

SKRIPSI

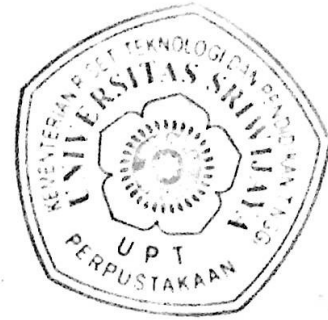
ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS
DISSIMILAR BAJA KARBON DAN STAINLESS STEEL
YANG DI LAS MENGGUNAKAN LAS GTAW



Oleh:
PARULIAN TUA SINAGA
08110605047

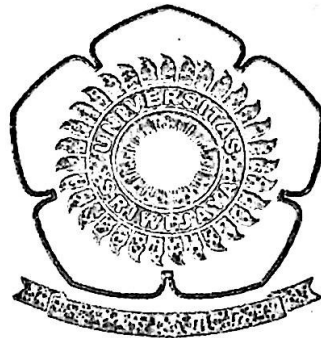
S
671. 500.7
Sin
a
2016

31211/31857



SKRIPSI

**ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS
DISSIMILAR BAJA KARBON DAN STAINLESS STEEL
YANG DI LAS MENGGUNAKAN LAS GTAW**



**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mengikuti Sidang Sarjana
Di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

**PARULIAN TUA SINAGA
03111005047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS *DISSIMILAR* BAJA KARBON DAN *STAINLESS STEEL* YANG DI LAS MENGGUNAKAN LAS GTAW

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Di Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :


PARULIAN TUA SINAGA
03111005047

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Qomarul Hadi, S.T., M.T
NIP. 19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi



Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 195910151987031006

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi ini dengan judul “ Analisis Kekuatan Sambungan Las *Dissimilar* Baja Karbun dan *Stainless Steel* yang Dilas Menggunakan Las GTAW ” telah dipertahankan di hadapan Tim penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 21 September 2016.

Indralaya, Oktober 2016

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi:

Ketua:

1. Qomarul Hadi, S.T., M.T

NIP. 19690213 199503 1 001


(.....)

Anggota:

2. Muhammad Yanis, S.T., M.T

NIP. 19700228 199412 1 001

(.....)


3. Amir Arifin, S.T., M.Eng, Ph.D

NIP. 19790927 200312 1 004


(.....)

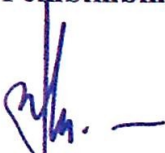
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Qomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing


Ir. Helmy Alian, M.T
NIP.19591015 198703 1 006

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi ini dengan judul “ Analisis Kekuatan Sambungan Las *Dissimilar* Baja Karbon dan *Stainless Steel* yang Dilas Menggunakan Las GTAW ” telah dipertahankan di hadapan Tim penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 21 September 2016.

Indralaya, Oktober 2016

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi:

Ketua:

1. Qomarul Hadi, S.T., M.T

NIP. 19690213 199503 1 001


(.....)

Anggota:

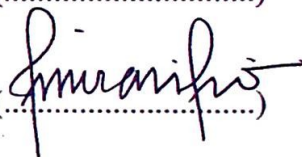
2. Muhammad Yanis, S.T., M.T

NIP. 19700228 199412 1 001

(.....)

3. Amir Arifin, S.T., M.Eng, Ph.D

NIP. 19790927 200312 1 004


(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Qomarul Hadi, S.T., M.T

NIP. 19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing


Ir. Helmy Alian, M.T

NIP.19591015 198703 1 006

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf**

: 009/TH/AR/2016
: 11-2016
:

SKRIPSI

NAMA : PARULIAN TUA SINAGA
NIM : 03111005047
**MATA KULIAH : MATERIAL TENIK, TEKNIK
PENGELASAN**
**JUDUL : ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN
LAS *DISSIMILAR* BAJA KARBON DAN
STAINLESS STEEL YANG DILAS
MENGUNAKAN LAS GTAW**
DIBERIKAN : FEBRUARI 2016
SELESAI : SEPTEMBER 2016

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Oomarul Hadi, S.T., M.T
NIP : 19690213 199503 1 001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Parulian Tua Sinaga

Nim : 03111005047

Judul : Analisis Kekuatan Sambungan Las *Dissimilar* Baja Karbon Dan *Stainless Steel* Yang Dilas Menggunakan Las GTAW

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari manapun juga.



Indralaya, Oktober 2016

Penulis,



Parulian Tua Sinaga

NIM.03111005047

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Parulian Tua Sinaga
Nim : 03111005047
Judul : Analisis Kekuatan Sambungan Las *Dissimilar* Baja Karbon Dan *Stainless Steel* Yang Dilas Menggunakan Las GTAW

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis koresponden (Corresponding author).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun juga.

Indralaya, Oktober 2016

Penulis



Parulian Tua Sinaga

NIM. 03111005047

RIWAYAT PENULIS

Dilahirkan pada tanggal 22 Oktober 1992 di Desa Pematang Sapat, Kecamatan Rimbo Bujang, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi dari pasangan Hormahita Sinaga dan Ibu Happy Panggabean. Penulis menamatkan pendidikan di SDN 189 Desa Pematang Sapat pada tahun 2005, melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP N 2 Muara Bungo dan menyelesaikannya pada tahun 2008.

Meneruskan pendidikan menengah Kedua di SMA N 2 Muara Bungo pada tahun 2008 dan menyelesaikannya di tahun 2011. Setelah menamatkan SMA, penulis mengikuti tes SNMPTN dengan mengambil jurusan Teknik Mesin di UNSRI dan di terima pada tahun 2011. Penulis juga pernah mengikuti Kerja Praktek di PT. Semen Padang (Persero) Tbk Padang, Sumatera Barat dengan judul Analisa Kinerja *Grinding Ball* Bagian Departemen Produksi Indarung II/III PT.Semen Padang. Selain itu penulis juga mengikuti kuliah kerja lapangan di PT. Dirgantara Indonesia dan PT. PAL Surabaya pada tahun 2013.

Penulis juga pernah mengikuti Kompetisi Roket Air Indonesia yang diadakan oleh kampus Universitas Brawijaya pada tahun 2012. Penulis juga pernah mengikuti Kompetisi Kendaraan Hemat Bahan Bakar yang diselenggarakan oleh kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2013, 2014 dan mendapatkan peringkat ke-3 pada kategori kendaraan prototipe berbahan bakar bensin pada tahun 2014.

Motto dan Halaman Persembahan

“Jangan pernah belajar dari kesalahan karena kesalahan hanya membawa pada kesalahan-kesalahan selanjutnya, tetapi berpegang teguhlah pada hal-hal yang membawa keberhasilan dan itu akan membawa mu pada kebahagiaan”

“ Kegagalan yang terjadi akan menjadikan mu terlatih untuk meneruskan perjuangan mu dan belajarlh dari hal yang terkecil maka hal-hal yang besar itu akan mudah kau selesaikan”

“Takut akan Tuhan adalah permulaan dari segala pengetahuan, dan berpengharapan lah pada Kasih-Nya yang luar biasa baik itu”

Karya tulis ini ku persembahkan untuk :

- Atas rasa syukur ku kepada Tuhan Yesus Kristus
- Orang tua ku yang selalu menyayangi dan mendoakan ku.
- Dosen Pembimbingku
- Keluarga besarku
- Sahabat-sabahat yobel terkasih
- Keluarga Pastori GPdI Bethlehem Lorok
- Teman-teman seperjuangan (Soldier Mesin 2011)
- Teman-teman seperbimbingan
- Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia dan kebaikkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **“Analisis Sambungan Las *Dissimilar* Baja Karbon Dan *Stainless Steel* Yang Di Las Menggunakan Las GTAW”**.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa .
2. Kedua Orang Tua ku H.Sinaga dan H.Panggabean, abangku Toga P.Sinaga, kakak ku Rahayu Sinaga yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan doa kepada penulis.
3. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T, selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Ir. Zainal Abidin, M.T selaku dosen Pembimbing Akademik selama kuliah di Jurusan Teknik Mesin.
6. Ir. Helmy Alian, M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu selama proses penyelesaian skripsi.
7. Seluruh staf pengajar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, untuk semua ilmunya selama penulis menimba ilmu di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Para Karyawan dan staff Jurusan Teknik Mesin, Kak Yatno selaku koordinator Lab. Metallurgi, Kak Yan, Kak Sapril, Kak iwan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

9. Sahabat-sahabat ku Soldier Mesin 2011 beni, dio, kang asepe, mang sandi, firthon, gin-gin, rasid, akbar, sonni, reno, agik, bagus, faisal mo, faisal fikri, ilham, dimas gembul, dian, taulik, hamzah, cesar, hafid, afif, duo imam, alif, abdi, ebol, reza, habibi, arsyah, Jourdan, heno, Irfan, hafiz, rido, afif, lae brema, lae baren, lae waluyo, lae poltak, lae erik, putra, gohok, redi black, firman achsanu, ian, dll. Trimakasih buat segala canda tawa yang kalian semua berikan.
10. Teman-teman di Teknik Mesin dan griya: wahyu santoso, kuncir alias viki, akmal, akbar ketok megic, yope, pulo, bemi, yasir, faisal, oncom, anhari, ezif, boadi, rikona, moris, dll.
11. Teman-teman satu bimbingan : M. Faisal, Anhari, Duo Irfan, Hafiz dll.
12. Anak-anak yobel dan keluarga pastori yang selalu memberikan keceriaan
13. Sriwijaya Eco Team dan Rajawali Team serta seluruh kerabat yang bertugas, Gassss!!!!
14. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Oktober 2016
Penulis,

Parulian Tua Sinaga
NIM. 03111005047

RINGKASAN

ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS *DISSIMILAR* BAJA KARBON DAN *STAINLESS STEEL* YANG DILAS MENGGUNAKAN LAS GTAW
Karya tulis ilmiah berupa skripsi, September 2016

Parulian Tua Sinaga; Dibimbing Oleh Ir. Helmy Alian, M.T

STRENGTH ANALYSIS OF DISSIMILAR METAL WELD JOINTS OF CARBON STEEL AND STAINLEES STEEL WERE WELD USING GTAW WELDING

xxi + 62 halaman, 45 gambar, 14 tabel, 16 lampiran

Ringkasan

Kemajuan teknologi yang sangat signifikan telah mendorong pertumbuhan ekonomi disektor industri fabrikasi baja maupun dibidang lainnya. Melalui ilmu rekayasa dibidang teknologi ini, telah banyak membantu berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya termasuk mempercepat kegiatan bekerja manusia. Penggunaan baja dalam kehidupan tidak lah bisa dipisahkan karena baja memiliki peran penting dalam pembangunan sebuah alat-alat produksi, pembuatan konstruksi sebuah jembatan maupun dalam pembuatan kapal. Dalam metode penyambungan logam yang umum kita kenal yaitu dengan menggunakan baut maupun metoda penyambungan dengan pengelasan.

Pengelasan merupakan ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan pada keadaan cair. Pengelesan *dissimilar* banyak diterapkan untuk meningkatkan kebutuhan aplikasi dan rekayasa dalam bidang pengelasan dengan mempertimbangkan hal ekonomi. Sifat mekanik pada sambungan logam las ditentukan atau dipengaruhi logam induk yang digunakan, logam pengisi, perubahan-perubahan struktur mikro pada sambungan las itu sendiri. Kekuatan sambungan las pada pengelasan *dissimilar* ini akan dipelajari pada analisi kekuatan sambungan las *dissimilar* baja karbon dan *stainless steel* yang dilas menggunakan las GTAW dengan variasi arus pengelasan yaitu arus

pengelasan 80A, 100A dan 170A. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perubahan-perubahan dari sifat mekanik dan perubahan struktur makro dan mikro pada daerah sambungan lasan, daerah terpengaruh panas (HAZ) dan daerah logam induk yang digunakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan arus dan waktu pengelasan menentukan atau mempengaruhi perubahan struktur mikro pada daerah logam las dan juga perubahan pada daerah HAZ. Pada daerah HAZ baja karbon ukuran atau lebar HAZ lebih kecil dibandingkan daerah HAZ *stainless steel*. Terlihat juga daerah HAZ pada daerah *stainless steel* untuk arus pengelasan 80A dan 170A memiliki ukuran yang besar karena waktu pengelasan yang lama dan masukan panas yang besar, sedangkan pada arus pengelasan 100A kecil. Hasil pengujian mekanik memperlihatkan bahwa titik putus uji tarik pada sambungan las *dissimilar* ini berada pada logam induk baja karbon. Pada pengujian kekerasan, tingkat kekerasan terbesar berada pada daerah logam las, daerah HAZ kemudian logam induk dan tingkat kekerasan paling tinggi berada di logam las arus pengelasan 80A dengan nilai VHN 206.9405 dan tegangan maksimum pada arus pengelasan 100A sebesar 341.59 MPa.

Kata Kunci : pengelasan *dissimilar*, baja karbon, *stainless steel*, variasi arus, sifat mekanik, struktur mikro, HAZ, pengelasan GTAW

Kepustakaan : 13 (1996 – 2016)

SUMMARY

STRENGTH ANALYSIS OF DISSIMILAR METAL WELD JOINTS OF CARBON STEEL AND STAINLESS STEEL WERE WELD USING GTAW WELDING

Scientific papers such as theses, September 2016

Parulian Tua Sinaga; Supervised by Ir. Helmy Alian, M.T

ANALISIS KEKUATAN SAMBUNGAN LAS *DISSIMILAR* BAJA KARBON DAN *STAINLESS STEEL* YANG DILAS MENGGUNAKAN LAS GTAW

xxi + 62 pages, 45 pictures, 14 tables, 16 attachments

Summary

Significant advances in technology have encouraged economic growth in the steel fabrication industry sector as well as other field. Through engineering science in the field of this technology, has helped many other human activities in meeting their needs, including accelerating the work of human activities. Steel usage in the one human life can not be separated because the steel has an important role in the development of a means of production, such as the manufacturing a bridge construction as well as in shipbuilding.

Welding is a metallurgical bond at the junction of the metal or metal alloy that is performed on the liquid state. Dissimilar metal weld mostly applied to improve the application requirements and engineering in the field of welding by consider the economic process. The mechanical properties of the weld metal joints are determined or influenced by the base metal is used, filler metals, changes the microstructure at the weld joint itself. The strength of the weld joint in the dissimilar metal weld will be examined in the strength analysis of dissimilar weld joints of carbon steel and stainless steel were weld using GTAW welding by a variations of welding current 80 amps, 100 amps, 170 amps. The purpose of this study was to determine the changes of mechanical properties and structural changes in the areas of macro and micro weld joint, heat affected areas and regions the base metal.

The final results showed that using the current and welding time determine or influence changes in the microstructure in weld metal area and also change in HAZ area. HAZ size of the carbon steel area is smaller than HAZ stainless steel area. It is seen that HAZ in the area of stainless steel and carbon steel is bigger in the welding current 80 amps and 170 amps than welding current 100amps. Final results of mechanical testing shows that the breaking point tensile test in the dissimilar metal weld joint is in the base metal of carbon steel. In hardness testing, the highest hardness level in the region of weld metal area, HAZ area then base metal area and the highest hardness level is in the weld metal welding current of 80amps by VHN value of 206.9405 and maximum tension at the welding current of 100amps at 341.59 MPa.

Keywords : dissimilar metal weld, carbon steel, stainless steel, current variation, mechanical properties, micro structure, HAZ, GTAW welding.

Literature : 13 (1996 – 2016)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN AGENDA	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
RIWAYAT PENULIS	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
RINGKASAN	xi
<i>SUMMARY</i>	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR SIMBOL	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Baja	7
2.1.1 Baja Karbon	7
2.1.2 Metalografi Baja Karbon	9

2.1.2.1 Kesetimbangan Kadar Karbon	9
2.1.2.2 Mikrostruktur	9
2.1.2.3 Diagram Kesetimbangan Fe-Fe ₃ C	10
2.1.2.4 Sifat Mampu Las Baja Karbon	12
2.1.3 Baja Tahan Karat	13
2.1.4 Mampu Las Baja Tahan Karat	14
2.1.4.1 <i>Feritic Stainless Steel</i>	14
2.1.4.2 <i>Martensitic Stainless Steel</i>	15
2.1.4.3 <i>Austenitic Stainless Steel</i>	15
2.2 Proses Pengelasan	17
2.2.1 Pengelasan GTAW	18
2.2.2 Sumber Arus Pengelasan GTAW	20
2.2.3 Pengelasan Beda Material	22
2.2.4 Pemilihan Logam Pengisi	22
2.3 Metalurgi Las	25
2.3.1 Termal Daerah Lasan	25
2.3.1.1 Pembekuan Dan Struktur Logam Las	25
2.3.1.2 Struktur Mikro Daerah Las	26
2.3.2 Ketangguhan Daerah Las	28
2.3.2.1 Ketangguhan Dan Penggetasan Daerah HAZ	28
2.3.2.2 Ketangguhan Logam Las	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Langkah Kerja	30
3.2 Persiapan Pembuatan Spesimen	30
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian	30
3.4 Diagram Alir.	31
3.5 Persiapan Penelitian	32
3.5.1 Persiapan Spesimen	32
3.5.2 Alat Dan Bahan	32
3.5.3 Kampuh Lasan	33

3.5.4 Pengujian Komposisi	33
3.5.5 Proses Pengelasan	34
3.5.6 Pengujian Kekerasan	35
3.5.7 Pengujian Tarik	35
3.5.8 Pengujian Metalografi	36
3.5.9 Pengujian <i>Dye Penetrant</i>	39

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Komposisi	41
4.2 Hasil Pengujian <i>Non Destructive Test</i>	42
4.3 Hasil Pengujian Metalografi	43
4.3.1 Hasil Pengujian Struktur Makro	43
4.3.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro	46
4.4 Hasil Pengujian Kekerasan	52
4.5 Hasil Pengujian Tarik	55
4.6 Pembahasan	57
4.6.1 Pembahasan Dengan Arus 80A	57
4.6.2 Pembahasan Dengan Arus 100A	58
4.6.3 Pembahasan Dengan Arus 170A	59

BAB 5 Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Fasa Fe-Fe ₃ C	12
Gambar 2.2 Diagram Schaeffer	17
Gambar 2.3 Jenis Penyambungan Pada Pengelasan	18
Gambar 2.4 Skema Umum Pengelasan	19
Gambar 2.5 Jenis Elektroda Tak Terumpan dan Terumpan	20
Gambar 2.6 Diagram Rangkaian Listrik Dari Mesin Las Listrik DC	20
Gambar 2.7 Arah Pembekuan Dari Logam Las	26
Gambar 2.8 Diagram CCT Pada Pengelasan Baja	27
Gambar 2.9 Skema Struktur Mikro Pada Daerah HAZ	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 3.2 Gambar Teknik Spesimen	32
Gambar 3.3 Desain Sambungan Pengelasan	33
Gambar 3.4 <i>Portable X-Ray Fluorescence Analyzer</i>	34
Gambar 3.5 Mesin Uji Kekerasan Vickers	35
Gambar 3.6 Standar Dimensi Benda Uji Tarik JIS Z-2201	36
Gambar 3.7 Mesin Uji Tarik	36
Gambar 3.8 Bahan Etsa	38
Gambar 3.9 Mikroskop Optik & <i>Measuring Microscop STM6-LM</i>	39
Gambar 3.10 Dye Penetrant	39
Gambar 4.1 Pengujian <i>Dye Penetrant</i> Spesimen Dengan Arus 80A	42
Gambar 4.2 Pengujian <i>Dye Penetrant</i> Spesimen Dengan Arus 100A	42
Gambar 4.3 Pengujian <i>Dye Penetrant</i> Spesimen Dengan Arus 170A	42
Gambar 4.4 Struktur Makro Baja Karbon Dengan arus 80A	43
Gambar 4.5 Struktur Makro Baja Karbon Dengan arus 100A	44
Gambar 4.6 Struktur Makro Baja Karbon Dengan arus 170A	44
Gambar 4.7 Struktur Makro <i>Stainless Steel</i> Dengan arus 80A	45
Gambar 4.8 Struktur Makro <i>Stainless Steel</i> Dengan arus 100A	45

Gambar 4.9 Struktur Makro <i>Stainless Steel</i> Dengan arus 170A	46
Gambar 4.10 Logam Induk Baja Karbon	47
Gambar 4.11 Batas Las Baja Karbon Dengan arus 80A	47
Gambar 4.12 Batas Las Baja Karbon Dengan arus 100A	48
Gambar 4.13 Batas Las Baja Karbon Dengan arus 170A	48
Gambar 4.14 Daerah Logam Las Dengan arus 80A	49
Gambar 4.15 Daerah Logam Las Dengan arus 100A	49
Gambar 4.16 Daerah Logam Las Dengan arus 170A	50
Gambar 4.17 Batas Las <i>Stainless Steel</i> Dengan arus 80A	50
Gambar 4.18 Batas Las <i>Stainless Steel</i> Dengan arus 100A	51
Gambar 4.19 Batas Las <i>Stainless Steel</i> Dengan arus 170A	51
Gambar 4.20 Logam Induk <i>Stainless Steel</i>	52
Gambar 4.21 Grafik Kekerasan Pada Dengan arus 80A	54
Gambar 4.22 Grafik Kekerasan Pada Dengan arus 100A	54
Gambar 4.23 Grafik Kekerasan Pada Dengan arus 170A	55
Gambar 4.24 Nilai Tegangan Maksimum	56
Gambar 4.25 Nilai Tegangan Luluh	57
Gambar 4.26 Hasil Rata-Rata Uji Tarik	57

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat-Sifat Fisik Baja Karbon	8
Tabel 2.2 Klasifikasi Baja Karbon	8
Tabel 2.3 Sifat Mampu Las Baja Karbon	13
Tabel 2.4 Klasifikasi Baja Tahan Karat	14
Tabel 2.5 Macam-Macam Permasalahan Dalam Pengelasan <i>Stainless Steel</i>	16
Tabel 2.6 Sifat-Sifat Polaritas Dan Arus Dalam Pengelasan GTAW	21
Tabel 2.7 Tabel Penggunaan Elektroda Untuk Baja Karbon	24
Tabel 2.8 Tabel Penggunaan Elektroda Pada <i>Stainless Steel</i>	24
Tabel 3.1 Parameter Pengelasan	34
Tabel 3.2 Komposisi Kawat Las	34
Tabel 4.1 Komposisi Kimia <i>Austenitic Stainless Steel 310</i>	41
Tabel 4.2 Komposisi Kimia Baja Karbon	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	53
Tabel 4.4 Hasil Rata-Rata Uji Tarik	58

DAFTAR SIMBOL

BM-CS	Base Metal Carbon Steel (Logam Induk Baja Karbon)
BM-SS	Base metal stainless steel (Logam Induk <i>Stainless Steel</i>)
HAZ	Heat Affected Zone (Daerah Terpengaruh Panas)
WM	Weld Metal (Logam Lasan)
σ_n	Tegangan Tarik Nominal (MPa)
P	Beban Tarik (kgf)
A_0	Luas Penampang Mula-Mula (mm ²)
ε	Regangan
L_i	Panjang Mula-Mula (mm)
L_o	Panjang Setelah Uji Tarik (mm)



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang sangat signifikan telah mendorong pertumbuhan ekonomi disektor industri fabrikasi baja maupun dibidang lainnya. Dari perkembangan teknologi ini berbagai hasil yang telah dicapai oleh manusia melalui ilmu pengetahuan khususnya rekayasa dibidang teknologi contohnya saja ilmu rekayasa dibidang material teknik. Melalui ilmu rekayasa dibidang teknologi ini telah banyak membantu berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya termasuk mempercepat kegiatan bekerja manusia.

Tidak hanya teknologi yang berkembang pesat di dunia ini, jumlah penduduk bumi dari tahun ke tahun semakin bertambah yang tentunya akan disertai dengan meningkatnya kebutuhan pokok dalam menunjang kelangsungan hidupnya. Maka dari itu diperlukannya penyediaan tempat atau alat yang memadai baik dalam pembangunan tempat tinggal, pembangunan fasilitas produksi, transportasi, maupun fasilitas-fasilitas pendukung lainnya.

Didalam kehidupan sehari-hari pembangunan sebuah fasilitas produksi, konstruksi, transportasi dan fasilitas-fasilitas lainnya tidaklah bisa terlepas dari sebuah proses manufaktur atau fabrikasi. Logam, khususnya baja merupakan salah satu material yang banyak digunakan dalam konstruksi sebuah bangunan karena baja memiliki kemampuan manufaktur yang baik. Penggunaan baja dalam kehidupan tidak lah bisa dipisahkan karena baja memiliki peran penting dalam pembangunan sebuah alat-alat produksi, pembuatan konstruksi sebuah jembatan maupun dalam pembuatan kapal. Baja juga mempunyai sifat fisik dan sifat mekanik yang baik dan ketersediaannya dialam bebas sangat banyak. Penggunaan logam tidak selamanya dapat berjalan sesuai dengan keinginan karena pemakaian logam tergantung pada kondisi lingkungan dan perlakuan yang dialami oleh logam tersebut mulai dari proses penambangan dan proses fabrikasi serta pembebanan dalam aplikasi dilapangan atau secara teknisnya.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan pada baja, maka tujuan dalam penggunaannya telah dibuat semacam spesifikasi tertentu dan beberapa baja telah dibuat atau dalam proses fabrikasinya telah dicampur baja paduan lainnya dengan sifat-sifat tertentu demi menambah kemampuan sifat fisik dan sifat mekaniknya.

Dalam proses pembuatan baja paduan sangatlah membutuhkan biaya yang tinggi sehingga menyebabkan harga baja paduan itu sendiri menjadi mahal. Pemakaian material-material baru dengan sifat yang baik juga memakan biaya yang sangat mahal pula. Maka dari itu pemilihan bahan dan proses fabrikasinya haruslah diperhatikan agar material yang digunakan memenuhi syarat atau standar yang diinginkan dan lebih ekonomis, cara lain yaitu dengan mengkombinasi material-material yang memiliki sifat fisik dan sifat mekanik yang sesuai dalam perencanaan awal atau dalam aplikasi tertentu. Adapun masalah yang dihadapi dalam pengkombinasian logam yang tidak sejenis ini yaitu dalam metode penyambungannya yang seringkali menjadi penghambat suatu proses perencanaan suatu pembangun. Dalam metode penyambungan logam yang umum kita kenal yaitu dengan menggunakan baut maupun metoda penyambungan dengan pengelasan.

Dalam penelitian ini, peneliti akan lebih lanjut membahas metode penyambungan las pada dua logam yang tidak sejenis yang mana dari pengelasan tersebut peneliti nantinya akan membahas tentang **Analisis Kekuatan Sambungan Las *Dissimilar* Baja Karbon dan *Stainless Steel* yang Di Las Menggunakan Las GTAW**. Pengelasan adalah proses penyambungan beberapa batang logam dalam keadaan cair menggunakan energi panas [1].

Pengelasan logam tidak sejenis (*dissimilar metals weld*) antara baja karbon dan baja tahan karat semakin banyak diterapkan seperti pada kereta api, perkapalan, bejana tekan, sistem perpipaan dan juga perusahaan industri kimia. Salah satu contoh aplikasi sambungan logam tidak sejenis pada kereta api dapat dilihat pada sambungan gerbong yang mana pada gerbong kereta digunakan baja karbon sedangkan pada atapnya berupa baja tahan karat. Penggunaan sambungan las tidak sejenis ini untuk menyesuaikan kondisi kerja dari bagian atap gerbong kereta agar lebih tahan korosi.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sri Nugroho dkk yang membahas pengelasan beda material, pengelasan beda material ini digunakan pada *Primary Reformer* di pabrik Pupuk Kaltim yang mana pada *flange* menggunakan *carbon steel* dan pada *catalyst tube* menggunakan *stainless steel*.

Ada beberapa jenis pengelasan yang sering digunakan dalam industri fabrikasi pengelasan logam tidak sejenis salah satunya adalah proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW). Penggunaan las *Tungsten Inert Gas Welding* (TIG) atau *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) mempunyai dua keuntungan, yaitu pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi ke dalam logam induk dapat diatur semuanya. Cara pengaturan ini memungkinkan las TIG dapat digunakan dengan memuaskan baik untuk pelat baja tipis maupun pelat baja yang tebal.

1.2 Rumusan Masalah

Pengelasan berbeda logam induk menyajikan beberapa kesulitan. Hal ini dapat diamati bahwa ketika pengelasan *stainless steel* untuk baja karbon dan paduan baja rendah, retak panas dapat terjadi karena titik kotoran leleh rendah, seperti fosfor (P) dan sulfur (S). Selain itu, ada resiko suhu rendah retak, karena peningkatan pengenceran logam dasar di sisi baja karbon atau paduan rendah [2]. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan pada pengelasan antara *stainless steel* dan baja karbon sebagai berikut [3] :

1. Pemilihan filler metal atau logam pengisi untuk pengelasan beda logam induk, pemilihan logam pengisi ini sangat penting karena akan berpengaruh pada kekuatan dari sambungan lasan.
2. Perubahan komposisi kimia pada sambungan lasan yang dikarenakan perubahan temperatur yang berbeda-beda.
3. Sifat mekanik dan sifat fisik dari logam las dan daerah HAZ harus dipertimbangkan, khususnya pada temperatur pengelasan yang tinggi.

4. Ketika pengelasan terjadi pada temperatur yang berubah-ubah perbedaan dalam sifat-sifat dua logam induk dan logam las dapat menyebabkan fluktuasi tegangan di daerah zona terkena panas (HAZ) dan logam las yang berdekatan. Retak juga terjadi akibat dari kelelahan logam dan menyebabkan kegagalan pada sambungan logam.

Dari masalah diatas disimpulkan bahwa dalam pengelasan beda logam induk pemilihan logam induk harus sesuai dan penggunaan logam pengisi harus sesuai dengan komposisi kima dari logam induk tersebut dan arus yang digunakan harus sesuai. Dalam penelitian ini, yang akan dibahas lebih yaitu variasi besar arus dan penggunaan elektroda dalam proses pengelasan untuk logam yang berbeda terhadap kualitas hasil pengelasan dan kekuatan sambungan las itu sendiri yang mana dalam mengetahui hasil lasan akan dilakukan pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan, pengujian tarik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam suatu penelitian pasti akan menemui suatu masalah, maka dalam penelitian yang akan dilakukan diperlukan suatu batasan guna mempermudah penelitian yang akan dilakukan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan metode *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW).
2. Proses pengelasan yang akan dilakukan mengikuti prosedur WPS dan tebal hasil lasan dianggap sama pada setiap sampel.
3. Variasi besar kuat arus yang akan digunakan dalam pengelasan ini yaitu 80A, 100A, 170A.
4. Pengujian-pengujian yang akan digunakan nantinya yaitu pengujian metalografi, pengujian tarik dan pengujian kekerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kualitas dari hasil pengelasan dan kekuatan sambungan las dua material yang berbeda untuk tiap-tiap variasi besar arus dan elektroda yang digunakan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dan struktur mikro di daerah sambungan las antara baja karbon dan baja tahan karat akibat variasi besar arus pada benda kerja.
2. Memperlajari kekuatan pada daerah sambunga las dua material yang berbeda yaitu antara baja karbon dan baja tahan karat dari variasi besar arus yang digunakan.
3. Untuk mengetahui kekerasan sambungan las dua material yang berbeda akibat variasi besar arus yang digunakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini hasil yang didapat diharapkan menjadi informasi perkiraan tingkat kualitas dari sambungan las dua material yang berbeda untuk pengerjaan dilapangan dengan menggunakan variasi besar arus dan elektroda yang berbeda pula. Diharapkan hasil yang didapat bermanfaat sebagai bahan acuan dan pertimbangan untuk efesiensi pengelasan dua material yang berbeda dalam keamanan dari suatu desain konstruksi dimasa mendatang.

1.6 Sistimatika Penulisan

Pada penelitian skripsi ini, sistimatika penulisan yang ada terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama yang lain dimana pada masing-masing bab tersebut terdapat uraian dan gambaran yang mencakup seluruh pembahasan pada penelitian ini. Adapun bab-bab tersebut diantaranya :

- BAB 1 Pendahuluan
membahas latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB 2 Tinjauan Pustaka
Membahas mengenai dasar teori yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan.
- BAB 3 Metodologi Penelitian
Membahas mengenai diaram alir penelitian, alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini dan prosedur penelitian.
- BAB 4 Hasil dan Pembahasan
Membahas pengolahan data yang didapat dari penelitian serta menganalisa data hasil penelitian tersebut.
- BAB 5 Kesimpulan dan Saran
Membahas kesimpulan yang didapat dari analisan pengolahan data setelah melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Harsono., 2000 Okumura Toshie, “ *Teknologi Pengelasan Logam* ”, Jakarta.
- [2] Mvola.B, Kah.P, Martikainen.J., 2013 “ *Dissimilar Ferrous Metal Welding Using Advanced Gas Metal Arc Welding Processes* ”, Lappeenranta, Finland.
- [3] Welding Handbook., 1997 “ *Metal and Their Weldability* ”, 7th edition Volume 4, Florida.
- [4] Kenneth G. Budinski., 1996 “ *Engineering Materials, Properties and Selection* ”, fifth edition, Prentice Hall International Inc.
- [5] Kao Sindou., 2003 “ *Welding Metallurgy* ”, Second Edition, New Jersey.
- [6] D. Gandy., 2007 “ *Carbon Steel Handbook* ”, Electric Power Research Institute Inc.California-USA.
- [7] Surjan I Nyoman., 2012 “ *Ketahanan Korosi Sambungan Las Dissimilar SS304 dan CS A36 yang Dipengaruhi Oleh Posisi Pengelasan dan Ketebalan Pelat* ”, Teknik Metalurgi dan Material UI.
- [8] NiDL, “ *Handbook Welding Of Stainless Steel And Other Joining Methodes* ”, Series N^o9002.
- [9] Reny Indraswati., 2010 “ *Pengaruh Hasil Pengelasan SMAW dan GTAW Terhadap Perilaku Korosi Stainless Steel 316L* ”, Teknik Metalurgi dan Material UI.
- [10] Kalman Rasnaf., 2011 “ *Elektroda Las* ”, PT. Bonne Indoteknik.
- [11] ASME SEC IX., 2013 “ *Welding, Brazing, and Fusing Qualifications* ”, New York.
- [12] https://docs.google.com/document/d/1hCpxCf1rhJG1eJgYT7HWJvwfntocroo tlH1pDKs8_Y/edit?pref=2&pli=1 diakses 29 februari 2016
- [13] V.F George., 1999 “ *Metallography : Principles And Practice* ” ASM International, Material Park, Ohio.