Material SS 400 untuk penelitian..... | 21 |
| Gambar 3.3 Perlengkapan peralatan untuk pengelasan..... | 24 |
| Gambar 3.4 Cairan <i>cleaning, Penetrant, devloper</i> | 25 |
| Gambar 3.5 Mesin milling..... | 25 |
| Gambar 3.6 Alat uji tarik..... | 25 |
| Gambar 3.7 Mikroskop optik..... | 26 |
| Gambar 3.8 Proses pembuatan kampuh las dengan mesin frais..... | 26 |
| Gambar 3.9 Material yang telah diberi tack weld..... | 27 |
| Gambar 3.10 Hasil proses pengelasan kampuh V 70° kuat arus 80A, 90A, dan 100A..... | 28 |
| Gambar 3.11 Hasil proses pengelasan kampuh V 80° kuat arus 80A, 90A, dan 100A..... | 28 |
| Gambar 3.12 Hasil proses pengelasan kampuh V 90° kuat arus 80A, 90A, dan 100A..... | 28 |
| Gambar 3.13 Spesimen Uji Traik ASTM E8..... | 29 |
| Gambar 3.14 Proses penyemprotan cairan red Penetrant..... | 30 |
| Gambar 3.15 Proses penyemprotan cairan devloper..... | 31 |
| Gambar 3.16 . Proses pengujian tarik..... | 32 |
| Gambar 3.17 Spesimen uji struktur mikro yang telah diberi cairan etsa..... | 32 |
| Gambar 3.18 Proses pengujian struktur mikro..... | 33 |
| Gambar 4.1 Spesimen uji 1 penetrant (kampuh V 70° arus 80 Ampere)..... | 35 |
| Gambar 4.2 Spesimen uji 2 penetrant (kampuh V 70° arus 90 Ampere)..... | 36 |
| Gambar 4.3 Spesimen uji 3 penetrant (kampuh V 70° arus 100 Ampere)..... | 37 |
| Gambar 4.4 Spesimen uji 4 penetrant (kampuh V 80° arus 80 Ampere)..... | 38 |
| Gambar 4.5 Spesimen uji 5 penetrant (kampuh V 80° arus 90 Ampere)..... | 38 |
| Gambar 4.6 Spesimen uji 6 penetrant (kampuh V 80° arus 100 Ampere)..... | 39 |
| Gambar 4.7 Spesimen uji 7 penetrant (kampuh V 90° arus 80 Ampere)..... | 40 |
| Gambar 4.8 Spesimen uji 8 penetrant (kampuh V 90° arus 90 Ampere)..... | 40 |
| Gambar 4.9 Spesimen uji 9 penetrant (kampuh V 90° arus 100 Ampere)..... | 41 |
| Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Jumlah Cacat Pengelasan..... | 42 |
| Gambar 4.11 Dimensi ukuran spesimen ASTM E8..... | 43 |
| Gambar 4.12 Grafik Pengujian Tarik Raw Material..... | 44 |
| Gambar 4.13 Grafik Tegangan dan Regangan Spesimen Raw Material..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.14 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 70° arus 80 Ampere | 47 |
| Gambar 4.15 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° arus 80 Ampere | 49 |
| Gambar 4.16 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 70° arus 90 Ampere | 50 |
| Gambar 4.17 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° arus 90 Ampere | 52 |
| Gambar 4.18 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 70° arus 100 Ampere | 53 |
| Gambar 4.19 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° arus 100 Ampere | 55 |
| Gambar 4.20 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 80° arus 80 Ampere | 56 |
| Gambar 4.21 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° arus 80 Ampere | 58 |
| Gambar 4.22 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 80° arus 90 Ampere | 59 |
| Gambar 4.23 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° arus 90 Ampere | 61 |
| Gambar 4.24 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 80° arus 100 Ampere | 62 |
| Gambar 4.25 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° arus 100 Ampere | 64 |
| Gambar 4.26 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 90° arus 80 Ampere | 65 |
| Gambar 4.27 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° arus 80 Ampere | 67 |
| Gambar 4.38 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 90° arus 90 Ampere | 68 |
| Gambar 4.29 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° arus 90 Ampere | 70 |
| Gambar 4.30 Grafik Pengujian Tarik Variasi Sudut Kampuh V 90° arus 100 Ampere | 71 |
| Gambar 4.31 Grafik Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° arus 100 Ampere | 73 |
| Gambar 4.32 Grafik Perbandingan Semua Variasi | 74 |
| Gambar 4.33 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 70° kuat arus pengelasan 80A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 76 |
| Gambar 4.34 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 70° kuat arus pengelasan 90A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 78 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.35 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 70° kuat arus pengelasan 100A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 80 |
| Gambar 4.36 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 80° kuat arus pengelasan 80A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 82 |
| Gambar 4.37 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 80° kuat arus pengelasan 90A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 84 |
| Gambar 4.38 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 80° kuat arus pengelasan 100A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 86 |
| Gambar 4.39 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 90° kuat arus pengelasan 80A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 88 |
| Gambar 4.40 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 90° kuat arus pengelasan 90A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 90 |
| Gambar 4.41 foto sampel struktur mikro pada baja SS400 dengan diameter kampuh V 90° kuat arus pengelasan 100A (a); struktur mikro pada daerah HAZ, (b); struktur mikro pada daerah weld metal (Etsa Nital 5% Pembesaran 1500x) | 92 |
| Gambar 4.42 Grafik Perbandingan Besar Butir Pada Weld Metal..... | 94 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Spesifikasi arus menurut tipe elektroda dan diameter elektroda..... | 9 |
| Tabel 2.2 Komposisi Kimia Plat Baja SS 400..... | 10 |
| Tabel 2.3 Dimensi Subsize Spesimen ASTM E8..... | 12 |
| Tabel 4.1 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 1 Kampuh V 70° Arus 80 Ampere | 38 |
| Tabel 4.2 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 2 Kampuh V 70° Arus 90 Ampere | 38 |
| Tabel 4.3 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 3 Kampuh V 70° Arus 100 Ampere ... | 39 |
| Tabel 4.4 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 4 Kampuh V 80° Arus 80 Ampere | 40 |
| Tabel 4.5 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 5 Kampuh V 80° Arus 90 Ampere | 41 |
| Tabel 4.6 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 6 Kampuh V 80° Arus 100 Ampere ... | 41 |
| Tabel 4.7 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 7 Kampuh V 90° Arus 80 Ampere | 42 |
| Tabel 4.8 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 8 Kampuh V 90° Arus 90 Ampere | 43 |
| Tabel 4.9 Indikasi Cacat Las Spesimen Uji 8 Kampuh V 90° Arus 100 Ampere ... | 43 |
| Tabel 4.10 Ukuran Spesimen Uji Tarik ASTM E8..... | 45 |
| Tabel 4.11 Ukuran Spesimen Uji Tarik Raw Material..... | 46 |
| Tabel 4.12 Data Hasil Tegangan dan Regangan Pengujian Tarik Raw Material.... | 47 |
| Tabel 4.13 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Spesimen Raw Material.... | 48 |
| Tabel 4.14 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 80 Ampere | 51 |
| Tabel 4.15 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 80 Ampere..... | 51 |
| Tabel 4.16 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 80 Ampere | 51 |
| Tabel 4.17 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 90 Ampere | 54 |
| Tabel 4.18 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 90 Ampere..... | 54 |
| Tabel 4.19 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 90 Ampere | 54 |
| Tabel 4.20 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 100 Ampere | 57 |
| Tabel 4.21 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 100 Ampere..... | 57 |
| Tabel 4.22 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 70° Arus 100 Ampere | 57 |
| Tabel 4.23 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 80 Ampere | 61 |
| Tabel 4.24 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 80 Ampere..... | 61 |
| Tabel 4.25 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 80 Ampere | 61 |
| Tabel 4.26 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 90 Ampere | 64 |
| Tabel 4.27 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 90 Ampere..... | 64 |
| Tabel 4.28 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 90 Ampere | 64 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.29 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 100 Ampere | 67 |
| Tabel 4.30 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 100 Ampere | 67 |
| Tabel 4.31 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 80° Arus 100 Ampere | 67 |
| Tabel 4.32 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 80 Ampere | 71 |
| Tabel 4.33 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 80 Ampere | 71 |
| Tabel 4.34 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 80 Ampere | 71 |
| Tabel 4.35 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 90 Ampere | 74 |
| Tabel 4.36 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 90 Ampere | 74 |
| Tabel 4.37 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 90 Ampere | 74 |
| Tabel 4.38 Data Uji Tarik Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 100 Ampere | 77 |
| Tabel 4.39 Data Hasil Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 100 Ampere | 77 |
| Tabel 4.40 Data Rata – Rata Tegangan dan Regangan Variasi Sudut Kampuh V 90° Arus 100 Ampere | 77 |
| Tabel 4.41 Grain Size Number (Ukuran Butir) ASTM - 112..... | 80 |