

VARIASI ARUS LISTRIK TERHADAP SIFAT MEKANIS SAMBUNGAN LAS SHIELDING METAL ARC WELDING (SMAW)

H.Samsudi Raharjo¹ Rubijanto JP¹

¹Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang, Samraharjo2@gmail.com

Abstrak

Proses pengelasan dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, tekan dan pematrian, dilapangan banyak digunakan pengelasan cair dengan busur Shielding Metal Arc Welding (SMAW) adapun material yang memiliki sifat mampu las yang baik adalah baja paduan rendah (Wiryosumarto,2000). Aplikasi pengelasan pada rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, ketel uap, tangki-tangki dan pipa saluran pemadam kebakaran. Alasan pengelasan dengan model Shielding Metal Arc Welding (SMAW) digunakan adalah merupakan pengelasan paling populer di Indonesia dan dipakai di beberapa Industri serta secara ekonomis pelaksanaan pengelasan adalah; biaya murah, proses lebih cepat, ringan dan konstruksi lebih variatif, Tujuan penelitian pengelasan untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik terhadap sifat mekanik sambungan las seperti sifat; kekerasan, tegangan tarik, tegangan geser serta untuk mengetahui cacat las degan menguji interface dan struktur mikro pada area sambungan las. Metodologi penelitian ini menggunakan eksperimen dan dilaksanakan di Laboratorium FT.Unimus, Populasi menggunakan keseluruhan hasil pengelasan material baja dengan las SMAW dan elektroda yang digunakan E7013 serta variasi arus listrik; 95, 115 dan 130 ampere kemudian untuk setiap variabel dibuat 3 replika. Hasil penelitian semakin tinggi arus listrik dan penembusan peleburan semakin dalam kekuatan sambungan semakin kuat dan penggunaan listrik 95 Ampere mencapai kekerasan 54 HRA, kuat arus 115 Ampere mencapai kekerasan 61 HRA dan kuat arus 130 mencapai kekerasan 67 HRA. Sedang kekuatan tarik pada kuat arus 95 Ampere = 591,7 Mpa, kuat arus 115 Ampere = 618,6Mpa dan kuat arus 130 Ampere kekuatan tariknya 668,2 Mpa.

Kata kunci: Las listrik, arus, sambungan las, pengelasan, keras dan ulet.

Pendahuluan

Latar Belakang Masalah

Fungsi pengelasan diantaranya adalah sebagai penyambung dua komponen yang berbahan logam. Selain itu fungsi pengelasan adalah sebagai media atau alat pemotongan (Yustinus Edward, 2005). Kelebihan lain dari pengelasan diantaranya biaya murah, proses relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif. Aplikasi pengelasan diantaranya dalam penyambungan rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, pipa saluran dan lain sebagainya. Faktor-faktor pertimbangan dalam pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan; pemilihan mesin las, penunjukan ahli las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh, (Wiryosumarto, 2000).

Berdasarkan klasifikasi kerjanya proses pengelasannya dapat dibagi dalam tiga kelompok yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian

Namun proses pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan cair dengan busur *Shielding Metal Arc Welding (SMAW)* dan gas. Proses ini juga tergantung dari material yang akan dilas, tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik diantaranya adalah baja paduan rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam dan las *Metal Inert Gas (MIG)*. Mutu pengelasan tergantung dari pengerjaan dan proses pengelasan. Secara umum pengelasan dapat diartikan sebagai suatu ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan saat logam dalam keadaan cair. Variabel yang diteliti diantaranya: Variasi arus listrik, diameter elektroda, cacat las, metalurgi sambungan, kekerasan dan kekuatan konstruksi pengelasan. Dan hal ini dapat diketahui dari hasil pengujian pengelasan las pada pelat baja terhadap uji komposisi, uji tarik, kekerasan dan strukturmikro.

Dasar teori

Pengelasan

Pengelasan yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan busur nyala listrik (SMAW), di beberapa Industri yang mempergunakan teknologi canggih, telah menggunakan jenis las TIG, MIG dan las tahanan listrik (ERW). serta las busur terendam (SMAW).

Proses pengelasan busur logam terbungkus

Pengelasan ini menggunakan batang elektrode yang dibungkus dengan fluks atau disebut dengan *shielded metal arc welding (SMAW)* seperti ditunjukkan dalam **Gambar 2** Untuk panjang batang elektrode biasanya sekitar 230 sampai 460 mm dan diameter 2,5 sampai 9,5 mm. Logam pengisi yang digunakan sebagai batang elektrode harus sesuai dengan logam yang akan dilas, komposisinya biasanya sangat dekat dengan komposisi yang dimiliki logam dasar. Lapisan pembungkus terdiri dari serbuk selulosa yang dicampur dengan oksida, karbonat, dan unsur-unsur yang lain kemudian disatukan dengan pengikat silikat. Serbuk logam kadang-kadang juga digunakan sebagai bahan campuran untuk menambah logam pengisi dan menambah unsur-unsur paduan (*alloy*).



Gambar 2. Proses pengelasan busur logam terbungkus (Aljufri, 2008)

Arus Pengelasan

Besarnya aliran listrik yang keluar dari mesin las disebut dengan arus pengelasan. Arus las harus disesuaikan dengan jenis bahan dan diameter elektroda yang di gunakan dalam pengelasan. Untuk elektroda standart *American Welding Society (AWS)*, dengan contoh AWS E6013 untuk arus pengelasan yang digunakan sesuai dengan diameter kawat las yang dipakai dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Hubungan diameter elektroda dengan arus pengelasan (Howard, 1998)

Diameter Kawat las (mm)	Arus las (Amper)
1.6	25 - 45
2.0	50 - 75
2.5	70 - 95
3.25	95 - 130
4.0	135 - 180

Energi Listrik

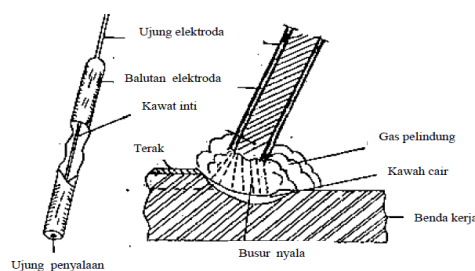
Proses pengelasan menggunakan energi listrik yang diubah menjadi energi panas untuk melelehkan atau mencairkan logam (Gatot, 1999). Apabila penggunaan energi ini selama selang waktu *t* detik, maka energi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$W = V_{ab} \times I \times t \quad W = I^2 \times R \times t \tag{1}$$

- V_{ab} = Perbedaan potensial (Volt)
- I = Besarnya arus (Amper)
- t = Satuan waktu (detik)
- W = Besarnya energi (Joule)

Kawat elektroda

Kawat Elektroda terdiri dari dua bagian yaitu bagian yang berselaput (*fluks*) dan tidak berselaput yang merupakan pangkal untuk menjepitkan tang las, yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Sedangkan fungsi fluks sendiri adalah untuk melindungi logam cair dari lingkungan udara, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur.



Gambar 3. Kawat elektroda

Selama proses pengelasan bahan fluks yang digunakan untuk membungkus elektrode, akibat panas busur listrik, mencair membentuk terak yang kemudian menutupi logam cair yang menggenang di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi. Pemindahan logam elektrode terjadi pada saat ujung elektrode mencair membentuk butir-butir yang terbawa oleh arus busur listrik yang terjadi. Arus listrik yang digunakan sekitar 30 sampai 300 A pada tegangan 15 sampai 45 V. Pemilihan daya yang digunakan tergantung pada logam yang akan dilas, jenis dan panjang kawat elektroda, serta dalam penetrasi las-an yang diinginkan.

Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah baja paduan yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan. Penambahan unsur ini dapat meningkatkan kekuatan baja tanpa mengurangi keuletannya, untuk spesifikasi jenis baja karbon rendah sesuai dengan kadar karbon ditunjukkan pada **Tabel 2.2**. material ini digunakan untuk kapal, jembatan, roda kereta api, ketel uap, tangki-tangki dan dalam permesinan.

Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon antara 0,1% - 1,7%. Berdasarkan tingkatan banyaknya kadar karbon, baja digolongkan menjadi tiga tingkatan:

- a. Baja karbon rendah yaitu baja yang mengandung karbon kurang dari 0,30%. Baja karbon rendah dalam perdagangan dibuat dalam bentuk pelat, profil, batangan untuk keperluan tempa, pekerjaan mesin, dan lain-lain.
- b. Baja karbon sedang adalah baja yang mengandung karbon antara 0,30% – 0,60 %. Didalam perdagangan biasanya dipakai sebagai alat-alat perkakas, baut, poros engkol, roda gigi, ragum dan pegas.
- c. Baja karbon tinggi ialah baja yang mengandung karbon antara 0,6% – 1,5%. Baja ini biasanya digunakan untuk keperluan alat-alat konstruksi yang berhubungan dengan panas yang tinggi atau mengalami panas, misalnya landasan, palu, gergaji, pahat, kikir, bor, bantalan peluru, dan sebagainya (Amanto,1999).

Tabel 2.2 Spesifikasi baja karbon rendah (Callister, 2007)

Designation ^a		Composition (wt%) ^b		
AISI/SAE or ASTM Number	UNS Number	C	Mn	Other
<i>Plain Low-Carbon Steels</i>				
1010	G10100	0.10	0.45	
1020	G10200	0.20	0.45	
A36	K02600	0.29	1.00	0.20 Cu (min)
A516 Grade 70	K02700	0.31	1.00	0.25 Si
<i>High-Strength, Low-Alloy Steels</i>				
A440	K12810	0.28	1.35	0.30 Si (max), 0.20 Cu (min)
A633 Grade E	K12002	0.22	1.35	0.30 Si, 0.08 V, 0.02 N, 0.03 Nb
A656 Grade 1	K11804	0.18	1.60	0.60 Si, 0.1 V, 0.20 Al, 0.015 N

Struktur mikro Sambungan Las

Komposisi kimia logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda yang menyebabkan terjadinya struktur yang tidak homogen. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (*columnar grains*). Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las untuk arah pembekuan yang diperlihatkan pada **Gambar 3**. sebagai berikut.



Gambar 3. Arah pembekuan dari logam las

Penambahan unsur paduan pada logam las menyebabkan struktur mikro cenderung berbentuk bainit dengan sedikit ferit batas butir, kedua macam struktur mikro tersebut juga dapat terbentuk, jika ukuran butir austenitnya besar. Waktu pendinginan yang lama akan meningkatkan ukuran batas butir ferit pada struktur mikro logam las

Metodologi penelitian

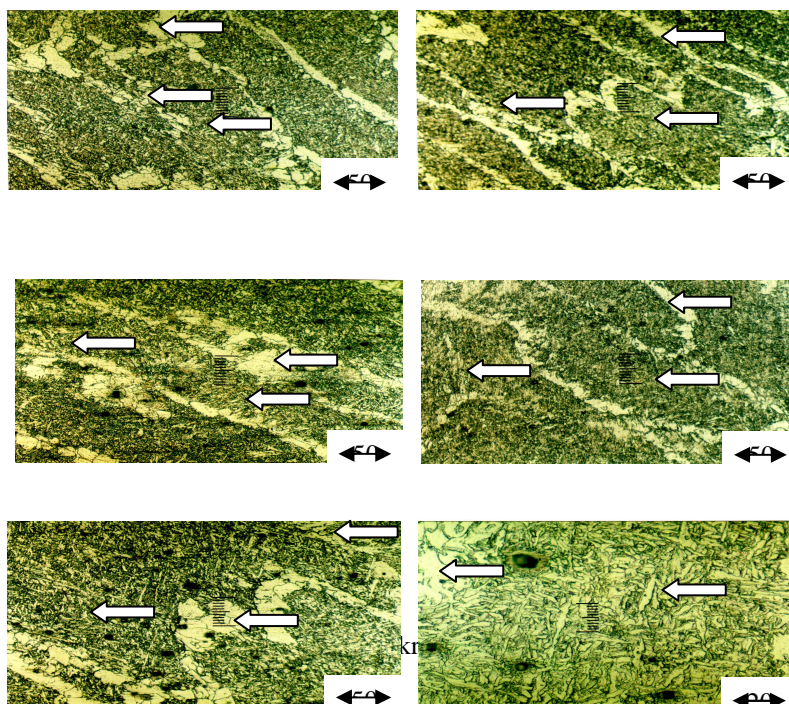
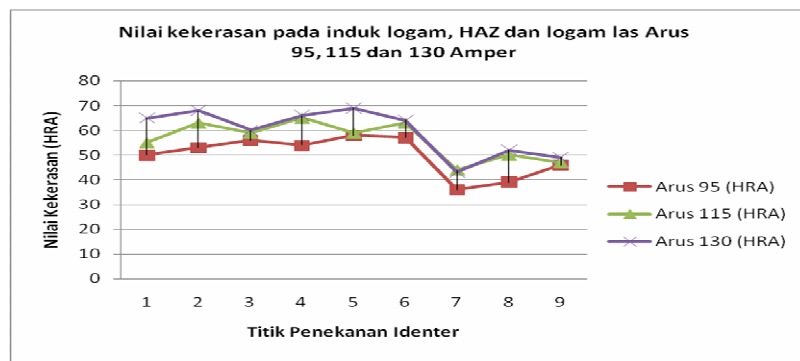
Penelitian menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara dua faktor yang berpengaruh. Eksperimen dilaksanakan dilaboratorium dengan kondisi dan peralatan yang diselesaikan guna memperoleh data tentang pengaruh arus pengelasan terhadap kekerasan daerah HAZ dan kekuatan tarik las SMAW dengan elektroda E7013.

Bahan yang digunakan adalah plat baja, Ketebalan plat 5 mm, Elektroda yang digunakan jenis E7013 dengan diameter 3,2 mm, Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan, Arus pengelasan yang digunakan adalah 95, 115, 130 Amper, Kampuh yang digunakan jenis kampuh I, jarak celah plat 1 mm, dan sudut kampuh 90°, Pengujian struktur mikro dengan membuat spesimen yang mengacu pada ASTM 3E-, Bentuk spesimen benda uji mengacu standar ASTM E-8 untuk pengujian tarik.

Hasil penelitian

Unsur paduan (% wt)											
Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Nb	
97,9	0,147	0,463	0,399	0,053	0,052	0,184	0,051	0,264	0,208	0,066	

Sumber : Uji komposisi di Polman Ceper



Hasil penelitian dapat disimpulkan pada pengaruh arus listrik terhadap luas logam las pada hasil pengelasan adalah sebagai berikut : 1). Kedalaman peleburan sambungan las berpengaruh terhadap kekuatan tarik, semakin tinggi arus las semakin dalam peleburan sambungan las dan semakin rendah arus las semakin dangkal peleburan sambungan las. Dalam hal ini arus 130 Amper memiliki kedalaman lebur tinggi maka kekuatan sambungan semakin kuat, 2) Kekerasan sambungan las tertinggi didaerah HAZ karena ukuran butir daerah ini sangat halus dan kecil. Dari variasi arus pengelasan yang memiliki kekerasan tertinggi pada arus 130 Amper yaitu 67 HRA, disebabkan memiliki temperatur sangat tinggi dan sambungan terdiffusi secara sempurna. Sedangkan untuk kekuatan tarik juga dimiliki oleh arus 130 Amper yaitu 668,2 Mpa, Untuk sambungan melebur dengan baik dan api las lebih stabil dan 3) Sambungan yang banyak mengalami kecacatan pada arus terkecil, karena arus rendah tidak mampu melebur kawat elektroda yang besar dan logam induk yang tebal menjadikan banyak cacat pada permukaan logam, sedangkan pada bagian dalam sambungan las tidak mampu mencairkan dua logam induk maka difusi sedikit.

Referensi

ASM Metal Handbook Vol.8 ., 1998

ASM Handbook, Vol. 15., 1998

ASTM Handbook E18 ., 2002

ASTM Handbook E92., 2004

H. K. D. H. Bhadeshia., 2009., *Materials Science & Metallurgy., Part II Course C9, Alloys*

M. Uthayakumar, G. Prabhakaran. S. Aravindan and J.V. Sivaprasad., 2008.*Study on Aluminum alloy piston reinforced with cast iron insert.Vol 3, Number 1 (2008), pp. 1–1*

Wiryosumarto, H., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Erlangga, Jakarta.

Welding operation I, AIPD The army institute for profesional devoploment, edision 8. Virginia, Amirika serikat1997

Widharto, S., 2001, *Petunjuk Kerja Las*, Pradnya Paramita, Jakarta

William D. Callister,Jr., 1990., *Materials Science And Engineering An Introduction., second edition.*, New York

Yustinus Edward. K. Maturbongs, 2005. “pengaruh waktu dan jarak titik pada pengelasan pada pengelasan titik terhadap kekuatan geser hasil las”., *Teknik Mesin Unidayan Baubau*