



**ANALISIS PERBANDINGAN SIFAT MEKANIK PENGELASAN
MULTILAYER BAJA TAHAN KARAT AUSTENITIK 304
PADA PENGELASAN GTAW DAN SMAW**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Alvin Zakaria
NIM 081910101050**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2012**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. **Allah SWT.** Syukur alhamdulillah atas segala kemudahan yang telah diberikan, semoga ridho dan ampunan-Mu selalu mengiringi tiap langkah hamba-Mu yang lemah ini.
2. **Rasulullah SAW.** Terima kasih atas petunjuk dan keteladanan yang telah kau berikan hingga jiwa ini penuh dengan kedamaian dan keikhlasan.
3. **Ibu terbaik di dunia, Sugiati dan Ayahanda tercinta, Moh. Saleh.** Terima kasih atas semua hamparan cinta-kasih, pengertian, doa-doa serta pengorbanan yang telah diberikan sehingga aku bisa menjadi seperti sekarang ini. Atas setiap doa, keringat, rupiah, pengorbanan, setiap hal kecil yang telah tcurahkan. Suatu hari nanti aku akan membanggakan dan membahagiakan ayah dan ibu’.
4. **Kakakku yang paling baik, Ulfa Alfiah.** Terima kasih atas semua dukungan semangat, kekuatan, doa-doa, cinta-kasih yang telah diberikan sehingga aku dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan lancar. Terima kasih atas bimbingan dan kasih sayang selama ini, pengorbanan yang belum bisa aku balas hingga saat ini. Adikku tercinta, **Ifan Maulana.** Maaf apabila belum banyak waktu yang tcurahkan untuk adikku ini, semoga setelah ini kakak lebih bisa membimbing dan mcurahkan waktu untukmu.
5. **Ratri Dwi Rinastiti,** terima kasih atas senyum dan pengertiannya selama ini, semoga kita bersatu suatu saat nanti, tetaplah menjadi pribadi yang menyenangkan.
6. **Almamaterku, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin - Universitas Jember.** Yang telah mengantarkanku kejenjang pendidikan yang lebih tinggi.
7. **Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM),** Lukman TM 09, Irsan TM 10, Rino 09, Dedi 09, Ade 09, Helmi 09, Bayu 10 dan semua pengurus periode 2010-2011

terima kasih atas kepercayaannya dan suatu kebanggaan untuk bisa belajar berorganisasi bersama kalian.

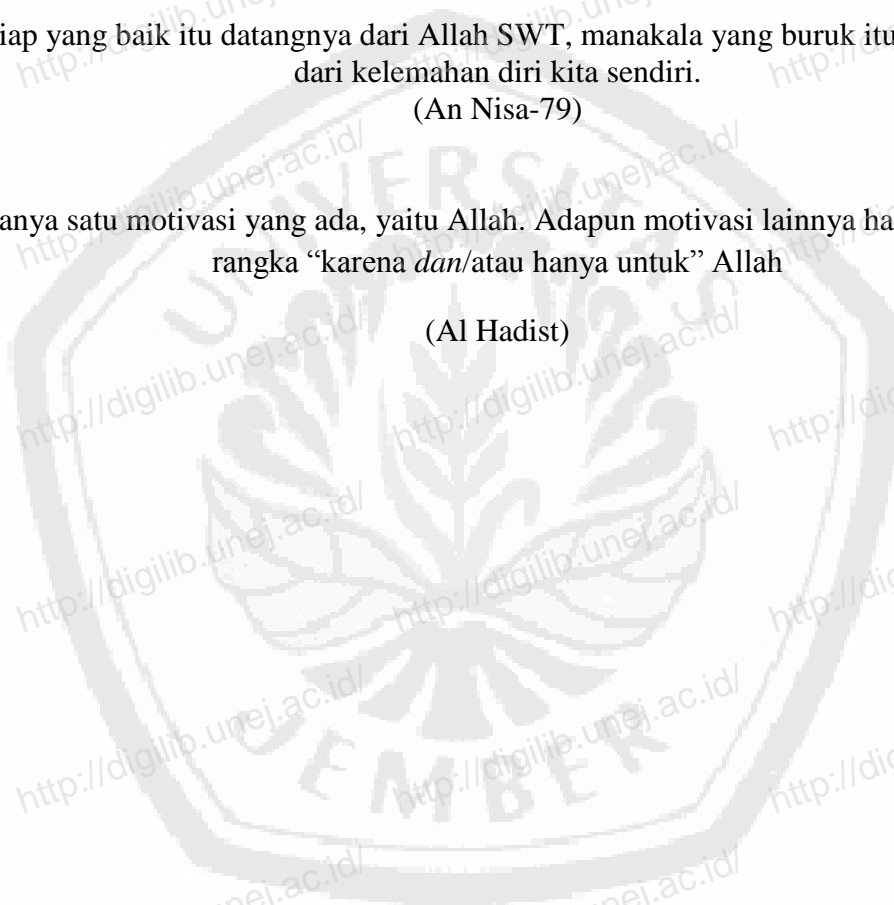
8. **Arek-Arek MC' Enggine 08.** Indra “Om”, Skrep NHS “Kumis Kucing – Hitam ManisHuek”, Gahan “Gathel-SatUyhaw”, Ronny P.A “Penjahat K.-Codet-Muu”, Amri “Juma’i-Kekar”, Umar “knalpot”, Fandy Maulana “BF”, Intan “Nduk”, Wahyu “Uyhaw”, Deni “Cino”, Anggun “Persie”, Sinung “Cacak” , Khoi “Jekko”, Hiding “33”, Ragil “As-Finishing”, Ferdi “UnguCliquers”, Deni “Begal”, Fuad “Sayang Antok”, Antok “Sayang Fuad” , Husni “P.San”, Jekki “Ganteng-Putih-Mulus”, Andre “Las”, Andre “Copet”, Afief “Guru Agama”, Radit, Rifky “Kura-kura dalam perahu”, Emen, Bayu “Lek”, Faisal, Fendi, Amuthi, Omega, Neno, Dani, Eko, Eka, Hanung “Restart”, Dimas “Om”, Sabar “Sudah Kaya”, Sareka “MasLuvtAdek”, Erik “Pasien, Wildan “Tewel-Timik”, Sulis “Ayah”, Kemal “Jenius”, Bagus, Ardhi “Kodok”, Saipi “CinoBangkrut”, Syaifuddin “Asik”, setiap centi perjalanan dengan kalian tak kan pernah terlupakan olehku setiap waktu yang kujalani bersama kalian mendewasakanku. *”Keep Solidarity Forever”*.
9. **Arek OVJ Idiot** (Bachtiar “Iyank”, Detha “Judes”, Oong “Homo”, Gahan”Gathel”, Ronni “Bek Terkuat (tergemuk juga)”, Jepri, Manu “Senyum”, Ajhi, Jepri, Novianto, Sulthon, Eko “Jakarte”). Cukup bertemu dan bermain futsal bersama kalian semua energy positif akan kembali pulih. Haha. Meskipun kita kaum idiot tetapi cukup disegani oleh kaum jenius.

MOTTO

**Berusahalah hingga akhir, tidak akan pernah ada penyesalan dari usaha yang sungguh-sungguh.
(Alvin Zakaria)**

**Setiap yang baik itu datangnya dari Allah SWT, manakala yang buruk itu datangnya dari kelemahan diri kita sendiri.
(An Nisa-79)**

**Hanya satu motivasi yang ada, yaitu Allah. Adapun motivasi lainnya harus dalam rangka “karena *dan*/atau hanya untuk” Allah
(Al Hadist)**



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvin Zakaria

NIM : 081910101050

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul: ‘*Analisis Perbandingan Sifat Mekanik Pengelasan Multilayer Baja Tahan Karat Austenitik 304 pada Pengelasan GTAW dan SMAW*’ 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 25 Juni 2012

Yang menyatakan,

Alvin Zakaria
NIM 081910101050

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN SIFAT MEKANIK PENGELASAN
MULTILAYER BAJA TAHAN KARAT AUSTENITIK 304 PADA
PENGELASAN GTAW DAN SMAW**

Oleh

Alvin Zakaria

NIM 081910101050

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Hary Sutjahjono, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Analisis Perbandingan Sifat Mekanik Pengelasan Multilayer Baja Tahan Karat Austenitik 304 pada Pengelasan GTAW dan SMAW*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Senin

Tanggal : 25 Juni 2012

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Sumarji, S.T., M.T.
NIP 19680202 199702 1001

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

Anggota I,

Anggota II,

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.
NIP 19670123 1997021 1 001

Ir. FX. Kristianta, M. Eng
NIP. 19650120 200112 1 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Analisis Perbandingan Sifat Mekanik Pengelasan Multilayer Baja Tahan Karat Austenitik 304 pada Pengelasan GTAW dan SMAW; Alvin Zakaria, 081910101050; 2012: 76 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Perkembangan teknologi pengelasan demikian pesat sehingga banyak proses pengelasan yang telah dikembangkan untuk memenuhi perkembangan teknologi manufaktur. Berbagai jenis logam dapat disambung dengan teknik pengelasan diantaranya baja tahan karat, baja tahan karat khususnya jenis austenitik sering digunakan pada bidang teknik salah satu jenis baja tahan karat austenitik adalah *stainless steel* tipe 304 yang salah satu aplikasinya untuk pembuatan wadah limbah radiokatif.

Proses pengelasan busur tungsten gas (GTAW) dan las elektroda terbungkus (SMAW) banyak digunakan pada logam paduan tinggi seperti baja tahan karat dapat juga digunakan untuk pengelasan beberapa *stainless steel* tipe austenitik. Keuntungan dari pengelasan SMAW adalah peralatan pengelasan relatif lebih sederhana, portable, dan murah jika dibandingkan dengan proses pengelasan busur lainnya, sedangkan proses GTAW menghasilkan pengelasan bermutu tinggi pada bahan-bahan ferrous dan non ferrous. Dengan teknik pengelasan yang tepat, semua pengotor yang berasal dari atmosfer dapat dihilangkan. Keuntungan utama dari proses ini yaitu, bisa digunakan untuk membuat root pass bermutu tinggi dari arah satu sisi pada berbagai jenis bahan.

Pada pengelasan material yang cukup tebal dilakukan dengan beberapa layer (multilayer). Pengelasan multilayer merupakan pengelasan berulang yang dilakukan pada suatu material yang memiliki ketebalan tertentu sehingga tidak memungkinkan dilakukan pengelasan satu layer.

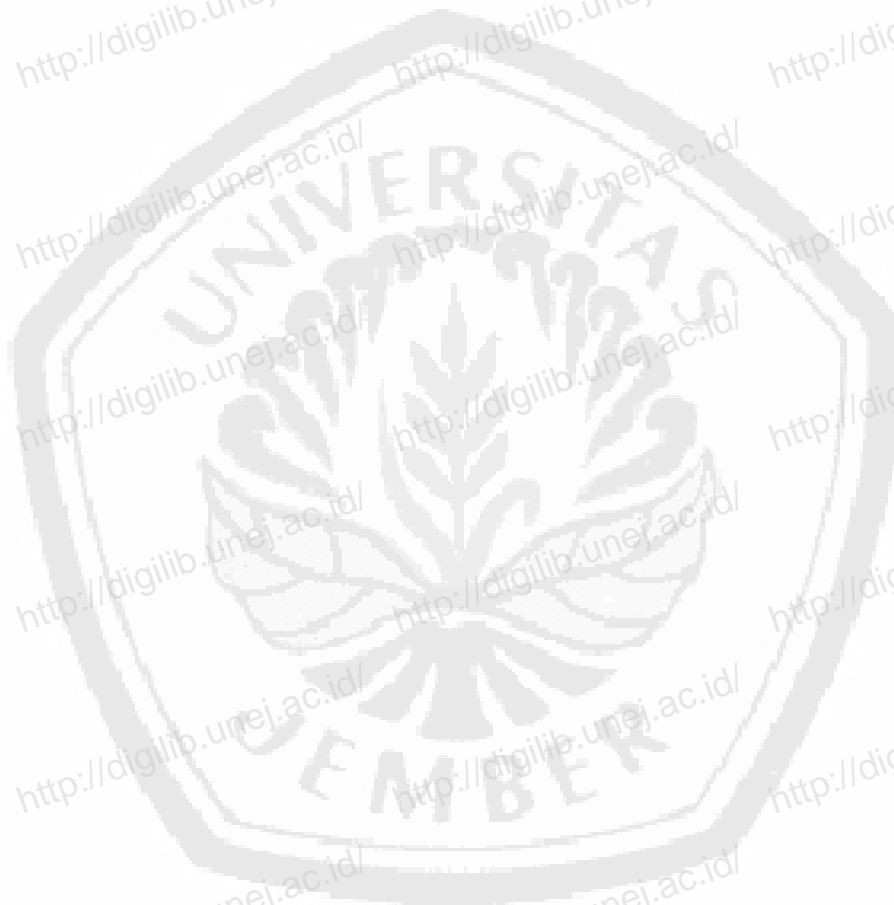
Untuk menghasilkan kualitas sifat mekanik pengelasan baja tahan karat austenitik, ada banyak variabel yang mempengaruhi seperti jenis elektroda, kuat arus, heat input dan tipe dari pengelasan itu sendiri.

Penelitian tentang variasi arus dan pengelasan terhadap sifat mekanik dan struktur mikro akibat proses pengelasan GTAW-GTAW dan GTAW-SMAW ini dilakukan di laboratorium pengelasan Politeknik Negeri Malang, laboratorium Pengujian Bahan Universitas Brawijaya dan di laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Universitas Jember. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah baja tahan karat austenitik SS 304 dengan ketebalan 6 mm, filler metal TGS 308L diameter 2,4 mm untuk pengelasan GTAW dan elektroda E308L AC/DC diameter 3,2 mm untuk pengelasan SMAW serta gas argon (Ar) – Karbondioksida (CO₂) (*High Purity*) 80 % dan cairan etsa. Dalam penelitian ini arus yang divariasikan adalah 90, 110, dan 130 ampere.

Dari pengamatan makro diketahui pada daerah *weld metal* terdiri dari 3 layer. Bentuk *weld pool* untuk proses pengelasan GTAW-GTAW dan pengelasan GTAW-SMAW memiliki tebal dan lebar yang berbeda mengikuti desain v groove. Dari pengamatan struktur mikro diketahui baja tahan karat austenitik memiliki struktur mikro austenit primer dan deposit lasan memadat sebagai ferit primer, yang juga dikenal sebagai (δ) delta ferit. Butir pada daerah HAZ lebih halus dari butir base metal, selain itu diketahui fusion line pada pengelasan GTAW-SMAW lebih lebar dari pengelasan GTAW-GTAW.

Pada pengelasan GTAW-GTAW daerah yang memiliki kekerasan tertinggi terletak pada weld metal yaitu sebesar 230 BHN dan kekerasan terendah sebesar 194 BHN yang terletak pada daerah base metal pada layer 3 sedangkan pada pengelasan GTAW-SMAW nilai kekerasan tertinggi juga terletak pada weld metal yaitu sebesar 220 BHN dan kekerasan terendah sebesar 196 BHN yang terletak pada daerah base metal.

Pada hasil pengujian tarik pengelasan GTAW-GTAW dengan Heat Input sebesar 2,412 MJ/m Joule/mm didapatkan nilai kekuatan tarik sebesar 611 MPa sedangkan untuk pengelasan GTAW-SMAW dengan Heat Input sebesar 2,792 MJ/m didapatkan nilai kekuatan tarik sebesar 583 MPa. Untuk yield point pada pengelasan GTAW-GTAW sebesar 400 MPa dan 392 MPa untuk GTAW-SMAW.



SUMMARY

Comparative Analysis of Mechanical Properties in Multilayer Welding of 304 Austenitic Stainless Steel using GTAW and SMAW ; Alvin Zakaria, 081910101050; 2012: 76 pages; Program Strata The Mechanical Engineering Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

Development of welding technology so rapidly that many welding processes have been developed to meet the development of manufacturing technology. Various types of metals can be joined by welding techniques such as stainless steels, stainless steels, especially austenitic type often used in engineering fields one type of austenitic stainless steels is type 304 stainless steel is one of the applications for the manufacture of waste containers radioactively.

Gas tungsten arc welding process (GTAW) welding electrodes and wrapped (SMAW) is widely used in metal alloys such as stainless steel can also be used for multiple welding austenitic stainless steel type. The advantage of welding SMAW welding equipment is relatively simple, portable, and inexpensive when compared to other arc welding processes, whereas the GTAW process produces high-quality welding on ferrous materials and non ferrous. With proper welding techniques, all the impurities from the atmosphere can be eliminated. The main advantage of this process is, can be used to make high-quality root pass from the one side on various types of materials.

In the welding of thick enough material to do with a few layers (multilayer). Recurrent multilayer welding is a welding performed on a material that has a certain thickness so it is not possible to weld a single layer.

To produce the quality of the mechanical properties of austenitic stainless steel welding, there are many variables that influence such as the type electrodes, strong currents, heat input and the type of welding itself.

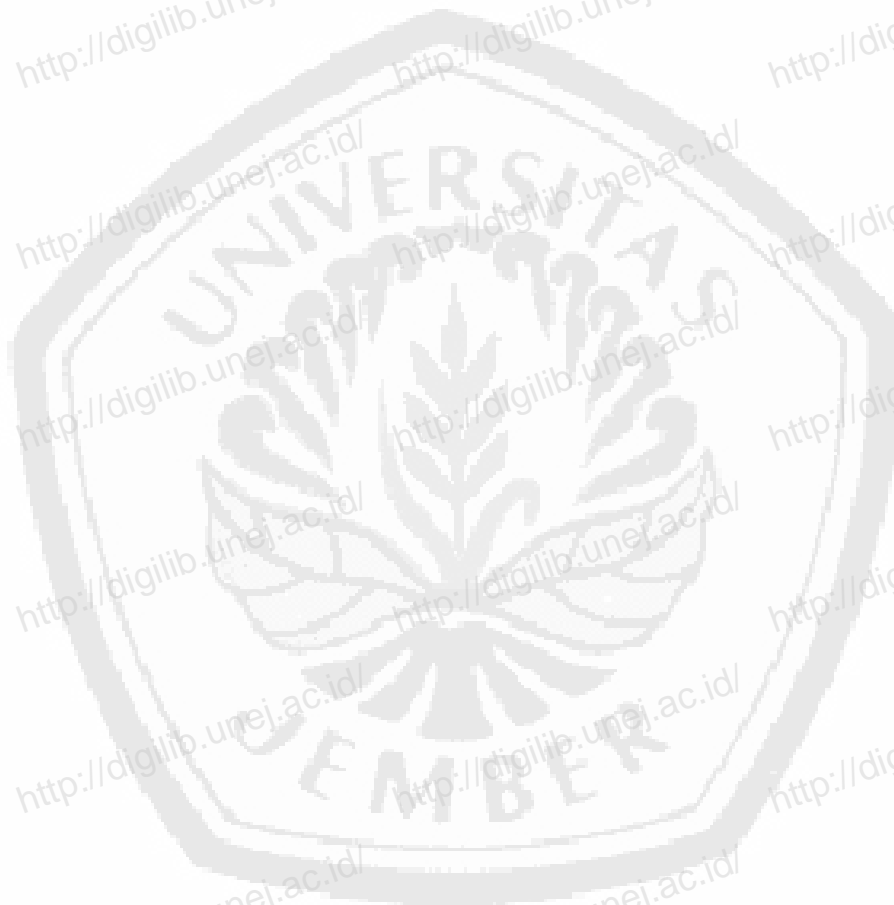
Research on variations in current and welding on the microstructure and mechanical properties due to the process of welding processes, GTAW and GTAW GTAW-SMAW welding is performed in the laboratory of the Polytechnic of Malang, Materials Testing Laboratory at UB and Materials Design and Test Laboratory Department of the University of Jember. The materials used in the study are austenitic stainless steel SS 304 with a thickness of 6 mm diameter 308L filler metal TGS 2.4 mm for GTAW welding electrodes E308L and AC / DC diameter of 3.2 mm for the SMAW welding and argon gas (Ar) - Carbon dioxide (CO₂) (High Purity) 80% and the etching liquid. In this study varied flow is 90, 110, and 130 amperes.

From observations makkro known at the weld metal consists of three layers. Weld pool shape for GTAW welding processes, GTAW, SMAW and GTAW welding has a different thickness and width of the design follows the v groove. From the observation of the microstructure of austenitic stainless steels are known to have primary austenite and the microstructure of the weld deposit solidified as primary ferrite, which is also known as (δ) delta ferrite. Items in the HAZ grains finer than base metal, other than that known fusion line on the GTAW-SMAW welding is wider than the GTAW-GTAW welding.

GTAW GTAW-welding on areas that have the highest violence lies in the weld metal hardness of 230 BHN and 194 BHN the lowest of which is located on the base metal on the layer 3 while the GTAW-SMAW welding the highest hardness value also lies in the weld metal at 220 BHN and 196 BHN hardness as low as located on the base metal.

In the tensile test result GTAW-GTAW welding with heat input of 2.412 MJ / m obtained tensile strength of 611 MPa, while for GTAW-SMAW welding with heat

input of 2.792 MJ / m obtained value of 583 Mpa tensile strength. For the yield-point in GTAW-GTAW welding of 400 MPa and 392 MPa for GTAW-SMAW.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ‘*Analisis Perbandingan Sifat Mekanik Pengelasan Multilayer Baja Tahan Karat Austenitik 304 pada Pengelasan GTAW dan SMAW*’ Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagi pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan banyak-banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Sumarji, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini;
3. Ir. Ahmad Syuhri., M.T. dan Ir. FX. Kristianta., M.T., selaku dosen penguji;
4. Semua Dosen Teknik Mesin yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas semua bimbingan, semangat, dan waktu yang telah bapak berikan dan ajarkan;
5. Pak Bokir dan seluruh dosen Politeknik Negeri Malang serta Pak Suhastomo sebagai mitra kerja dan terima kasih atas bimbingannya.
6. Teman-teman Mc’ Engine 08 dan sahabat-sahabat terbaikku Ronny Prastya Aditama “Kau tidak hanya sekedar codet”, Skrip “Selalu kunantikan akhir saat kau bercerita”, Gahan “Jessica dijogo, be’e tah jodone. Kunantikan undangan nikahmu”, Indra “Suwon wes iso nuwe’i, dan solusi pintar yang diberikan”, Amri “Teman paling mudah galau, suwon wes gelem sering susah gawe aku”, Ardhi Katak “Haha, gak pernah ngiro sahabatan karo kowe

syuut”, Bayu “meskipun katanya kau KPI, tapi salah satu orang yang tidak pernah absen ikut touring”, Nata “terima kasih bantuannya ya kak”) terima kasih banyak dukungannya selama ini semoga keluarga ini tak bisa dipisahkan jarak dan waktu. Tetaplah menjadi orang yang apa adanya seperti selama ini. Selalu merindukan saat-saat tertawa bersama kalian. Kita bersatu tak bisa dikalahkan;

7. Mas-mas angkatan tua (Mas Angger “makasih mas wejangannya”, Mas Fata dan “suwun mas semangat e”, Mas Hamzah, Mas Regi “suwon mas wes percoyo karo adek-adek e”, Mas Molen “Aiyo moo ndang nyusul ndang nikah kono”, Mas Badak dan Mas Agil, Mas Sukit “suwon mas senyuman e”.
8. Kelompok KKT Kecamatan Balung, Oria ‘kordes tutul elek, Cha-cha “tante”, Yunus “wakordes ayahab”, Ari “Senior”, Rara “idola perangkat desa”, Inggit “Pendekar”, Putri “Galau”, Rossa “Kak Ros”, Roy, Pratama “D’nasib”, Aida-lis “Tante”, Mas Ofa “Bonek Ewoul”, Fikar “Hitam dan tidak manis”, Mbak Milipee, Tika-Trian “T2”, Bang Ahmad “seksi do’a”, Puguh “senyum”, Epril “Besar”, Mbak Lintang, Nita “terima kasih atas tawa dan keceriaannya”, Hanung “kordes sensitive”, Itang “mirip evra”, Sabdo “Kordes mobile”, Phita “si manis”, Adrian “Bang Ente”, Eka, Sherla, Tito “ si kuman”, Lutfi, Tohodo, Jerry, Rahma, Ika, Botha, David, Dewanti, Vina, kurindukan tawa bersama kalian semua.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jember, Mei 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	xi
PRAKATA	xiv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Pengelasan	7
2.3 Klasifikasi Pengelasan	8
2.4 Metalurgi Pengelasan	9
2.5 Parameter Parameter Dalam Proses Pengelasan	10

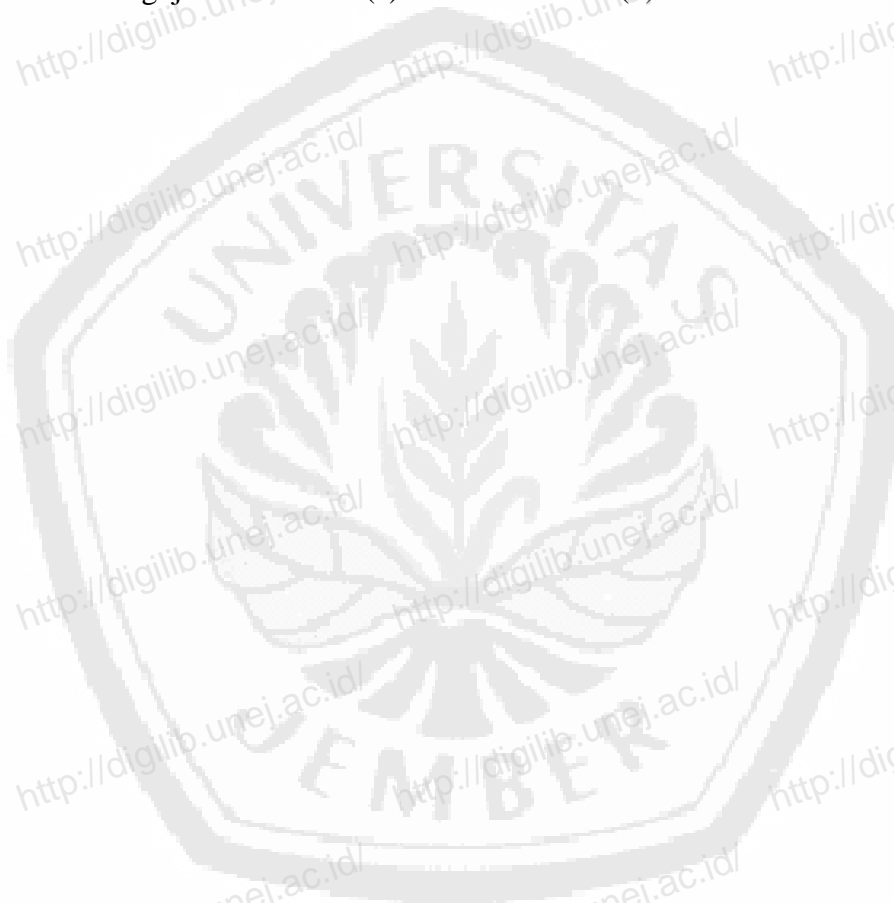
2.5.1 Heat Input.....	10
2.5.2 Arus Listrik.....	11
2.5.3 Pengelasan Multi Layer.....	12
2.6 Pengelasan GTAW.....	12
2.7 Pengelasan SMAW.....	13
2.8 Pengelasan Baja Tahan Karat.....	14
2.9 Pengujian Penetrant.....	16
2.10 Pengujian Tarik.....	18
2.11 Pengujian Kekerasan.....	20
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.2 Metode Penelitian.....	24
3.3 Bahan dan Alat Penelitian.....	24
3.3.1 Bahan Penelitian.....	24
3.3.2 Alat Penelitian.....	24
3.4 Prosedur Penelitian.....	25
3.4.1 Proses Pengelasan GTAW-GTAW.....	25
3.4.2 Proses Pengelasan GTAW-SMAW.....	26
3.5 Pengujian.....	27
3.5.1 Pengujian Tarik.....	27
3.5.2 Pengamatan Struktur Makro.....	29
3.4.3 Pengamatan Struktur Mikro.....	29
3.4.4 Pengujian Kekerasan Brinell.....	29
3.6 Variable Penelitian.....	32
3.6.1 Variable Bebas.....	32
3.6.2 Variable Terikat.....	32
3.6.3 Variable Terkendali.....	32
3.7 Teknik Penyajian Data.....	32

3.8 Analisis Data	32
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Pengamatan Makro.....	34
4.2 Pengamatan Mikro.....	35
4.2.1 Pengamatan Sktruktur Mikro Base Metal	36
4.2.2 Pengamatan Sktruktur HAZ.....	37
4.2.3 Pengamatan Sktruktur Weld Metal	40
4.3 Hasil Pengujian Kekerasan	43
4.3.1 Analisa Kekerasan Pada HAZ.....	45
4.3.2 Analisa Kekerasan Pada Weld Metal.....	46
4.4 Hasil Pengujian Tarik.....	47
4.5 Hasil Pemeriksaan Cacat Las.....	50
BAB 5. PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Skema Pengelasan GTAW	13
2.2 Skema Pengelasan SMAW	14
2.3 Endapan Antar Butir Karbid Khrom Dari Baja 18 Cr-8 Ni	15
2.4 Diagram Schaeffler dari Logam Lasan	15
2.5 Jenis Retak Panas dalam Logam Lasan SUS. 43	16
2.6 Kurva Tegangan-Regangan.....	18
2.7 Skematis Prinsip Indentasi Dengan Metode Brinell	20
2.8 Hasil Indentasi Brinell Berupa Jejak Berbentuk Lingkaran.....	21
2.9 Skematis Prinsip Indentasi Dengan Metode Vickers	22
3.1 Detail Sambungan Logam Lasan	26
3.2 Skema Pengujian Tarik	28
3.3 Skema Uji Kekerasan.....	31
3.4 Diagram Alir Penelitian	31
4.1 Pengamatan makro (a) pengelasan GTAW-GTAW dan (b) <i>base metal</i> , HAZ, dan <i>weld metal</i>	34
4.2 Pengamatan makro (a) pengelasan GTAW-SMAW dan (b) <i>base metal</i> , HAZ, dan <i>weld metal</i>	35
4.3 Struktur mikro baja tahan karat austenitik 304 (<i>gamma iron</i>).....	36
4.4 Daerah HAZ untuk pengelasan (a) GTAW-SMAW (b) Daerah HAZ untuk pengelasan GTAW-GTAW	39
4.5 Perbandingan besar butir antara (a) HAZ dan (b) <i>Base metal</i>	39
4.6 Prediksi struktur mikro dan Ferit Number	41
4.7 Struktur Mikro <i>weld metal</i> (a) pengelasan GTAW – GTAW (b) pengelasan GTAW - SMAW.....	41
4.8 Diagram WRC-1992	42
4.9 Grafik perbandingan kekerasan (a) Layer 1 (b) Layer 2 (c) Layer 3	44

4.10 Contoh fenomena terbentuknya karbida krom.....	46
4.11 Grafik perbandingan hasil uji tarik	47
4.12 Gambar hasil uji tarik pengelasan.....	49
4.13 Cacat porositas pada daerah <i>weld metal</i>	49
4.14 Bentuk perpatahan hasil pengujian tarik.....	50
4.15 Hasil Pengujian <i>Penetrant</i> (a) GTAW-GTAW (b) GTAW-SMAW	50



DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Pemilihan Arus Las Pada Pengelasan GTAW	11
2.2 Skala pada Metode Uji Kekerasan Rockwell.....	23
3.1 Jumlah Spesimen Pengujian.....	25
3.2 Rancangan Perhitungan Data Uji Tarik	28
3.3 Rancangan Perhitungan Data Uji kekerasan	31
4.1 Uji Kekerasan.....	42
4.2 Hasil Uji Tarik.....	47
4.3 Hasil Pengujian Penetrant	51



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A	57
LAMPIRAN B	61
LAMPIRAN C	63
LAMPIRAN D	64
LAMPIRAN E	74
LAMPIRAN F	75
LAMPIRAN G	76