

**SKRIPSI**  
**PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH**  
**PENGELASAN SMAW PADA SAMBUNGAN**  
**PENGELASAN LOGAM BAJA JIS G 3131 SPHC**  
**DENGAN BAJA AISI 201 TERHADAP SIFAT**  
**MEKANIK**



**DISUSUN OLEH :**

**NAMA : MUKHAMAD NUR AJI**

**NIM : 15.11.058**

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

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH PENGELASAN SMAW  
PADA SAMBUNGAN PENGELASAN LOGAM BAJA JIS G 3131  
SPHC DENGAN BAJA AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK**

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

**DISUSUN OLEH:**

**Nama : Mukhamad Nur Aji**

**Nim : 1511055**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH PENGELASAN  
SMAW PADA SAMBUNGAN PENGELASAN LOGAM BAJA  
JIS G 3131 SPHC DENGAN BAJA AISI 201 TERHADAP SIFAT  
MEKANIK**



**DISUSUN OLEH :**

**Nama : Mukhamad Nur Aji**


**Nim : 1511058**

Malang,.....Juli 2019

Diperiksa / Disetujui

Dosen Pembimbing

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

  
Sibul, ST., MT.  
NIP. Y. 1030300379

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

ii



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 : Mukhamad Nur Aji  
Nim : 15.11.058  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin  
Program Studi : Strata Satu (S-1)  
Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA SAMBUNGAN PENGELASAN LOGAM BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN BAJA AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK**

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

Hari / Tanggal : Rabu, 24 Juli 2019

Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 81,90 ( 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

iii



## PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

**Nama** : Mukhamad Nur Aji

**NIM** : 1511058

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



Mukhamad Nur Aji  
NIM. 1511058

## LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Mukhamad Nur Aji  
NIM : 1511058  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Material  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Pengelasan SMAW Pada Sambungan Pengelasan Logam Baja JIS G 3131 SPHC Dengan Baja AISI SS 201 Terhadap Sifat Mekanik

I.  
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.

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

Diperiksa / Disetujui  
Dosen Pembimbing



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

## LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Mukhamad Nur Aji  
NIM : 1511058  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Material  
Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Jenis Kampuh Pengalasan SMAW Pada Sambungan Pengelasan Logam Baja JIS G 3131 SPHC Dengan Baja AISI SS 201 Terhadap Sifat Mekanik**

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. 199570601 199202 1001

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya kepada saya selaku penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi pada waktunya. Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan skripsi pada jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyelesaian Skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan, motivasi, dan do'a dari berbagai pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Sehubungan dengan itu, penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT, selaku Rektor ITN Malang.
2. Ibu Dr. Ellysa 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 Skripsi.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moral maupun serta doa beliau penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan ridho-Nya.
6. Keluarga penulis yang telah memberikan motivasi dan dukungan dalam penyelesaian laporan skripsi.
7. Seluruh Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
8. Berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat membutuhkan kritik dan saran yang membangun.

Penulis

Mukhamad nur aji



# **PENGARUH VARIASI JENIS KAMPUH PENGELASAN SMAW PADA SAMBUNGAN PENGELASAN LOGAM BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN BAJA AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK**

**Mukhamad Nur Aji**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional

Malang

Jl. Raya Karanglo km 2, Malang 65145

Email: Mukhammadnuraji@gmail.com

## **ABSTRAK**

Sambungan logam atau pengelasan yang tidak sejenis atau dissimilar welding merupakan salah satu kebutuhan yang penting bagi industri. Sambungan hasil pengelasan ini digunakan pada beberapa aplikasi yang memerlukan sifat sambungan khusus yang baik untuk menghemat biaya material. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan sambungan yang mempunyai kekuatan yang baik dengan variasi jenis kampuh las dan kuat arus yang digunakan. Pengelasan logam yang tak sejenis, Baja JISG 3131 SPHC dengan Stainlees Steel AISI SS 201 , dilakukan dengan Las Listrik SMAW dengan variasi kampuh dan elektroda menggunakan elektroda stainless steel NSN - 308 AWS A5.4 E308. Sambungan diuji dengan pengujian Tarik, pengujian Impak, pengujian kekerasan dan diamati dengan foto struktur mikro. Pengujian tarik sambungan logam tak sejenis diperoleh kekuatan tarik paling Berdasarkan kampuh V memiliki kekuatan Tarik sebesar  $32,782 \text{ kgf/mm}^2$  . Pada pengelasan kampuh K memiliki kekuatan tarik Yang meningkat dengan nilai  $33,492 \text{ kgf/mm}^2$ . Dan Kampuh I yang mempunyai nilai  $34,514 \text{ kgf/mm}^2$ . Perbedaan laju pendinginan pada kampuh jenis V sehingga kemungkinan menyebabkan terbentuknya karbida pada hasil lasan dengan jenis kampuh V yang mana menurunkan kekuatan tariknya. Pengujian Impact spesimen kampuh V sebesar  $7,976 \text{ N.m}$  dan specimen Kampuh K sebesar  $7,895 \text{ N.m}$  dengan kampuh I sebesar nilai  $7,393 \text{ N.m}$ . nilai kekuatan sambungan kampuh I dan K lebih rendah dari kekuatan sambungan las dengan menggunakan kampuh V, hal ini disebabkan karena pada kampuh K Dan I mengalami dua kali sisi pengelasan yang menyebabkan siklus pemanasan didapat dikontrol sehingga retak panas terjadi pada sambungan las. Retak panas ini akan menjadi konsentrasi tegangan sehingga material tidak dapat menerima beban impak. Pengujian Kekerasan Untuk daerah las Kampuh V terdapat nilai tertinggi dengan nilai kekerasan  $63,03 \text{ HRC}$ . Pada kampuh K terdapat nilai terendah didaerah las dengan nilai kekerasan  $61,198 \text{ HRC}$ . Dan pada Kampuh I terdapat nilai kekerasan daerah las dengan nilai  $59,13 \text{ HRC}$ .

**Kata kunci** : arus listrik, las SMAW, JIS G 3131 SPHC, AISI SS 201, sifat mekanis.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
BERITA ACARA .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN .....	iv
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI .....	v
LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	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
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
BAB II .....	6
LANDASAN TEORI .....	6
2.1 Definisi Pengelasan .....	6
2.2 Teori Pengelasan .....	6
2.3 Sirkuit Termal Daerah Las .....	7
2.3.1 Pembekuan Dan Struktur Logam Las .....	9
2.3.2 Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ) .....	10
2.3.3 Ketangguhan Dan Penggetasan Pada Daerah HAZ .....	12
2.3.4 Ketangguhan Logam Las .....	20
2.4 Retak Pada Daerah Las .....	21
2.4.1 Jenis Retak Las .....	21

□

2.4.2 Penyebab Retak Las Dan Cara Menanggulangi.....	23
2.4.3. Heat Input.....	33
2.5 SMAW (Las Shielded Metal Arc Welding).....	34
2.5.1 Pengertian.....	34
2.6 Kumpulan Pengelasan.....	36
2.7 Jenis Elektroda.....	39
2.8 Baja JIS G 3131 SPHC.....	43
2.9 Baja AISI SS 201.....	43
2.10 Uji Tarik.....	44
2.10.1 Tegangan Dan Regangan Pada Baja.....	45
2.10.2 Kurva Tegangan Dan Regangan.....	46
2.11 Uji Impak.....	47
2.10.1 Perumusan Pada Uji Impact Charpy.....	50
2.9.2 Jenis Patahan.....	52
2.12 Uji Kekerasan Rockwell.....	53
2.13 Uji Mikro.....	57
<b>BAB III.....</b>	<b>58</b>
<b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>58</b>
3.1 Diagram Alir.....	58
3.2 Bahan Yang Digunakan.....	59
3.3 Alat Yang Digunakan.....	60
3.4 Cara Pembuatan Spesimen.....	61
3.5 Dasar Pemilihan Spesimen.....	62
3.6 Waktu Dan Tempat Pengujian.....	64
3.7 Prosedur Penelitian.....	65
3.8 Pelaksanaan Pengujian.....	66
3.8.1 Pelaksanaan Pengujian.....	66
3.8.2 Hasil Pengujian.....	69
<b>BAB IV.....</b>	<b>71</b>
<b>ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>71</b>
4.1. Pengolahan Data Pengujian Tarik.....	71
4.1.1 Data Hasil Penelitian Uji Tarik.....	71
4.1.2 Analisis Dan Pembahasan Pengujian Tarik.....	72
4.2 Pengolahan Data Uji Impact.....	73
4.2.1 Data Hasil Penelitian Uji Impact.....	73
4.2.2. Analisis Dan Pembahasan Pengujian Impact.....	75

□

4.3 Pengolahan Data Pengujian Kekerasan .....	75
4.3.1. Data Hasil Penelitian Uji Kekerasan .....	75
4.3.2. Analisa Dan Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	77
4.4 Pengolahan Data Pengamatan Struktur Mikro .....	77
4.4.1 Data Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	77
.....	80
4.4.2 Analisa Dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro .....	80
4.5 Hasil Foto Makro .....	81
<b>BAB V .....</b>	<b>84</b>
5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>87</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan.....	8
Gambar 2.2 Siklus Thermal Las Pada Beberapa Jarak Dari Batas Las.....	9
Gambar 2.3 Arah Pembekuan Dari Logam Las .....	10
Gambar 2.4 Diagram OCT Pada Pengelasan Baja Kekuatan BJ55. ....	11
Gambar 2.5 Diagram OCT Dan Hubungan Antara Waktu Pendingin Dengan Kerasan Dan Struktur .....	13
Gambar 2.6 Skema Struktur Mikro Daerah HAZ .....	15
Gambar 2.7 Perubahan Temperatur Transisi Pada Lasan.....	16
Gambar 2.8 Hubungan Antara Waktu Pendinginan, Struktur Mikro dan Kekuatan Tumbuk pada Daerah HAZ .....	16
Gambar 2.9 Diagram OCT untuk Baja BJ60 (a) dan BJ80 (b).....	17
Gambar 2.10 Pengaruh Masukan Panas Pada Sifat Tumbuk .....	18
Gambar 2.11 Hubungan Antara Sifat Tumbuk dan Kadar O <sub>2</sub> Dalam Logam Lasan .....	21
Gambar 2.12 Retak Dingin.....	22
Gambar 2.13 Retak Panas.....	22
Gambar 2.14 Skema Retak Bebas Tegang .....	23
Gambar 2.15 Kelarutan Hidrogen Dalam Besi Pada Tekanan 1 atm .....	24
Gambar 2.16 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam Logam Lasan.....	25
Gambar 2.17 Penyerapan Uap Oleh Elektroda Terbungkus.....	25
Gambar 2.18 Retak Lamel Yang Dimulai Dari Retak Akar.....	27
Gambar 2.19 Pengaruh Kadar Belerang Pada Kepekaan Retak Lamel.....	28
Gambar 2.20 Hubungan Antara Retak Lamel dan Kepekaan P <sub>1</sub> .....	29
Gambar 2.21 Hubungan Antara Kepekaan P <sub>1</sub> dan Tegangan Kritik Pada Arah Tebal .....	29
Gambar 2.22 Skema Dari Retak Lintang .....	30
Gambar 2.23 Hubungan Antara Retak Bebas Tegang Dan Temperatur Waktu Pemanasan Dengan Pengujian Lengkung U.....	31
Gambar 2.24 Retak Bebas Tegang Pada Pengujian Celah Y Dari Baja BJ 80 Yang Dibebebaskan .....	31
Gambar 2.25 Diagram Schaeffler .....	32
Gambar 2.26 Proses Pencairan Elektroda.....	34
Gambar 2.27 Meja Kerja Las .....	35
Gambar 2.28 Hasil Pengelasan.....	36

Gambar 2.29 Macam-macam Bentuk Kapuh Pada Butt Joint.....	37
Gambar 2.30 Macam-macam Sambungan T (Fillet) joint.....	37
Gambar 2.31 Sambungan Corner Joint .....	38
Gambar 2.32 Macam-Macam Sambungan Lap Joint.....	38
Gambar 2.33 Mesin Uji Tarik .....	45
Gambar 2.34 Ukuran Batang Uji Tarik Menurut AWS.....	46
Gambar 2.35 Kurva Tegang-Regang Teknik .....	47
Gambar 2.36 Batas Elastik Dan Tegangan Luluh 0,2%.....	47
Gambar 2.37 Alat Uji Impact .....	48
Gambar 2.38 Alat Uji Impact Charpy .....	49
Gambar 2.39 Jenis Takik.....	53
Gambar 2.40 Alat Uji Kekerasan Rockwell.....	53
Gambar 2.41 Cara Kerja Mesin Rockwell.....	54
Gambar 2.42 indentor type Ball dan Diamond.....	55
3.1 DIAGRAM PENGELASAN BEDA LOGAM.....	58
3.2 Gambar Komposisi Elektroda .....	60
Gambar 3.3 Bentuk Kapuh.....	61
Gambar 3.4 Variasi Kampuh Yang Digunakan.....	61
Gambar 3.5 Dimensi Spesimen Uji Tarik .....	62
Gambar 3.6 Dimensi Spesimen Uji Impak.....	63
Gambar 3.7 Spesimen Uji Kekerasan.....	63
Gambar 3.8 Spesimen Uji Mikro.....	64
Gambar 3.9 Bahan Uji Tarik Tiap Variasi .....	65
Gambar 3.10 Bahan Uji Impak Dan Kekerasan.....	66
Gambar 3.11 Bahan Pengamatan Mikro Struktur .....	66
Gambar 3.12 Rockweel Hardness Tester .....	67
Gambar 3.13 Charpy Impact Tester .....	68
Gambar 3.14 Pengamatan micro struktur.....	69
Gambar 3.15 Hasil Uji Tarik.....	69
Gambar 3.16 Hasil Uji Impak .....	70
Gambar 4.1 Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkiraan Waktu Pendinginan Pada Beberapa Cara Las Busur .....	9
Tabel 2.2 Suhu Transisi Dan Kriteria Patahan .....	14
Tabel 2.3 Komposisi Elektroda .....	42
Tabel 2.4 Kondisi Arus.....	43
Tabel 2.5 Komposisi dan Kekuatan Sifat Mekanis .....	43
Tabel 2.6 Komposisi AISI SS 201 dengan % berat setiap unsur. ....	44
Tabel 2.7 Kekuatan Mekanik .....	44
Tabel 2.8 Energi Pada Setiap Sudut Ayun .....	50
Tabel 2.9 Klasifikasi Indentor pada Uji Kekerasan Rockwell .....	56
Tabel 3.1 Komposisi Elektroda .....	60
Tabel 3.2 Ukuran Spesimen Uji Tarik.....	62
Tabel 3.3 Ukuran Spesimen Uji Impak .....	63
Tabel 3.4 Ukuran Spesimen Uji Kekerasan.....	63
Tabel 3.5 Ukuran Spesimen Uji Mikro .....	64
Tabel 4.1 Pengolahan Data Uji Tarik .....	71
Tabel 4.2 Pengolahan Data Uji Impact.....	73
Tabel 4.3 Pengolahan Data Kekerasan.....	76
Tabel 4.4 Rata-Rata Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	79

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan Antara Variasi Kampuh Dengan Kekuatan Tarik .....	72
Grafik 4.2 Hubungan Variasi Kampuh Terhadap Energi .....	74
Grafik 4.3 Hubungan Variasi Kampuh Dengan $H_i$ .....	75
Grafik 4.4 Hubungan Antara Variasi Kampuh Terhadap Kekerasan .....	77
Grafik 4.5 Hubungan Antara Variasi Kampuh Terhadap Struktur Mikro .....	80



