

SKRIPSI

**PERBEDAAN SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK
BAJA KARBON RENDAH YANG DILAS DENGAN
BUTT JOINT DAN LAP JOINT MENGGUNAKAN
SMAW**



ABDURRAHMAN

03121005052

**JURUSAN TEKNIK MEKANIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2016

S
669.142 07
Abd
P
2016

2700

SKRIPSI

PERBEDAAN SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK BAJA KARBON RENDAH YANG DILAS DENGAN *BUTT JOINT* DAN *LAP JOINT* MENGGUNAKAN SMAW

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



ABDURRAHMAN
03121005052

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 013/TM/AK/2016.
Diterima Tgl. : 12/11 - 2016
Paraf : 

SKRIPSI

Nama : ABDURRAHMAN
NIM : 03121005052
Jurusan : TEKNIK MESIN
Judul Skripsi : PERBEDAAN SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK
BAJA KARBON RENDAH YANG DILAS DENGAN
BUTT JOINT DAN *LAP JOINT* MENGGUNAKAN
SMAW
Dibuat : 25 JANUARI 2016
Selesai : 26 OKTOBER 2016



Indralaya, Oktober 2016
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Oomarul Hadi, S.T, M.T 
NIP. 196902131995031001

RINGKASAN

Perbedaan Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Baja Karbon Rendah yang Dilas dengan *Butt Joint* dan *Lap Joint* Menggunakan SMAW
Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Oktober 2016

Abdurrahman: Dibimbing oleh Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
Differences of Mechanical Properties and Physical Properties of Low-Carbon Steel Welded with Butt Joint and Lap Joint Using SMAW

xx + 48 halaman, 9 tabel, 53 gambar, 4 lampiran

Baja karbon rendah merupakan logam yang memiliki banyak keunggulan, seperti ringan, mudah dibentuk, harganya murah dan mempunyai sifat mampu las yang baik. Cara pengelasan baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan syaratnya dipenuhi. Pada umumnya cacat dalam pengelasan juga sering terjadi pada baja karbon rendah, biasanya cacat terjadi akibat arus dalam pengelasan yang terlalu tinggi yang menyebabkan pelat baja mudah melengkung atau bengkok. Selain mudah melengkung, cacat las yang sering terjadi adalah penembusan las yang kurang baik dan jelek. Jika penembusan kurang baik maka akibat yang akan timbul adalah konstruksi yang kurang kokoh. Penyebab dari penembusan yang kurang baik adalah kecepatan las yang terlalu tinggi, arus terlalu rendah, dan benda kerja yang kotor. Penulisan ini bertujuan membandingkan sifat fisik dan mekanik dari hasil pengelasan SMAW dengan metode *butt joint* dan *lap joint*. Pengelasan dilakukan pada pelat baja karbon rendah menggunakan kampuh V dengan posisi 1G untuk *butt joint*, dan *double fillet* untuk *lap joint*. Keduanya menggunakan arus las yang sama yaitu 110 A. selanjutnya dilakukan pengujian Dye Penetrant, Visual, Komposisi, Kekerasan, Uji Tarik, Uji Lengkung, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan Metallografi. Hasil pengujian Dye Penetrant menunjukkan bahwa pengelasan *lap joint* terdapat cacat pengelasan berupa *Splatter* sedangkan pengelasan *butt joint* tidak terdapat cacat. Hal ini terjadi karena pengelasan *lap joint* menggunakan arus yang tinggi serta pengelasan yang berbentuk *fillet*. Sedangkan pengujian visual Ultrasonik menunjukkan bahwa pengelasan *butt joint* terdapat cacat sedangkan pengelasan *lap joint* tidak terdapat cacat, hal ini terjadi karena pengelasan *butt joint* lebih sulit dibanding pengelasan *lap joint*, karena pengelasan *butt joint* menggunakan kampuh yg terdiri dari *rootpass* dan *weld out* sehingga kecepatan dan penembusan pengelasan harus benar-benar tepat. Pada pengujian kekerasan, pengelasan *lap joint* mempunyai

rata-rata kekerasan 88 HRB pada daerah lasnya, sedangkan pengelasan *butt joint* mempunyai rata-rata kekerasan 85 HRB pada daerah lasnya. Pengujian tarik yang dilakukan, menghasilkan lokasi putus yang terdapat pada daerah logam induk pada kedua metode sambungan. Pengelasan *butt joint* mempunyai kekuatan tarik dengan rata-rata 30.836 kg/mm^2 , sedangkan pengelasan *lap joint* mempunyai kekuatan tarik dengan rata-rata 26.936 Kg/mm^2 . Hal ini dikarenakan logam induk pada sambungan *lap joint* memiliki kekerasan yang lebih rendah dibandingkan kekerasan pada logam induk sambungan *butt joint*. Karena lokasi putus pada pengujian tarik berada pada daerah logam induk, maka kita jadi ingin tahu berapa nilai beban dan tegangan tarik maksimum pada daerah las di kedua sambungan, jadi kita dapat menggunakan tabel hubungan antara kekerasan dan tegangan tarik, sehingga pada tabel dapat kita lihat nilai tegangan tarik *butt joint* sebesar 56.95 Kg/mm^2 dan nilai tegangan tarik *lap joint* sebesar 60.46 Kg/mm^2 . Pada pengujian lengkung pengelasan *lap joint* mempunyai kekuatan lengkung tertinggi dengan rata-rata 63.45 Kg/mm^2 . Sedangkan kekuatan lengkung rata-rata *butt joint* sebesar 59.03 Kg/mm^2 . Pada pengujian metalografi terlihat bahwa struktur mikro pengelasan *lap joint* lebih tangguh dibandingkan struktur mikro pengelasan *butt joint*, sebab struktur mikro *lap joint* terdiri dari *ferrit widmanstatten*, *grain boundary ferrit*, *perlite*, dan *ferrit acicular* yang mendominasi, Sedangkan struktur mikro *butt joint* terdiri dari *ferrit widmanstatten*, *grain boundary ferrit*, *perlite*, dan *ferrit acicular* yang lebih sedikit dibanding jumlah *ferrit acicular* pada *lap joint*. Pada pengujian SEM yang dilakukan, hanya daerah las *butt joint* yang dapat di SEM, sebab pada pengelasan *lap joint* daerah lasnya tidak putus, sehingga tidak dapat dilakukan pengujian SEM.

Kata Kunci : Baja Karbon Rendah, SMAW, *Butt Joint*, *Lap Joint*, Uji Die Penetrant, Uji Visual Ultrasonik, Uji Kekerasan, Uji Tarik, Uji Lengkung, Metalografi, Uji SEM

Kepustakaan : 18., (1998 – 2015).

SUMMARY

Differences of Mechanical Properties and Physical Properties of Low-Carbon Steel Welded with Butt Joint and Lap Joint Using SMAW
Scientific Paper in the form of Skripsi, October 2016

Abdurrahman: Guided by Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
Perbedaan Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Baja Karbon Rendah yang Dilas dengan Butt Joint dan Lap Joint Menggunakan SMAW

xx + 48 pages, 9 tables, 53 pictures, 4 attachments.

Low carbon steel is a metal that has many advantages, such as lightweight, malleable, it's cheap and has a good weldability. Low carbon steel can be welded with all practical welding methods that exist and it will have good results if the preparation is perfect and the conditions are fulfilled. In general, defects in welding are common in low-carbon steel, usually the defects occur because the welding current is too high which causes the steel plate to yield or bend. In addition to yielding, welding defects that often occur is caused by a poor weld penetration. If the weld penetration is not good, it will result to a less sturdy construction. The reasons for that are because the welding speed is too high, the electric current is too low, and dirty work object. The objective of this research is to compare physical and mechanical properties of SMAW welding using butt joint and lap joint methods. Welding is done on a low carbon steel plate using a V seam with 1G position for butt joint, and double fillet for lap joint. Both using the same welding current of 110 A. Then a couple of testing is performed, dye penetrant, visual, composition, hardness, tensile test, bending test, scanning electron microscopy (SEM) and Metallography test. Dye penetrant test result shows that the lap joint welding has defects in the form Spatter while there are no defects in the butt joint. This happens because the lap joint welding uses a high electric current and it is fillet shaped. While the visual ultrasonic test shows that there are defects in butt joint welding but there is no defect in the lap joint welding, this is because the butt joint welding is more difficult than lap joint welding. For butt joint welding, it uses a seam which consists of rootpass and weld out so that the penetration speed has to be exact. In hardness test, lap joint welding has the average of 88 HRB hardness on its welded area, while the butt joint welding has the average of 85 HRB hardness on its welded area. Tensile test is conducted which generate the breaking location contained in the base metal regions on both joint methods. Butt joint welding has a tensile strength by an average of 30.836 kgf/mm^2 , while lap joint welding has a tensile strength by an average of 26.936 kgf/mm^2 . This is because the hardness from the base metal in the lap joint is lower than the hardness on the base metal of the butt joint. Due to the breaking location in the tensile test is in the region of the base metal, then we would like to know how the load and the maximum tensile stress in the welding area in both connections is, so we can use hardness and tensile stress relation table, so that from the table we can see the value of tensile stress of butt joint is 56.95 kgf/mm^2 and tensile stress of lap joint is 60.46 kgf/mm^2 . For bending test, lap joint welding has the bending strength with an average of 63.45 kgf/mm^2 . While the

bending strength of butt joint has the average of 59.03 kgf/mm². For Metallography test it shows that the microstructure of lap joint welding is more tough than the microstructure of butt joint welding, because the microstructure of lap joint composed of ferrite Widmanstatten, grain boundary ferrite, perlite and ferrite acicular which dominates, while microstructure of butt joint is composed of ferrite Widmanstatten , grain boundary ferrite, pearlite and ferrite acicular fewer than the number of acicular ferrite in the lap joint. In SEM test that has been done, only the butt joint welding area that can be tested by SEM methods, because the lap joint welding area is not severed, it can not be tested by SEM methods.

Keywords: Low Carbon Steel, SMAW, Butt Joint, Lap Joint, Die Penetrant Test, Ultrasonic Test, Hardness Test, Tensile Test, Bending Test, Metalloghraphi, SEM

Citations : 18., (1998 – 2015).

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdurrahman

NIM : 03121005052

Judul : Perbedaan Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Baja Karbon Rendah yang Dilas dengan *Butt Joint* dan *Lap Joint* Menggunakan SMAW

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi 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 siapapun.

Indralaya, Oktober 2016
Penulis,

Abdurrahman
NIM. 03121005052

HALAMAN PENGESAHAN

PERBEDAAN SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK BAJA KARBON RENDAH AKIBAT DILAS DENGAN *BUTT JOINT* DAN *LAP JOINT* MENGGUNAKAN SMAW

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

ABDURRAHMAN
03121005052

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Qomarul Hadi, S.T, M.T.
NIP. 196902131995031001

Indralaya, Oktober 2016
Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing,

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Diah Kusuma Pratiwi', is written over a horizontal line.

Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
NIP. 196307191990032001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Perbedaan Sifat Mekanik Dan Sifat Fisik Baja Karbon Rendah Yang Dilas Dengan *Butt Joint* Dan *Lap Joint* Menggunakan SMAW” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Inderalaya, 26 Oktober 2016

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi :

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

(.....)

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

(.....)

2. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 19790927 200312 1 004

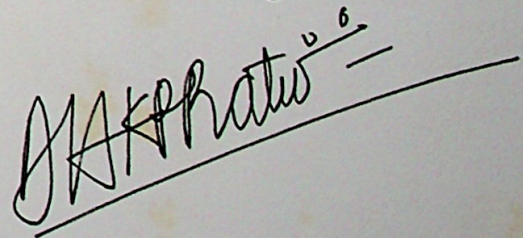
(.....)

Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
NIP. 19630719 199003 2 001

RIWAYAT PENULIS

Penulis bernama lengkap Abdurrahman, dilahirkan di Palembang, pada tanggal 17 Juni 1995. Anak pertama dari pasangan Bapak Hasan Abdullah dan Ibu Syifa ini memulai pendidikan di MI Adabiyah 2 Palembang pada tahun 2000 selama enam tahun. Penulis tercatat aktif dalam bidang olahraga khususnya olahraga volley. Kemudian pada tahun ajaran 2006/2007 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Adabiyah, pada saat SMP penulis aktif dalam bidang olahraga futsal dan sempat beberapa kali menjuarai turnamen futsal ditingkat SMP se-Palembang

Setelah menyelesaikan pendidikan di SMP Adabiyah pada tahun 2009, penulis melanjutkan pendidikannya di SMA YPI Tunas Bangsa Palembang selama tiga tahun dan memilih jurusan IPA. Ketika SMA penulis aktif di bidang karya ilmiah remaja dan aktif juga di bidang olahraga, setelah menyelesaikan pendidikan SMA pada tahun 2012, kemudian penulis mengikuti seleksi SNMPTN jalur tertulis dan kemudian melanjutkan pendidikannya di Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2012. Semasa kuliah penulis pernah mengikuti organisasi BM KM FT periode 2013/2014 dan HMM, di HMM penulis menjabat sebagai Kepala Divisi Olahraga periode 2014/2015. Penulis juga pernah mendapatkan juara pertama Kompetisi Futsal Liga Mesin antar Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya bersama teman-teman.

Orang tua penulis sangat berperan penting dalam kehidupan penulis, termasuk di bidang pendidikan. Terima kasih yang teramat besar atas do'a, nasihat, dan dukungan orang tua, terkhusus kepada ibu tercinta yang tanpa lelah selalu mendo'akan, memberikan semangat dan motivasinya kepada penulis, sehingga penulis menjadi orang yang lebih baik dari sebelumnya, dan penulis selalu berusaha untuk melakukan yang terbaik untuk membahagiakan kedua orang tua.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) ini dengan baik. Skripsi ini berjudul “Perbedaan Sifat Mekanik Dan Sifat Fisik Baja Karbon Rendah Yang Dilas Dengan *Butt Joint* Dan *Lap Joint* Menggunakan Smaw”, disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

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

1. Allah SWT, karena kasih-Nya yang begitu besar, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan laporan tugas akhir yang saya buat.
2. Bapak Qomarul Hadi, S.T, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Kedua orang tua Syifa dan Hasan Abdullah serta adik-adik Nailah dan Naufal tercinta
6. Seluruh Staff, dosen, dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
7. Kak Yatno, selaku koordinator Lab. Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
8. Kak Iwan, selaku koordinator Lab. CNC-CAD/CAM Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
9. Kak Iyan dan Kak Sapril selaku karyawan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

10. Bapak Asyer Paulus, Bapak iqbal Nasution, Kak Romi, Kak Aru, Bapak Gandi, Bapak Efri, Bapak Ibnu dan rekan-rekan karyawan lain di PT. Pusri yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan bimbingan kepada saya di lapangan.
11. Nofilia Dwi Puspita Selaku sahabat paling special yang selalu menyempatkan waktunya untuk memberikan semangat dan motivasi serta kenangan yang teramat berharga bagi penulis
12. Mgs. Ahmad Bukhori selaku sahabat dan Rekan satu penelitian dan satu pembimbing
13. Andika Wijaya, Irfan Lazuardi P, Roberto selaku sahabat yang sealalu memberikan semangat dan canda tawa.
14. Sahabat-sahabat PBSN: Yansa, Amirul Wafa, Bimo, Edu, Arif, irul, Dwiki, Hamidi, Doni, Pai, Indra, Luthfi WL, Zul, Prana, Idan, Guruh, Ismansyah, Mal'an, Rahmat JKT, yang selalu berbagi keceriaan selama di kampus
15. Rekan-rekan dari KBK Material Jurusan Teknik Mesin Universitas sriwijaya.
16. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Angkatan 2012.
17. Almamater Tercinta.

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 skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indraalaya, Oktober 2016

Penulis



**KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM. 32 Inderalaya (OI) Telp./ Fax. (0711) 580272

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Abdurrahman

NIM : 03121005052

Judul : Perbedaan Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Baja Karbon Rendah yang Dilas dengan *Butt Joint* Dan *Lap Joint* Menggunakan Smaw

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 korespondensi (*Corresponding author*).

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

Indralaya, Oktober 2016

Penulis,

Abdurrahman
NIM. 03121005052

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- "Maka demi Rabb langit dan bumi, sesungguhnya yang dijanjikan itu adalah benar-benar akan terjadi seperti perkataan yang kamu ucapkan" (QS. Adz-Dzaariyat : 23)
- "Maka terhadap nikmat Tuhanmu yang manakah kamu ragu-ragu?" (QS. An-Najm : 55)
- Gunakanlah waktu sebaik-baiknya, berusahalah menjadi pribadi yang dapat membahagiakan kedua orang tua serta orang-orang disekitar kita.

Karya tulis ini kupersembahkan untuk :

- Allah *Subhanahuwata'ala*
- Nabi Muhammad *Shollallahu 'Alaih wa Sallam*
- Mama dan Abah tercinta
- Adik-adik tersayang
- Seluruh Keluargaku
- Sahabat-sahabatku tercinta
- Rekan seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2012
- Almamater Unsri

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN AGENDA	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
RIWAYAT PENULIS	x
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	xiv
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR NOTASI	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Klasifikasi logam	4
2.2 Klasifikasi Baja Karbon.....	4
2.3 Pengelasan.....	5
2.3.1 Las Busur Listrik Dengan Elektroda Terbungkus.....	6
2.3.2 Arus Pengelasan.....	8
2.3.3 Pengelasan Pada Baja Karbon Rendah.....	9
2.4 Metalurgi Daerah Pengelasan	9
2.4.1 Proses Pembekuan Logam Las.....	10
2.4.2 Daerah Terpengaruh Panas.....	11

2.4.3 Cacat Yang Terjadi Pada Proses Pengelasan	12
2.5 Parameter Tebal Pelat.....	13
2.6 Jenis Sambungan Las	14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan yang digunakan	16
3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan.....	16
3.3 Proses Pengelasan.....	18
3.3.1 Spesifikasi Pengelasan.....	19
3.3.2 Kondisi Pengelasan	19
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Pengujian Komposisi	20
3.4.2 Pengujian Struktur Mikro.....	21
3.4.3 Pengujian Kekerasan	21
3.4.4 Die Penetrant	22
3.4.5 Pengujian Ultrasonik	23
3.4.6 Pengujian Tarik	23
3.4.7 Pengujian Lengkung	25
3.4.8 Pengujian SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>).....	25
3.5. Hasil Yang Diharapkan.....	26

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pengelasan	28
4.2 Uji Komposisi Material	29
4.3 Uji Die Penetrant	29
4.4 Uji Ultrasonik	31
4.5 Uji Kekerasan	33
4.6 Uji Tarik	35
4.7 Uji Lengkung	39
4.8 Uji Metallografi	39
4.9 Uji SEM	42
4.10 Pembahasan	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan.....	6
2.2 Las Busur dengan Elektroda Terbungkus.....	7
2.3 Pemindahan Logam Cair Pada Elektroda Las.....	7
2.4 Metalurgi Daerah Pengelasan.....	10
2.5 Cacat yang terjadi pada Proses Pengelasan.....	12
2.6 Jenis-jenis Sambungan Dasar.....	14
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	15
3.2 Jenis Sambungan Specimen.....	17
3.3 Gambar Elektroda E6010.....	17
3.4 Gambar Elektroda E7018.....	18
3.5 Mesin Las SMAW Miller Mark VIII-2.....	18
3.6 Alat Uji Komposisi PMI Oxford Instrument	20
3.7 Mikroskop Optik Pengujian Struktur Mikro.....	21
3.8 Alat Uji Kekerasan Rockwell B	22
3.9 Die Penetrant	22
3.10 Alat Uji Ultrasonic Epoch XT	23
3.11 Dimensi Benda Uji Tarik sesuai Standar JIS Z2201.....	24
3.12 Mesin Uji Tarik Universal Testing Machine BH-3CF RAT-30tf	24
3.13 Dimensi Benda Uji Lengkung sesuai Standar JIS Z2204.....	25
3.14 Mesin SEM ZEISS EVO MA 10	26
4.1 Hasil Pengelasan <i>Butt Joint</i>	28
4.2 Hasil Pengelasan <i>Lap Joint</i>	28
4.3 Uji Penetrant pada Pengelasan <i>Butt Joint</i> Untuk Pengujian <i>Bending</i>	29
4.4 Uji Penetrant pada Pengelasan <i>Butt Joint</i> untuk pengujian <i>Tensile</i>	30
4.5 Uji Penetrant pada Pengelasan <i>Lap Joint</i> untuk pengujian <i>Bending</i>	30
4.6 Uji Penetrant pada Pengelasan <i>Lap Joint</i> untuk pengujian <i>Tensile</i>	31
4.7 Posisi Cacat pada Pelat dengan Kode BB1	32
4.8 Posisi Cacat pada Pelat dengan Kode BB5	32
4.9 Posisi Cacat pada Pelat dengan Kode BT4	33
4.10 Posisi Cacat pada Pelat dengan Kode BT5	33
4.11 Uji Kekerasan Pada Sambungan <i>Butt Joint</i>	33
4.12 Uji Kekerasan Pada Sambungan <i>Lap Joint</i>	34
4.13 Grafik Uji Kekerasan <i>Butt Joint</i>	34
4.14 Grafik Uji Kekerasan <i>Lap Joint</i>	34
4.15 Grafik Uji Kekerasan <i>Butt Joint</i> VS <i>Lap Joint</i>	35
4.16 Diagram untuk Kualitas Tarik BKR <i>Butt Joint</i> Vs <i>Lap Joint</i>	36
4.17 Diagram Tegangan Luluh <i>Butt Joint</i> Vs <i>Lap Joint</i>	37
4.18 Diagram Elongasi <i>Butt Joint</i> Vs <i>Lap Joint</i>	37
4.19 Diagram Tegangan Tarik <i>Butt Joint</i> Vs <i>Lap Joint</i> pada Daerah Las	38

4.20 Diagram P (Beban) <i>Butt Joint</i> Vs <i>Lap Joint</i> pada Daerah Las	38
4.21 Diagram Tegangan Lentur <i>Butt Joint</i> Vs <i>Lap Joint</i>	39
4.22 Struktur Makro BKR	40
4.23 Struktur Mikro Logam Induk, HAZ, Las	40
4.24 Struktur Mikro HAZ Perbesaran 200x	40
4.25 Struktur Mikro Daerah Las perbesaran 200x	41
4.26 Struktur Mikro Logam induk	42
4.27 SEM Hasil Daerah Las Perbesaran 18x	42
4.28 SEM Hasil Daerah Las Perbesaran 1090x	43
4.29 SEM Hasil Daerah Las Perbesaran 3090x	43
4.30 SEM Hasil Daerah Logam Induk Perbesaran 20x	44
4.31 SEM Hasil Daerah Logam Induk Perbesaran 203x	44
4.32 SEM Hasil Daerah Logam Induk Perbesaran 514x	44
4.33 SEM Hasil Daerah Logam Induk Perbesaran 3080x	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Besar Arus Lasan dengan Jenis Elektrodanya.....	8
3.1 Besar Arus dalam Pengelasan dengan Jenis Elektrodanya.....	19
3.2 Uraian Kegiatan Selama Pelaksanaan Pengumpulan Data	26
4.1 Pengujian Komposisi Material	29
4.2 Hasil Uji Ultrasonic Pada Pelat Sambungan <i>Butt Joint</i> Dan <i>Lap Joint</i> Untuk Pelat Pengujian <i>Bending</i>	31
4.3 Hasil Uji Ultrasonic Pada Pelat Sambungan <i>Butt Joint</i> Dan <i>Lap Joint</i> Untuk Pelat Pengujian <i>Tensile</i>	32
4.4 Data Hasil Pengujian Tarik Pengelasan <i>Butt Joint</i> dan <i>Lap Joint</i>	36
4.5 Hubungan Nilai kekerasan dan tegangan tarik pada Pengelasan <i>Butt Joint</i> dan <i>Lap Joint</i>	38
4.6 Data Hasil Pengujian Lengkung Pengelasan <i>Butt Joint</i> dan <i>Lap Joint</i>	39

DAFTAR NOTASI

Simbol	Arti	Satuan
Fe	Besi	-
C	Karbon	-
Si	Silika	-
Mn	Mangan	-
Cr	Kromium	-
Mo	Molibdenum	-
Ni	Nikel	-
Al	Aluminium	-
Co	Kobal	-
Cu	Tembaga	-
Nb	Nobium	-
Ti	Titanium	-
V	Vanadium	-
W	Wolfram	-
PB	Timbal	-
H ₂ SO ₄	Hidrogen Sulfida	-
HNO ₃	Asam Nitrat	-
HRB	Hardness Rockwell B	HRB
P	Beban	Kgf
A	Luas Permukaan Material	mm ²
σ_U	Tegangan Tarik Maximum	Kgf/mm ²
σ_Y	Tegangan Elastis Maximum	Kgf/mm ²
σ_F	Tegangan Putus Maximum	Kgf/mm ²
σ_t	Tegangan Lentur	Kgf/mm ²

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi pengelasan dewasa ini, teknik pengelasan banyak digunakan dalam penyambungan batang-batang pada konstruksi baja dan konstruksi mesin. Aplikasi teknologi pengelasan sebagai metode utama penyambungan logam yang umum dipakai untuk menyambung dan menggabungkan, sekarang penggunaanya merupakan hal yang umum disemua negara di dunia. Pengelasan merupakan sarana untuk mencapai nilai ekonomis dari suatu penggabungan yang lebih baik, karena itu rancangan las dan cara mengelas harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan keadaan disekitarnya.

Baja karbon rendah merupakan logam yang memiliki banyak keunggulan, seperti ringan, mudah dibentuk, harganya murah dan mempunyai sifat mampu las yang baik. Baja ini biasanya digunakan untuk pelat-pelat baja, kawat, baja profil, sekrup, ulir dan baut. Cara pengelasan baja karbon rendah dapat dilas dengan semua cara pengelasan yang ada dalam praktek dan hasilnya akan baik bila persiapannya sempurna dan syaratnya dipenuhi. Pada umumnya cacat dalam pengelasan juga sering terjadi pada baja karbon rendah, biasanya cacat terjadi, akibat arus dalam pengelasan yang terlalu tinggi yang menyebabkan pelat baja mudah melengkung atau bengkok. Selain mudah melengkung, cacat las yang sering terjadi adalah penembusan las yang kurang baik dan jelek. Jika penembusan kurang baik maka akibat yang akan timbul pada konstruksi adalah kekuatan konstruksi yang kurang kokoh. Penyebab dari penembusan yang kurang baik adalah kecepatan las yang terlalu tinggi, arus terlalu rendah, dan benda kerja yang kotor

Pengelasan dengan elektroda terbungkus adalah cara pengelasan yang banyak digunakan pada industri baja. Las busur listrik ini menggunakan kawat elektroda logam yang di bungkus fluks. Elektroda yang dipakai untuk menyambung bagian

logam yang akan dilas tergantung dari banyak faktor, seperti bahan logam itu sendiri, penggunaan konstruksi las, bahan fluks dan sebagainya.

Pada penelitian ini, penulis ingin melakukan perbandingan atau studi komparatif antara pelat baja karbon rendah yang sudah dilas dengan metode SMAW dengan sambungan *butt joint* dan *lap joint* maupun pelat baja karbon rendah yang belum dilakukan pengelasan dengan pengujian mekanik berupa uji tarik, dan uji kekerasan, serta pengujian struktur mikro. Maka penulis akan mengangkat dan membuat skripsi dengan judul **“PERBEDAAN SIFAT MEKANIK DAN SIFAT FISIK BAJA KARBON RENDAH AKIBAT DILAS DENGAN *BUTT JOINT* DAN *LAP JOINT* MENGGUNAKAN SMAW”**.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh pengelasan *butt joint* dan *lap joint* pada pelat baja karbon rendah terhadap perubahan kekuatan tarik, dan kekerasan, serta struktur mikro setelah mengalami pengelasan

1.3 Batasan Masalah

1. Pengujian hanya dilakukan pada baja karbon rendah
2. Pengelasan yang digunakan adalah jenis pengelasan SMAW dengan sambungan *butt joint* dan *lap joint*.
3. Pengujian yang dilakukan hanya uji tarik, dan uji kekerasan serta pengujian metalografi
4. Pengujian kekerasan hanya menggunakan alat pengujian kekerasan Brinnel.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengkaji pengaruh pengelasan *butt joint* dan *lap joint* terhadap sifat mekanik dan struktur mikro.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Sebagai penambah wawasan mengenai pengelasan baja karbon rendah
2. Sebagai bekal ilmu bagi mahasiswa dalam menghadapi dunia kerja
3. Menjadi sumber referensi bagi penelitian yang relevan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan skripsi ini, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama lain dimana pada masing-masing bab tersebut terdapat uraian dan gambaran yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Penulisan dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab yang berisikan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penulisan.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Bab yang berisikan tinjauan pustaka dan dasar-dasar teori yang mendasari penulisan penelitian.

BAB 3 : PROSEDUR PENELITIAN

Bab yang berisikan tentang prosedur-prosedur penelitian dan metode pelaksanaan penelitian.

BAB 4 : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab yang berisikan analisis dan pembahasan dari data yang didapat selama melakukan penelitian.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran tentang penelitian dari hasil yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Ahmadil. 2015. *Analisis Struktur Mikro dan Fraktografi Hasil Pengelasan GMAW Metode Temper Bead Welding dengan Variasi Temperatur Interpass pada Baja Karbon Sedang*. Teknik Mesin, Politeknik Kotabaru
- ASM. (1998). *ASM Handbook, Metallography*. Volume 09. United States: ASM International
- ASM. (1998). *ASM Handbook, Fractography*. Volume 12. United States: ASM International
- Budi, Trinova. 2015. *Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016*. Teknik Mesin, Universitas Negeri Malang.
- Nukman. 2009. *Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Akibat Variasi Bentuk Kampuh Las Dan Mendapat Perlakuan Panas Annealing Dan Normalizing*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.9 No.2, Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.
- Rachmadi, Lusi. 2002. *Studi Eksperimental Pengaruh Arus Pada Pengelasan Listrik Terhadap Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah*. Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.
- Rananggono, Dhanur. 2010. *Studi Kekuatan Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan SMAW Dengan Variasi Preheat Dan Postheat Menggunakan Metode Pendinginan Cepat Dan Pendinginan Lambat*. Teknik Kelautan, Institute Teknologi Sepuluh November.
- Riyadi,Fajar. 2011. *Analisa Mechanical Dan Metallurgical Pengelasan Baja Karbon A36 Dengan Metode Smaw*. Teknik Perkapalan, Institute Teknologi Sepuluh November.
- Sasmito, Eko. 2009. *Analisa Pengelasan Mild Steel (St.42) Dengan Proses Smaw, Fcaw Dan Saw Ditinjau Dari Segi Kekuatan Dan Nilai Ekonomis*. Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro.

Sahlan, *Analisis Cacat Las Incomplete Fusion Dan Retak Memanjang Pada Waterwall Tube Boiler Pltu Paiton Unit 1*. Semesta Teknika, 2015.

Santoso, Joko. 2006. *Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las Smaw Dengan Elektroda E7018*. Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Setaiwan, Anang. 2006. *Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490*. Teknik Penerbangan STTA. Yogyakarta

Sugiarto, Teguh. 2013. *Analisis Uji Ketahanan Lelah Baja Karbon Sedang Aisi 1045 Dengan Heat Treatment (Quenching) Dengan Menggunakan Alat Rotary Bending*. Teknik Mesin, Universitas Negeri Lampung.

Suharno. 2008. *Struktur Mikro Las Baja C-Mn Hasil Pengelasan Busur Terendam dengan Variasi Masukan Panas*. FKIP Teknik Mesin. Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta

Suprijanto Djoko. 2013. *Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Kekuatan Bending Las Sudut Smaw Posisi Mendatar Pada Baja Karbon Rendah*. Teknik Mesin STTNAS Yogyakarta.

Waluyo, Joko. 2012. *Pengaruh Tebal Pelat Baja Karbon Rendah Lama Penekanan Dan Tegangan Listrik Pada Pengelasan Titik Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis*. Teknik Mesin, AKPRIND Yogyakarta.

Widyanto, Nurul. 2014. *Analisa Pengaruh Variasi Arus Dan Sudut Kampuh Pengelasan Smaw Terhadap Tegangan Sisa Pengelasan Dan Kekuatan Mekanis Sambungan Baja Karbon Rendah*. Teknik Mesin, AKPRIND Yogyakarta

Wiryosumarto H., Okumura T., *Teknologi Pengelasan Logam*, Cetakan kedelapan, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.