

TUGAS AKHIR

STUDI PENGARUH PERUBAHAN ARUS LAS DENGAN PENGELASAN SMAW PADA LOGAM ST37 MENGGUNAKAN ELEKTRODA E6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MICRO

(Shielded Metal Arck Welding)

OLEH:

ARIF SASMITO

NIM: 1251057033



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

JAKARTA

2013

Takut akan Tuhan adalah permulaan pengetahuan, Tetapi orang bodoh menghina hikmat dan didikan

Amsal 1: 7

Sebab bagi Tuhan tidak ada yang mustahil

Lukas 1:37

Laporan Tugas Akhir ini dipersembahkan kepada Allah sumber segala hikmat, dan pengetahuan yang telah memberikan kekuatan serta penghiburan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, serta Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Kristen Indonesia, tak lupa juga untuk Kaprodi Mesin Bpk. Ir. Aryantono Marthowidjojo, Phd.,Bpk Ir. Sesmoro Maxyuda, MT. Sebagai Dosen Pembimbing 1, Bpk. Ir. Kimar Turnip, MT. Sebagai Dosen pembimbing 2, Bpk. Ir. Victor Napitupulu, Msc. Yang selalu mendorong saya untuk maju, juga untuk Ibu tercinta yang ada di Lampung yang selalu mendukung dalam doa, untuk calon istriku tercinta Ellis Irawati Hutagalung yang selalu memberikan support dan cintanya agar skripsi ini dapat diselesaikan, untuk keluarga dan rekan-rekan yang selalu memberi motivasi, terimakasih banyak Tuhan Memberkati.

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENGARUH PERUBAHAN ARUS LAS DENGAN PENGELASAN SMAW PADA LOGAM ST37 MENGGUNAKAN ELEKTRODA E6013 TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MICRO

(Shielded Metal Arck Welding)

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Ir. Sesmaro Maxyuda, MT

Ir. Kimar Turnip, MT

Jakarta, 28 September 2013

Menyetujui,

Fakultas Teknik

Program Studi Teknik Mesin

Ketua,

Ir. Aryantono Martowarjojo, Phd

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus, karena berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik tanpa adanya hambatan yang cukup berarti dalam penulisan, penelitian dan pengujian sampai pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik (S1) program study Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, dorongan dan masukan dari berbagai pihak sangatlah sulit untuk menjalani perkuliahan ini sampai akhirnya dapat menyelesaikan kuliah dan skripsi ini di Universitas Kristen Indonesia, oleh sebab itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Sesmaro Maxyuda, MT. Sebagai dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk membantu mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Ir. Kimar Turnip, MT. Sebagai dosen pembimbing 2 yang juga sangat membantu memberikan materi dan motivasi sehingga penulis lebih bersemangat dan optimis bahwa skripsi ini dapat diselesaikan dengan hasil yang baik, saran dan diskusi yang menarik mengenai teknik pengelasan sehingga sangat membantu dan memberikan inspirasi kepada penulis.
3. Bapak Ir. Aryantono Marthowidjojo, Phd. Selaku Kaprodi Mesin yang senantiasa memberikan dorongan motivasi agar menjadi yang terbaik.
4. Bapak Ir. Viktor Napitupulu, Msc. Sebagai dosen yang selalu memberikan semangat kepada penulis layaknya seperti orang tua yang selalu mengayomi anaknya.
5. Semua Dosen beserta karyawan yang ada di Fakultas Teknik khususnya jurusan Mesin yang telah mendidik dan memberikan bimbingan yang baik semasa penulis kuliah.
6. Orang tua penulis (Ibunda tercinta Arumi dan Almarhum ayah bapak Musdi) yang selalu mendoakan tanpa jemu-jemu sehingga penulis dapat mencapai gelar Sarjana dan menjadi kebanggan keluarga

7. Kepada calon Istriku tercinta Ellis Irawati Hutagalung yang selalu memberikan semangat dan dorongan agar selalu semangat dalam menjalani hidup baik suka maupun duka, sehingga penulis merasa mendapat kekuatan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
8. Kepada bapak Rohedi, mas Ade, bapak Rowandi, terimakasih banyak atas perhatiannya kepada penulis.
9. Rekan-rekan dari PT. Santosa Asih Jaya yang selalu memberi dorongan untuk selalu semangat dalam menjalani kuliah.
10. Spesial kepada Bapak Pujo sebagai koordinator di laboratorium Teknik Mesin yang telah membantu dalam pengujian bahan baik struktur micro, pengujian tarik dan pengujian kekerasan hasil las.
11. Kepada rekan-rekan seperjuangan Isay Aspalek yang senantiasa menghibur dan memberikan mimpi yang indah sehingga penulis lebih bersemangat dalam menyelesaikan perkuliahan, rekan senior dan yunior Teknik Mesin UKI yang telah membantu baik tenaga dan pemikiran, dan yang tidak dapat di sebutkan satu persatu, kiranya rahmat Tuhan semesta alam senantiasa menopang kehidupan kita sekalian, Amen.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh daripada sempurna. Penulis berharap apa yang telah di tulis dan diteliti ini dapat bermanfaat bagi pengembangan pengelasan terutama pada las SMAW sehingga dapat memberikan masukan dan memajukan pengelasan dimasa mendatang. Penulis mengharapkan kritik dan saran untuk kemajuan dari penelitian ini.

Akhir kata penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah disebut maupun yang tidak disebutkan untuk membantu menyelesaikan skripsi ini, kiranya Tuhan Allah semesta alam akan memberkati kita semua. Amen.

Jakarta, Oktober 2013

Arif Sasmito

Nim : 1251057033

ABSTRAK

Pengelasan merupakan bagian tak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri konstruksi karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Sehingga hampir tidak mungkin pembangunan suatu pekerjaan konstruksi tanpa melibatkan unsur pengelasan. Cara pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur (*las busur listrik*) dan gas. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah bahan yang digunakan adalah pelat baja St 37, pengelasan menggunakan mesin las SMAW (Shielded Metal Arc Welding) DC polaritas terbalik dengan elektroda E6013 RB26 diameter 2,6 mm, pengelasan menggunakan variasi arus 85 A, 105 A dan 125 A dengan jenis sambungan tumpu (*Butt joint*) dengan sudut 90⁰, pengujian yang dilakukan adalah uji tarik (*tensile test*) dan uji kekerasan (*Brinell Test*). Tujuan penelitian secara umum adalah untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik dan kekerasan pada baja karbon St 37 yang telah mengalami proses pengelasan dengan variasi kuat arus dengan menggunakan bentuk sambungan tumpu. Tujuan khusus dari penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan struktur mikro berupa ferit acicular yang dapat memberikan kekuatan tinggi dan nilai kekerasan yang rendah dari sambungan las. Hal ini dilakukan dengan membuat variasi *heat input* pada pengelasan.

Dari hasil penelitian ini di dapat bahwa untuk uji tarik nilai tegangan akan terus meningkat seiring pertambahan arus yang diberikan sedangkan nilai perpanjangan akan terus menurun. Untuk uji kekerasan bahwa dengan perbedaan arus terutama pada daerah logam pengisi dan daerah HAZ mengalami tingkat kekerasan yang lebih besar daripada logam induk itu sendiri.

Kata kunci : Las SMAW, Uji Tarik, Uji Kekerasan, Uji Metalografi

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 2.1 Pengelasan SMAW.....	11
Gambar 2.2. Ilustrasi elektroda las dengan arus tinggi dan arus rendah.....	15
Gambar 2.3 pengaruh kecepatan pada pengelasan.....	17
Gambar 2.4 Macam-macam jenis sambungan.....	18
Gambar 2.5 Alur kampuh pengelasan.....	19
Gambar 2.6 Diagram Fe3C.....	20
Gambar 2.7. Pembagian daerah Lasan.....	21
Gambar 2.8 Diagram skematik variasi temperatur pada daerah lasan	22
Gambar 2.9 Diagram TTT (Time Transformation Temperature)	23
Gambar 2.10 Kurva Tegangan Regangan & Perubahan Deformasi bahan	24
Gambar 2.11. Skematik pengujian kekerasan vickers indentor diamond.....	27
Gambar 2.12 Indikator SEM pada layar monitor komputer.....	28
Gambar 3.1 Contoh baja St37.....	31
Gambar 3.2 Elektroda RB26 E6013.....	32
Gambar 3.3 Gergaji besi.....	32
Gambar 3.4 Mesin Las.....	33
Gambar 3.5 Mesin Milling.....	33
Gambar 3.6 Alat uji tarik.....	34
Gambar 3.7 Alat uji kekerasan (Hardness Tester).....	34
Gambar 3.8 Mesin Gerinda	35
Gambar 3.9 Mesin Jomini.....	35
Gambar 3.10 Mikroskop Scanning.....	36
Gambar 3.11 Spesimen sebelum di las.....	36
Gambar 3.12 Kampuh butt joint 90°	37
Gambar 3.12 Hasil las SMAW.....	37
Gambar 3.13 a,b,c Spesimen uji tarik standart ASTM E8.....	38
Gambar 3.14 Pengujian Kekerasan.....	39
Gambar 3.15 Pengujian SEM.....	42

Gambar 4.1 Spesimen benda uji: a (arus 85 A), b (arus 105 A), c (arus 125 A).....	43
Gambar 4.2 Struktur Makro pada spesimen benda uji dengan perbesaran 25x.....	43
Gambar 4.3 Struktur Makro pada spesimen benda uji dengan perbesaran 500x.....	44
Gambar 4.4 Struktur mikro logam St37 pada pengelasan 85 A (searah jarum jam) terlihat perbedaan dari logam pengisi, daerah HAZ, dan logam induk dengan perbesaran 2000x.....	45
Gambar 4.5 Struktur mikro logam St37 pada pengelasan 105 A (searah jarum jam) terlihat perbedaan variasi dengan pengelasan 85 A dari logam pengisi, daerah HAZ, dan logam induk dengan perbesaran 2000x.....	46
Gambar 4.6 Struktur mikro logam St37 pada pengelasan 125 A (searah jarum jam) terlihat perbedaan variasi dengan pengelasan 85 A dan pengelasan 105 A dari logam pengisi, daerah HAZ, dan logam induk dengan perbesaran 2000x.....	47
Gambar 4.7 Perbedaan struktur kristal pada daerah logam pengisi	48
Gambar 4.8 Perbedaan struktur kristal pada daerah HAZ.....	50
Gambar Grafik 4.1 Kekuatan tarik pada RAW Material St37.....	52
Gambar Grafik 4.2 Kekuatan tarik pada pengelasan 85 A.....	52
Gambar Grafik 4.3 Kekuatan tarik pada pengelasan 105 A.....	52
Gambar Grafik 4.4 Kekuatan tarik pada pengelasan 125 A.....	53
Gambar Grafik 4.5 Perbandingan arus pengelasan pada 85 A, 105 A dan 125 A.....	53
Gambar Grafik 4.7 Elongasi / perbandingan perpanjangan spesimen.....	56
Gambar Grafik 4.8 Perbandingan tegangan luluh masing-masing spesimen.....	56
Gambar 4.9 Posisi pengujian kekerasan vickers pada masing-masing spesimen.....	57
Gambar Grafik 4.10 Perbedaan kekerasan pada daerah logam Pengisi.....	60
Gambar Grafik 4.11 Perbedaan kekerasan pada daerah logam HAZ.....	60
Gambar Grafik 4.12 Perbedaan kekerasan pada daerah logam induk.....	61
Gambar Grafik 5.1 Grafik hasil perbandingan pengujian kekuatan tarik antara raw material, material dengan pengelasan arus 85 A, 105 A dan 125 A.....	64
Gambar Grafik 5.2 Grafik perbandingan uji kekerasan vickers pada masing-masing spesimen 85 A, 105 A dan 125 A.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Elektroda.....	13
Tabel 2.2 Hubungan antara material dasar dengan elektroda.....	13
Tabel 2.3 Spesifikasi arus listrik berdasarkan jenis Elektroda.....	14
Tabel 2.4. Hubungan diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan.....	15
Tabel 4.1 Data hasil Uji tarik Spesimen 85 A, 105 A dan 125 A.....	51
Tabel 4.2 Data detail perbandingan hasil uji tarik antara Raw material dengan pengelasan arus 85 A, 105 A, dan 125 A.....	54
Tabel 4.3 Data pengujian kekerasan Vickers masing-masing spesimen.....	57

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan Masalah	2
1.3 Permasalahan.....	3
1.4 Metode Pemecahan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Penegasan Istilah.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penyambungan Logam.....	6
2.2 Pengelasan dan Soldering	6
2.3 Definisi Pengelasan.....	7
2.4 Jenis-jenis Pengelasan.....	7
2.4.1 <i>Liquid state welding (LSW)/ las kondisi cair.</i>	8
2.4.1.1 Elektroda Terumpan (Consumable Electrode)	8
• Las Listrik (Shielded Metal Arc Welding/SMAW)	8
• Las Busur Terpendam (<i>Submerged Arc Welding/SAW</i>).....	8
• Las MIG (<i>Metal Inert Gas</i>) dan Las MAG(<i>Metal Active Gas</i>)	8
• Las Flash Butt (<i>Flash Butt Welding</i>)	9
2.4.1.2 Las Tahanan (Resistance Welding).....	9
• Las Titik (<i>Spot Welding</i>)	9
• Las Gas atau Las Karbit (<i>Oxy-acetylene welding / OAW</i>)	9
• Las Sinar Laser.....	9

•	Las Sinar Elektron.....	9
2.4.2	<i>Solid State Welding</i> (Las Kondisi Padat)	10
2.4.2.1	Friction Welding	10
2.4.2.2	Cold Welding	10
•	Las Ultrasonik (<i>Ultrasonic Welding / UW</i>).....	10
•	Las Ledakan (<i>Explosive Welding / EW</i>)	10
2.4.2.3	Las Tempa.....	10
2.5	Las SMAW (Shielded Metal Arc Welding).....	11
2.5.1	Elektroda (Logam Pengisi).....	11
2.5.2	Arus Pengelasan.....	14
2.5.3	Jenis Logam Dasar	15
2.5.4	Posisi Pengelasan	15
1.	Posisi di Bawah Tangan	15
2.	Posisi Tegak (Vertikal).....	15
3.	Posisi Datar (Horisontal).....	15
4.	Posisi di Atas Kepala (Over Head).....	15
2.5.5	Kecepatan Pengelasan.....	16
2.5.6	Sambungan Pengelasan	16
a.	Sambungan tumpu (butt joint).....	17
b.	Sambungan sudut (corner joint).	17
c.	Sambungan tumpang (lap joint).	18
d.	Sambungan T (tee joint)	18
e.	Sambungan tekuk (edge joint).....	18
2.6	Metalurgi Las	19
2.7	Pengujian Tarik (<i>Tensile Test</i>)	24
2.8	Pengujian Kekerasan.....	26
2.9	Foto Struktur Micro.....	28
2.9	Foto Struktur Makro.....	28
BAB III		29
METODE PENELITIAN		29
3.1	Diagram Alir	29
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.3	Bahan Spesimen dan Peralatan Uji	30

3.3.1	Bahan Spesimen	30
1.	Baja Karbon Rendah St37 (mild steel)	30
2.	Elektroda Las.....	32
3.3.2	Peralatan Penelitian.....	32
1.	Gergaji Besi	32
2.	Mesin Las	33
3.	Mesin Milling	33
4.	Universal Testing Machine.....	33
5.	Alat Uji Kekerasan (Hardnes Tester)	34
6.	Mesin Gerinda	34
7.	Mesin Poles/Jomini.....	35
8.	Mikroskop SEM (Scanning Electron Microscope).....	35
3.4	Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	36
3.4.1	Proses Pengelasan	36
3.4.2	Pengujian Tarik (<i>Tensile Stress</i>)	38
3.4.3	Pengujian Kekerasan Vickers.....	39
3.4.4	Pemolesan	40
3.4.5	Pengetsaan.....	40
3.4.6	Pemeriksaan dengan Mikroskop SEM	41
3.5	Metode Analisa Data.....	42
BAB IV		43
ANALISA DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Penelitian	43
4.1.1	Analisa Hasil Uji Metalografi	43
a.	Photo Spesimen benda uji	43
b.	Photo Struktur Makro	43
c.	Photo Struktur mikro	44
4.1.2	Analisa Hasil Uji Kekuatan Tarik	51
1.	Perpanjangan spesimen benda uji.....	55
2.	Tegangan Luluh.....	55
3.	Tegangan Maksimum	55
4.1.3	Analisa Hasil Uji Kekerasan Vickers.....	56
4.2	Pembahasan.....	61

BAB V	64
KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2. Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	69



FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA