



**ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA PENGELOMAN DISSIMILAR ANTARA  
STAINLESS STEEL AISI 316L DAN BAJA KARBON RENDAH  
ST 37 DENGAN PENGELOMAN GTAW  
(GAS TUNGSTEN ARC WELDING)**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknik dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh :

**DONNAX CARNEOLLA HARSONO  
NIM. 071910101017**

**JURUSAN TEKNIK MESIN STRATA SATU  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2011**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, terucapkan sebagai rasa syukur dengan terselesaikannya tugas akhir ini. Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang serta shalawat pada Nabi Muhammad SAW, kupersembahkan ini sebagai rasa cinta kasih dan sayangku kepada:

1. Ayahanda Suharsono dan Ibunda Endang Lestari tercinta atas jerih payah, kasih sayang, dorongan, nasehat dan doa yang senantiasa mengiringi perjalananku dalam menggapai cita-citaku.
2. Kakakku tercinta Enggrit Purviani Lestari Harsono, adikku tercinta Steffi Morinda Harsono yang selalu menemani dan mengisi hari-hariku.
3. Seluruh dosen dan guru yang telah memberi ilmu pengetahuan.
4. Sahabat-sahabatku yang selalu setia membantu dan memberiku semangat.
5. Almamater yang kubanggakan, Universitas Jember.

## **MOTTO**

Apa yang kita lakukan hari ini adalah apa yang kita perbuat dimasa depan

Ilmu adalah karunia sang Kuasa yang memberikan manusia kehidupan yang lebih baik, ilmu datang dari apa yang kita lihat, dengar dan baca, ilmu bukan hanya datang dari dimana kita duduk dan belajar, karena sesungguhnya Allah memberikan kita ilmu dari dimana segi kehidupan itu ada.

Jangan pernah menyerah menjalani hidup ini, karena Allah akan memberikan jalan kepada setiap manusia yang mau berdoa berusaha

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Donnax Carneolla Harsono

NIM : 071910101017

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul “*Analisis Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Dissimilar antara Stainless Steel AISI 316L dan Baja Karbon Rendah ST 37 dengan Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Juni 2011

Donnax Carneolla Harsono  
071910101017

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PADA PENGELOMAN *DISSIMILAR* ANTARA  
*STAINLESS STEEL* AISI 316L DAN BAJA KARBON RENDAH  
ST 37 DENGAN PENGELOMAN GTAW  
(*GAS TUNGSTEN ARC WELDING*)**

Oleh :

**DONNAX CARNEOLLA HARSONO  
NIM. 071910101017**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : Sumarji,S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. F.X. Kristianta,M.Eng.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Dissimilar antara Stainless Steel AISI 316L dan Baja Karbon Rendah ST 37 dengan Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Selasa  
Tanggal : 21 Juni 2011  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji,

Ketua

Sekretaris

Sumarji, S.T., M.T.  
NIP. 19680202 199702 1 001

Ir. F.X. Kristianta, M.Eng.  
NIP. 19650120 200112 1 001

Anggota I

Anggota II

Hary Sutjahjono, S.T., M.T.  
NIP 19681205 199702 1 002

Mahros Darsin, S.T., M.Sc.  
NIP 19700322 199501 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

## RINGKASAN

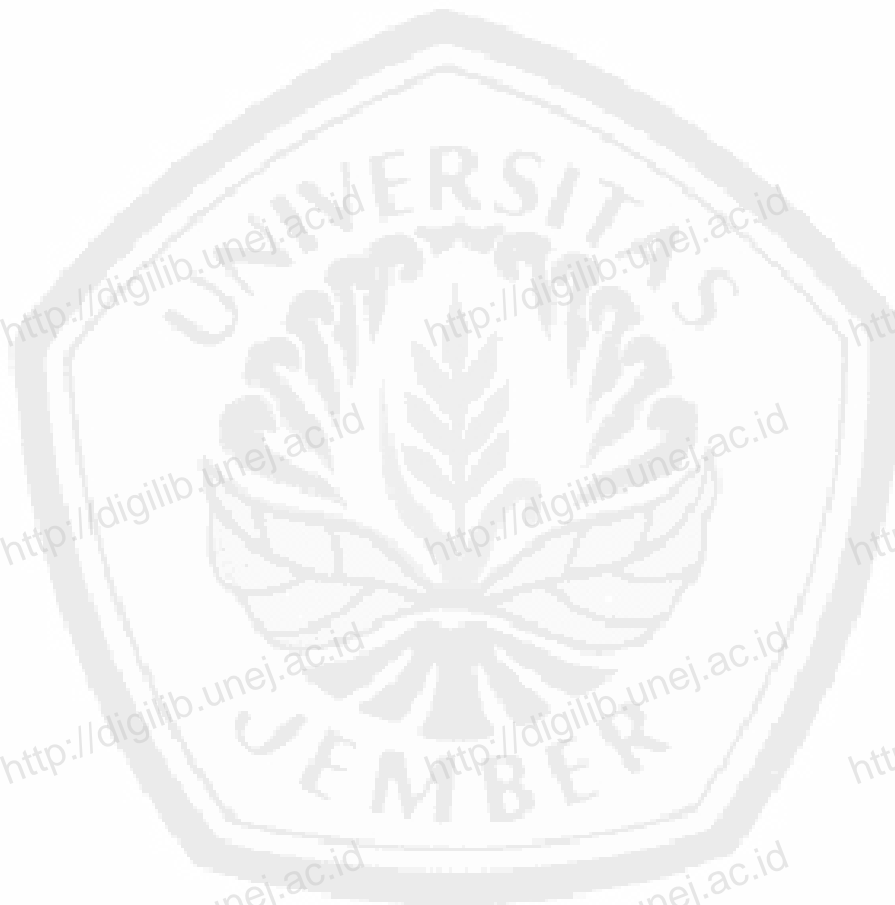
**Analisis Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik pada Pengelasan Dissimilar antara Stainless Steel AISI 316L dan Baja Karbon Rendah ST 37 dengan Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding);** Donnax Carneolla Harsono, 071910101017; 2011: 106 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

DMW (Dissimilar Metal Welding) adalah suatu proses pengelasan antara dua logam yang memiliki sifat mekanik, komposisi serta properties yang berbeda. DMW ini sering dipakai ketika dibutuhkan perbedaan sifat mekanik atau sifat lainnya dalam aplikasi.

Pada penelitian ini sumber panas yang digunakan yaitu Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) dengan variasi kuat arus, dengan metode pengambilan data dilakukan secara eksperimental dari sampel bahan hasil pengelasan 100 A, 120 A, 140 A, antara baja karbon rendah ST 37 dan SS 316L dengan filler metal TGS 309. Pengujian hasil cacat pengelasan berupa porositas dan retak dilakukan dengan pengujian radiografi dan penetrant, untuk pengamatan struktur mikro daerah HAZ las, dilakukan menggunakan *optical microscope*. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode vickers.

Pada pengelasan dengan variasi kuat arus 100 A dan 120 A terdapat porositas pada bagian dalam daerah lasan. Porositas terjadi karena adanya gas  $H_2O_{(g)}$  yang tidak dapat berdifusi keluar dari logam padat pada saat proses pengelasan. Pada daerah untuk titik pengujian 4 (SS 316L VS Weldment), daerah yang memiliki kekerasan paling tinggi terdapat pada pengelasan dengan variasi kuat arus 140 A, hal ini disebabkan akibat terjadinya sensitisasi pada temperature  $450^{\circ}$ - $600^{\circ}C$ , input panas yang besar serta kecepatan pengelasan yang sama dengan variasi kuat arus 100 A dan 120 A akan menimbulkan masukan panas yang besar sehingga akan terjadi pendinginan lambat yang dapat menimbulkan terbentuknya karbida chrome, sensitisasi pada pada pengelasan SS mengakibatkan peningkatan kekerasan.

Dari hasil seluruh pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, variasi kuat arus 120 A merupakan kuat arus yang tepat digunakan untuk pengelasan dissimilar antara stainless steel 316L dan baja karbon rendah ST 37 dengan tebal 6 mm. Hal ini dikarenakan sedikitnya porositas hasil pengelasan, input panas yang sesuai sehingga menghasilkan ukuran butir yang halus namun tidak mengakibatkan presipitasi karbida chrome yang tinggi akibat pendinginan lambat, daerah HAZ yang tidak terlalu lebar dan hasil pengujian tarik yang menunjukkan nilai UTS paling tinggi.





## SUMMARY

**Analysis of Effect of Current on the Mechanical Properties in Dissimilar Welding between of AISI 316L Stainless Steel and Low Carbon Steel ST 37 with GTAW (Gas Tungsten Arc Welding);** Donnax Carneolla Harsono, 071910101017; 2011: 106 pages; Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

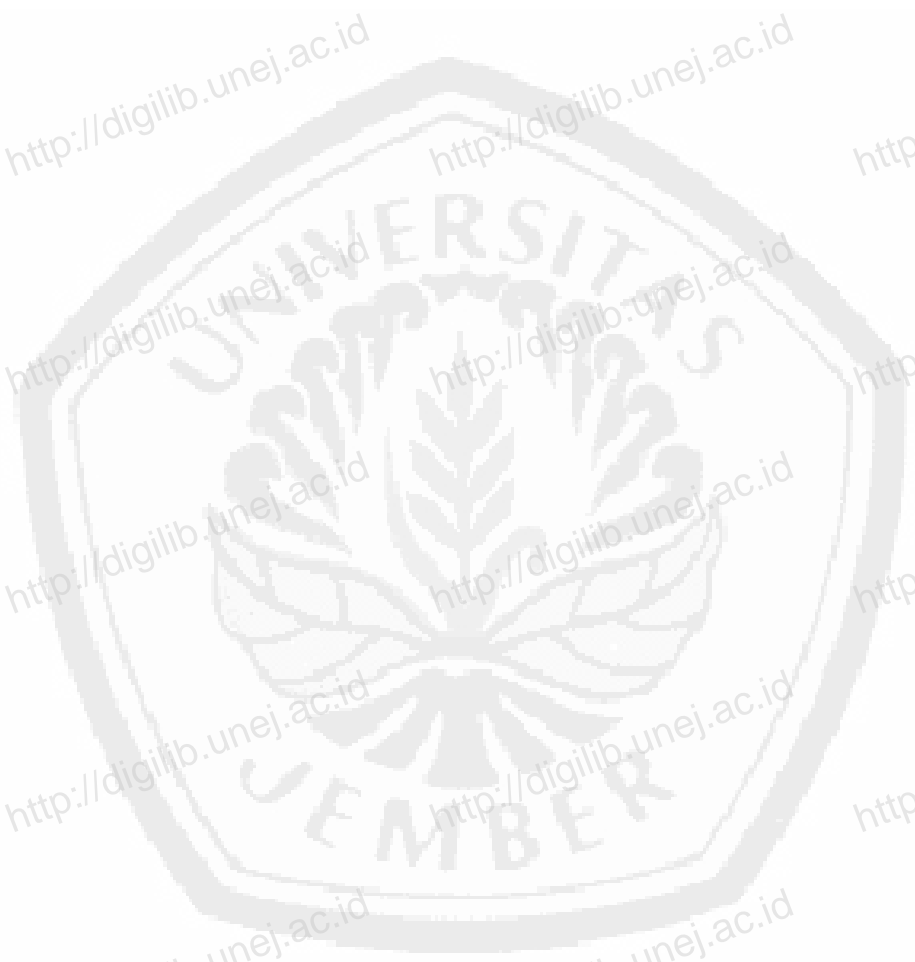
DMW (Dissimilar Metal Welding) is a welding process between the two metals that have mechanical properties, composition and different properties. DMW is often used when it takes the difference of mechanical properties or other properties in the application.

In this study the heat source used is Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) with strong variations in flow, with the method of data collection conducted experimental welding results from the sample material 100 A, 120 A, 140 A, between a low carbon steel ST 37 and SS 316L filler metal with TGS 309. Testing results of welding defects in the form of porosity and cracks is done by radiografi and penetrant testing, for observation of the microstructure of weld HAZ region, performed using an electric microscope. Tests performed by the method of Vickers hardness.

In welding with strong variations in stream 100 A and 120 A there is porosity in the inner area of the weld. Porosity due to gas  $H_2O$  (g) which can not diffuse out of solid metal during the welding process. In the area of testing for point 4 (VS 316L SS weldment), regions which have the highest hardness found in welding with strong variations in stream 140 A, this is caused due to the occurrence of sensitization at temperatures of  $450^{\circ}$ - $600^{\circ}C$ , a large heat input and welding speed of with strong variations in stream 100 A and 120 A will cause a large heat input so that it will happen slowly cooling that can lead to the formation of chrome carbide, sensitization on the weld SS lead to increased violence.

From the results of all tests performed in this study, variations in current strength 120 A strong current is appropriately used for dissimilar welding between stainless steel and 316L low carbon steel ST 37 with 6 mm thick. this is because the least porosity of the welding results, the appropriate heat input resulting in a fine

grain size but did not result in a high chrome carbide presipitas due to slow cooling, the HAZ is not too wide and tensile test results that show the highest value of UTS.



## PRAKATA

Puji dan syukur yang tak terhingga, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan dan menyusun skripsi ini tanpa adanya halangan suatu apapun. Penyusunan Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

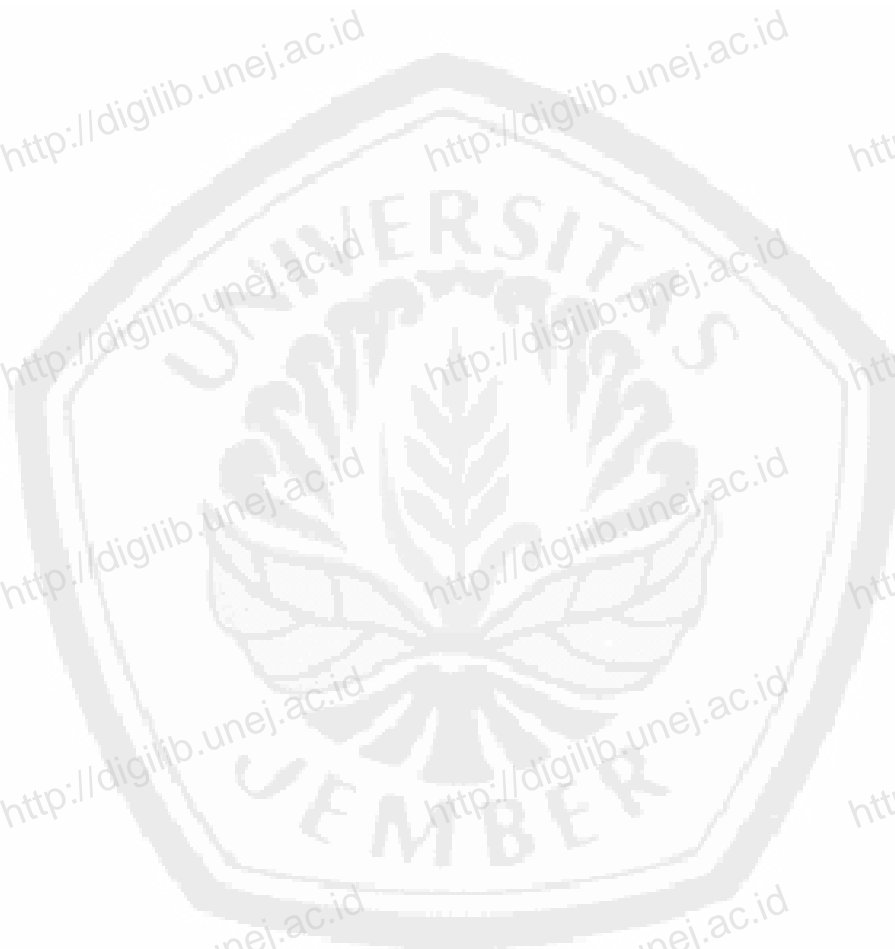
Penyusun menyadari bahwa penulisan laporan ini tidak terlepas dari bantuan dan saran dari berbagai pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sumarji,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Ir.F.X.Kristianta,M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Hary Sutjahjono,S.T.,M.T. dan Bapak Mahros Darsin,S.T.,M.Sc. selaku dosen penguji.
3. Bapak Andi Sanata,S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Sumarji,S.T.,M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin.
5. Bapak Heri Purwantoro selaku pembimbing di PT Boma Bisma Indra (Persero) Pasuruan.
6. Kedua orang tuaku dan kedua saudaraku, kakakku tercinta Enggrit Purviani Lestari Harsono, adikku tercinta Steffi Morinda Harsono yang selalu menemani dan mengisi hari-hariku.
7. Seluruh teman-teman yang senantiasa memberikan saran dan masukan.
8. Sri yang telah memberiku semangat, memberi keceriaan serta menemani hari-hariku.
9. Teman seperjuanganku Ardika Eka, Hendra Irfan, Novan Adi, Dimas Surya D.
10. Dan semua pihak yang tidak disebutkan, yang membantuku dan mendukungku sehingga skripsi ini dapat terselesaikan

Demikian dari penulis, bagi para pembaca dan yang menggunakan laporan ini penulis berharap ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Jember, Juni 2011

Penulis

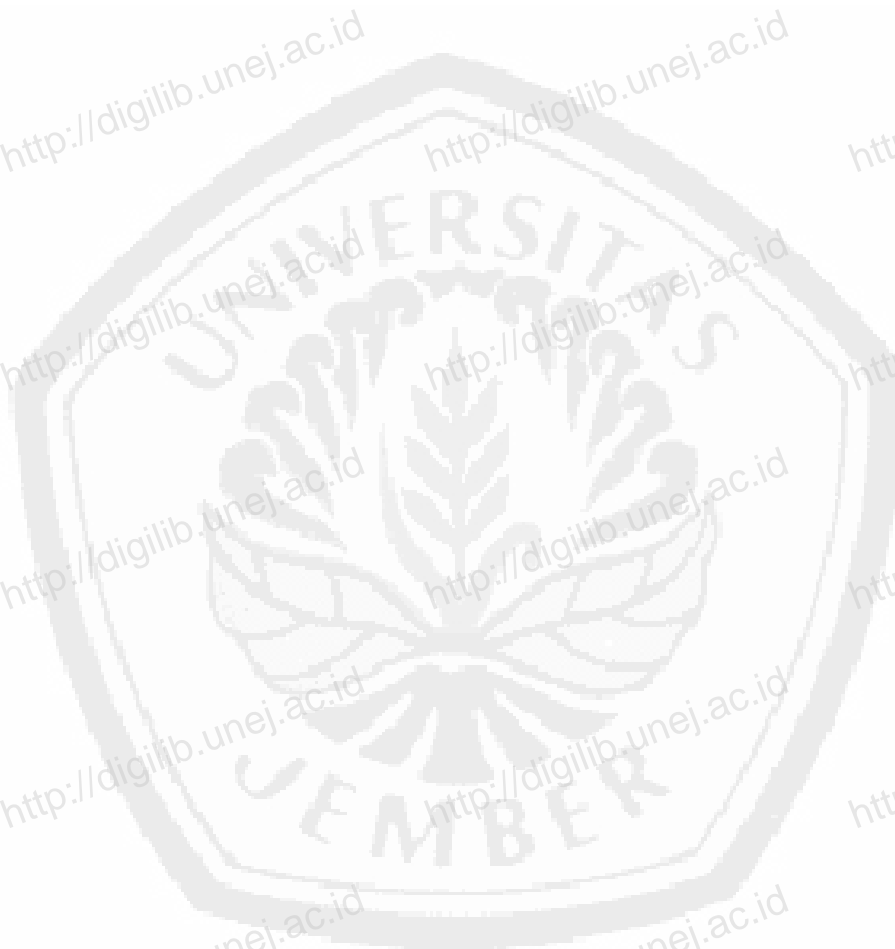


## DAFTAR ISI DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	4
1.3.1 Tujuan .....	4
1.3.2 Manfaat .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Pengelasan .....	6
2.2 DMW (Dissimilar Metal Welding).....	6
2.3 Stainless Steel .....	8
2.4 Baja Karbon Rendah.....	13
2.5 Teknik Pengelasan GTAW .....	14
2.5.1 Memilih Sumber Daya GTAW .....	15

2.5.2 Sistem Las GTAW .....	16
2.5.3 Memilih Elektroda Tungsten.....	17
2.6 Metode Pengujian Kekerasan dengan Metode Vickers .....	18
2.7 Metode Pengujian Tarik.....	18
2.8 Pengujian Radiografi.....	21
2.9 Pengujian Penetrant.....	23
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.2 Bahan Dan Alat.....	25
3.2.1 Bahan .....	25
3.2.2 Alat.....	25
3.3 Persiapan Penelitian.....	26
3.4 Proses Pengelasan.....	27
3.5 Pengujian .....	28
3.5.1 Pengujian Radiografi.....	28
3.5.2 Pengujian Penetrant.....	29
3.5.3 Pengujian Tarik .....	30
3.5.4 Uji Struktur Mikro .....	32
3.5.5 Pengujian Kekerasan.....	33
3.6 Variabel Penelitian.....	35
3.6.1 Variabel Bebas .....	35
3.6.2 Variabel Terikat .....	35
3.6.3 Variabel Terkendali.....	35
3.7 Analisis Data.....	35
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Hasil Pengujian Radiografi .....	37
4.2 Hasil Pengujian Cairan Penetrant .....	39
4.3 Hasil Pengamatan Struktur Mikro .....	41
4.4 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers.....	46

4.5 Hasil Pengujian Tarik .....	49
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>57</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Endapan antar butir karbida khrom dari baja 18 Cr-8 Ni.....	10
Gambar 2.2.	Diagram Schaeffler dari logam lasan dalam pengelasan baja tahan Karat.....	11
Gambar 2.3.	Jenis retak panas dalam logam lasan SUS 43.....	11
Gambar 2.4.	Pengelasan GTAW.....	15
Gambar 2.5.	Peralatan pengelasan GTAW.....	16
Gambar 2.6.	Skema pengelasan GTAW.....	17
Gambar 2.7.	Skematis prinsip indentasi dengan metode Vickers.....	19
Gambar 2.8	Kurva Tegangan Regangan.....	20
Gambar 2.9	Skema pengujian radiografi.....	23
Gambar 2.10	Alat Uji Radiografi.....	23
Gambar 3.1	<i>Detail joint</i> .....	27
Gambar 3.2	Skema pengujian radiografi.....	28
Gambar 3.3	Alat Uji Radiografi Test.....	28
Gambar 3.4	Uji Penetran Test.....	30
Gambar 3.5	Spesimen Uji Tarik.....	30
Gambar 3.6	Lokasi Pengujian.....	33
Gambar 3.7.	Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar 4.1	Hasil pengujian radiografi untuk pengelasan dengan arus 100 A.....	38
Gambar 4.2	Hasil pengujian radiografi untuk pengelasan dengan arus 120 A.....	38
Gambar 4.3	Hasil pengujian radiografi untuk pengelasan dengan arus 140 A.....	38
Gambar 4.4	Pengujian penetrant untuk pengelasan dengan arus 100 A....	40
Gambar 4.5	Pengujian penetrant untuk pengelasan dengan arus 120 A....	40
Gambar 4.6	Pengujian penetrant untuk pengelasan dengan arus 140 A....	40
Gambar 4.7. a.	Struktur mikro ST 37 VS <i>Weldment</i> pada pengelasan 100 A (100X).....	42
Gambar 4.7. b.	Struktur mikro SS 316L VS <i>Weldment</i> pada pengelasan 100 A (100X).....	42
Gambar 4.8. a.	Struktur mikro ST 37 VS <i>Weldment</i> pada pengelasan 120 A (100X).....	43
Gambar 4.8. b.	Struktur mikro SS 316L VS <i>Weldment</i> pada pengelasan 120 A (100X).....	43
Gambar 4.9. a.	Struktur mikro ST 37 VS <i>Weldment</i> pada pengelasan 140 A (100X).....	46



Gambar 4.9. b.	Struktur mikro SS 316L VS <i>Weldment</i> pada pengelasan A (100X).....	140 46
Gambar 4.10	Lokasi pengujian kekerasan Vickers.....	47
Gambar 4.11	Grafik kekerasan daerah hasil pengelasan.....	48
Gambar 4.12	Grafik Kekuatan Tarik (UTS) dan <i>Yield Point</i> hasil pengelasan SS 316L VS ST 37 dengan pengelasan GTAW...	50
Gambar 4.13	Bentuk perpatahan hasil pengujian tarik.....	52
Gambar 4.14	Bentuk perpatahan hasil pengujian tarik.....	52
Gambar B.1.	Diagram Schaeffler.....	61
Gambar C.1	Kurva tegangan regangan variasi kuat arus 100 A.....	64
Gambar C.2	Kurva tegangan regangan variasi kuat arus 120A.....	66
Gambar C.3	Kurva tegangan regangan variasi kuat arus 140A.....	69
Gambar D.1.	Grafik pengujian kekerasan variasi kuat arus 100 A.....	73
Gambar D.2.	Grafik pengujian kekerasan variasi kuat arus 120 A.....	73
Gambar D.3.	Grafik pengujian kekerasan variasi kuat arus 140 A.....	73
Gambar H.1.	Proses pengelasan GTAW.....	81
Gambar H.2.	Sampel hasil pengelasan GTAW.....	81
Gambar H.3.	Sampel pengujian penetrant.....	82
Gambar H.4.	Sampel hasil pengujian radiografi.....	82
Gambar H.5.	Sampel pengujian kekerasan Vickers.....	83
Gambar H.6.	Sampel hasil pengujian kekerasan Vickers.....	83
Gambar H.7.a.	Specimen uji tarik 100 A.....	84
Gambar H.7.b.	Specimen uji tarik 120 A.....	84
Gambar H.7.c.	Specimen uji tarik 140 A.....	84
Gambar I.1.	Peralatan pengujian <i>liquid penetrant</i> .....	85
Gambar I.2.	Alat uji Radiografi.....	85
Gambar I.3.	Mesin pengampelas.....	86
Gambar I.4.	Alat uji kekerasan Vickers.....	86

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia baja tahan karat .....	12
Tabel 2.2	Electroda Tungsten.....	18
Tabel 3.1	Rancangan Perhitungan Data Uji Tarik .....	31
Tabel 3.2	Rancangan Perhitungan Data Kekerasan .....	34
Tabel 4.1.	Hasil Uji Radiografi Test .....	38
Tabel 4.2.	Hasil uji penetrant .....	41
Tabel C.1	Pengujian tarik 100 A Spesimen 1 .....	62
Tabel C.2	Pengujian tarik 100 A Spesimen 2 .....	62
Tabel C.3	Pengujian tarik 100 A Spesimen 3 .....	63
Tabel C.4	Rata-rata tegangan regangan variasi kuat arus 100 A .....	63
Tabel C.5	Pengujian tarik 120 A Spesimen 1 .....	64
Tabel C.6	Pengujian tarik 120 A Spesimen 2 .....	65
Tabel C.7	Pengujian tarik 120 A Spesimen 3 .....	65
Tabel C.8	Rata-rata tegangan regangan variasi kuat arus 120 A .....	66
Tabel C.9	Pengujian tarik 140 A Spesimen 1 .....	67
Tabel C.10	Pengujian tarik 140 A Spesimen 2 .....	67
Tabel C.11	Pengujian tarik 140 A Spesimen 3 .....	68
Tabel C.12	Rata-rata tegangan regangan variasi kuat arus 140 A .....	68
Tabel D.1.	Pengujian kekerasan variasi kuat arus 100 A.....	70
Tabel D.2.	Pengujian kekerasan variasi kuat arus 120 A.....	71
Tabel D.3.	Pengujian kekerasan variasi kuat arus 140 A.....	72