

**SKRIPSI**

**ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER ELEKTRODA  
JENIS RB.26 E-6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA  
ST42 DENGAN PENGELASAN SMAW**



**Disusun Oleh :**

**NAMA : FAUZAN AFFIFUDDIN**

**NIM : 1411119**

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

**2020**

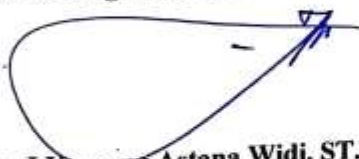
**LEMBAR PERSTUJUAN**  
**SKRIPSI**  
**ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER ELEKTRODA**  
**JENIS RB.26 E-6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA**  
**ST42 DENGAN PENGELASAN SMAW**

Disusun Oleh :


Nama : Fauzan Affifuddin  
NIM : 1411119  
Jurusan : Teknik Mesin S-1

Diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjanah S-1 (Strata Satu) pada  
jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Industri di Institut Teknologi Nasional Malang

**Mengetahui :**  
**Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1**

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

**Diperiksa/disetujui**  
**Dosen Pembimbing**

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



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

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

PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NAGA MALANG

Kampus I : J. Bendungan Segura gura No 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting) Fax. (0341) 552045 Malang 65145  
Kampus II : J. Raya Karanglo Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Fauzan Affifuddin

Nim : 1411119

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER  
ELEKTRODA JENIS RB.26 E-6013 TERHADAP SIFAT  
MEKANIS BAJA ST42 DENGAN PENGELASAN SMAW

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

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 01-juli-2020

Dengan Nilai : 71,5 (B+)

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

**KETUA**

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

**SEKRETARIS**

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

**ANGGOTA PENGUJI**

**PENGUJI I**

IR. Teguh Raharjo, MT  
NIP. 195706011992021001

**PENGUJI II**

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



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fauzan Affifuddin

Nim : 1411119

Jurusan : Teknik Mein S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul "Analisa Pengaruh Variasi Diameter Elektroda Jenis RB.26 E6013 Terhadap Sifat Mekanis Baja ST42 Dengan Pengelasan SMAW" adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyandur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yan telah disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Juli 2020  
Yang Membuat Pernyataan

A yellow postage stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, a serial number "A7D16AHF47065308", and the value "6000" in large black digits. Below the value, it says "6.000 RUPIAH". The stamp features a red floral emblem and is partially covered by a blue ink signature.

Fauzan Affifuddin

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Fauzan Affifuddin  
Nim : 1411119  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI  
DIAMETER ELEKTRODA JENIS RB.26  
E-6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS  
BAJA ST42 DENGAN PENGELOASAN  
SMAW

Taggal Mengajukan Skripsi : 18 - Februari - 2020  
Tanggal Menyelesaikan Skripsi : 14 - Juli - 2020  
Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST, M, Eng  
Telah Dievaluasi : .....

Malang.....

Menyetujui  
Dosen Pembimbing



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

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Fauzan Affifuddin

Nim : 1411119

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Judul Skripsi : ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER  
ELEKTRODA JENIS RB.26 E-6013 TERHADAP SIFAT  
MEKANIS BAJA ST42 DENGAN PENGELASAN SMAW

No	Keterangan	Tanggal	Paraf Dosen Pembimbing
1	Pengajuan Judul	18/02/2020	
2	ACC Judul Skripsi	26/02/2020	
3	Konsultasi Proposal BAB I, BAB II, dan BAB III	02/03/2020	
4	ACC Proposal	11/03/2020	
5	Konsultasi BAB IV dan BAB V	15/06/2020	
6	ACC BAB I, II, III, IV dan BAB V	25/06/2020	
7	Sidang Skripsi	01/07/2020	
8	ACC Laporan Skripsi Penguji I	13/07/2020	
9	ACC Laporan Skripsi Penguji II	14/07/2020	

Diperiksa/disetujui  
Dosen Pembimbing



**Gerald Aditvo Pohan, ST, M. Eng**  
NIP.P.1031500492

## ABSTRAK

### ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER ELEKTRODA JENIS RB.26 E-6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA ST42 DENGAN PENGELASAN SMAW

Fauzan Affifuddin

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional, Malang

Jl. Raya Karanglo Km, Malang 6514

Email : [Putrafauzan08@gmail.com](mailto:Putrafauzan08@gmail.com)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanis dari proses pengelasan menggunakan variasi diameter elektroda jenis RB.26 E-6013 terhadap baja ST42. Pada proses penelitian ini diameter elektroda yang digunakan adalah 2.6 mm dan 3.2 mm dengan proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan arus 80 amper. Setelah proses pengelasan selesai dilanjutkan dengan pembentukan 10 spesimen untuk uji tarik, 6 spesimen untuk uji kekerasan dan 4 spesimen untuk pengujian struktur mikro. Dari proses pengelasan menggunakan kedua variasi diameter elektroda 2.6 mm dan 3.2 mm didapatkan hasil pengelasan dengan variasi diameter elektroda 3.2 mm yang paling bagus dan kuat, dengan nilai kekerasan 66.25 HRB pada daerah logam induk, 75 HRB pada daerah HAZ 2, 75.3 HRB pada daerah HAZ 1, dan 84.8 HAZ pada daerah las dengan nilai uji tarik (*Tensile Strength*) 32.512 kg/mm<sup>2</sup> dengan di buktikan pada pengamatan perubahan struktur mikro daerah Las dan HAZ (*Heat Affected Zona*), dimana pada pengamatan dari perubahan strukturnya lebih banyak didominasi oleh struktur *perlitnya* ketimbang *ferrit*. Dimana stuktur *perlit* itu sendiri berwarna hitam atau lebih gelap dan bersifat kuat serta keras, sedangkan struktur *ferrit* itu sendiri berwarna putih atau lebih terang dan bersifat lunak serta ulet.

Kata Kunci : Diameter Elektroda RB.26 E-6013 2.6mm dan 3.2mm, Las SMAW, Baja ST42. Sifat Mekanis

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa , sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul ANALISA PENGARUH VARIASI DIAMETER ELEKTRODA JENIS RB.26 E-6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA ST42 DENGAN PENGELASAN SMAW. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat yang harus ditempuh oleh seluruh mahasiswa di lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang untuk mendapatkan gelar sarjana teknik.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. Kustamar. MT. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Ellysa Nursanti, ST, MT Selaku Dekan Fakultas Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Dr. I Komang Astana Widi. ST, MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Gerald Adityo Pohan, ST, M. Eng, Selaku Dosen Pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ayah dan Ibu tercinta, serta keluarga yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian dan kasih sayang dan seluruh dan seluruh teman – teman mahasiswa ITN T.Mesin S-1 yang memberi dukungan serta masukan untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan, karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat untuk kita semua, Amien.

Malang, Maret 2020

Penyusun



## DAFTAR ISI

LAPORAN SKRIPSI.....	1
LEMBAR PERSTUJUAN .....	ii
PENGUJIAN SKRIPSI.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika penulisan .....	3
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Pengelasan (Welding).....	5
2.1.1 Las Busur Listrik. ....	7
2.1.2 Memilih Besar Arus Listrik .....	7
2.2 Elektroda .....	8
2.3 Baja.....	9
2.3.1 Klasifikasi Baja.....	10
2.3.2 Baja ST 42 .....	11

2.4 Uji Tarik .....	12
2.4.1 Pengaruh heat treatment terhadap kekuatan tarik .....	14
2.4.2 Jenis Patahan.....	15
2.5 Uji Kekerasan .....	15
BAB III .....	17
METODOLOGI PENELITIAN .....	17
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	18
3.3 Bahan Penelitian .....	18
3.4 Alat .....	19
3.5 Variabel Penelitian .....	20
3.6 Prosedur Pengujian.....	20
3.7 Tabel Penelitian .....	20
3.7.1 Uji Tarik.....	21
3.7.2 Uji Kekerasan .....	21
3.7.3 Pengamatan Stuktur mikro.....	22
3.8 Metalurgi Pengelasan .....	22
3.8.1 Struktur Mikro dan Sifat-Sifat Mekanik.....	22
3.8.2 Siklus Termal Daerah Las.....	24
3.8.3 Pembekuan dan Struktur Logam Las.....	25
3.8.4 Reaksi Metalurgi yang Terjadi Dalam Pembekuan .....	26
3.8.5 Proses Deoksidasi .....	27
3.8.6 Siklus Termal Las .....	28
3.8.7 Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ) .....	30
3.8.8 Ketangguhan Daerah Lasan .....	31
3.8.9 Retak Pada Daerah Las .....	34
3.9 Kekuatan Sambungan Las .....	45
3.10 Uji Tarik Sambungan Logam Hasil Pengelasan.....	45
3.11 Pengujian Kekerasan .....	48
3.12 Pengujian struktur.....	50
BAB IV .....	53
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	53

4.1 Hasil pengujian.....	53
4.1.1 Data Hasil Pengujian Uji Tarik.....	53
Grafik 4.1 Hasil Pengujian tarik dari 5 specimen pengelasan dengan elektroda 2.6 mm .....	54
Grafik 4.3 Hasil rata-rata diameter elektroda 2.6 mm dan 3.2 mm .....	55
4.1.2 Data Hasil Pengujian kekerasan .....	56
4.1.3 Pengamatan Strutur Mikro.....	63
4.2 Pembahasan .....	65
4.2.1 Uji Tarik.....	65
4.2.2 Uji Kekerasan .....	65
4.2.3 Pengamatan struktur mikro.....	66
4.2.3 Perbandingan data.....	66
BAB V.....	68
KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Ksimpulan .....	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA .....	69
LAMPIRAN.....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis patahan (Kurniawan, A. S2014).....	15
Gambar 3.1 Diagram alir.....	17
Gambar 3.2 Diagram pendinginan kontinu atau diagram CCT.....	23
Gambar 3.3 Struktur mikro dari baja karbon rendah.....	23
Gambar 3.4 Hubungan antara kekuatan luluh dan besar butir.....	24
Gambar 3.5 Arah pembekuan dari logam las.....	26
Gambar 3.6 Lubang halus yang terjadi pada las sudut.....	27
Gambar 3.7 Siklus termal las pada beberapa jarak dari batas las.....	28
Gambar 3.8 Siklus termal dalam las busur tangan.....	29
Gambar 3.9 Diagram CCT pada pengelasan baja kekuatan.....	30
Gambar 3.10 Faktor-faktor penyebab retak.....	32
Gambar 3.11 Hubungan antara sifat tumbuk dan kadar O <sub>2</sub> dalam logam lasan.....	34
Gambar 3.12 Beberapa contoh retak dingin.....	35
Gambar 3.13 Beberapa contoh retak panas.....	35
Gambar 3.14 Skema retak bebas tegang.....	36
Gambar 3.15 Retak dingin yang terjadi pada pengujian retak dengan celah Y miring.....	36
Gambar 3.16 Hubungan antara presentase retak dan ekivalen.....	38
Gambar 3.17 Hubungan antara presentase retak dan parameter retak.....	39
Gambar 3.18 Kelarutan hydrogen dalam besi pada tekanan satu atmosfer.....	39
Gambar 3.19 Pengaruh kelembapan udara terhadap kadar hydrogen.....	40
Gambar 3.20 Penyerapan uap oleh elektroda terbungkus.....	40
Gambar 3.21 Retak ramel yang dimulai dari retak akar.....	42
Gambar 3.22 Pengaruh kadar belerang pada kecepatan retak ramel.....	43
Gambar 3.23 Skema dari retak lintang.....	44
Gambar 3.24 Kurva tegang, regang.....	47
Gambar 3.25 Mesin uji tarik.....	48
Gambar 3.26 Pengukuran kekerasan Rockwell.....	48

Gambar 3.27 Diagram pendinginan kontinyu atau diagram CCT.....	51
Gambar 3.28 Struktur mikro dari baja karbon.....	51
Gambar 3.29 Hubungan antara kekuatan luluh dan besar butir.....	52
Gambar 4.1 Struktur mikro daerah las.....	64
Gambar 4.2 Struktur mikro daerah HAZ.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi dari cara pengelasan (Haryadi,2007).....	6
Tabel 2.2 Besar arus dalam amper dan diameter (mm).....	8
Tabel 3.1 Rancangan perhitungan uji tarik elektroda 2.6mm & 3.2mm.....	21
Tabel 3.2 Rancangan perhitungan kekerasan.....	21
Tabel 4.1 Hasil pengujian tarik.....	53
Tabel 4.2 Nilai rata-rata pengujian tarik.....	55
Tabel 4.3 Hasil pengujian kekerasan diameter elektroda 2.6 mm.....	57
Tabel 4.4 Nilai rata-rata pengujian kekerasan.....	59
Tabel 4.5 Hasil pengujian kekerasan diameter elektroda 3.2 mm.....	60
Tabel 4.6 Nilai rata-rata.....	62