

# Pengaruh Arus Listrik Dan *Filler* Dengan Kampuh X Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las SMAW Pada Baja ST 37

Bambang Teguh Baroto, Petrus Heru Sudargo

Akademi Teknologi Warga Surakarta  
herigondang@gmail.com

---

## ABSTRACT

*Applications welded joints are still the main choice in the field of construction. This is because the construction becomes lighter, cheaper and faster in the welding process. Weld strength is strongly influenced by the composition and properties of the based metal and filler, and welding process. The purpose of this study was to investigate the hardness and SMAW( Metal Shielded Arc Welding) welding joint microstructure of low carbon steel due to variations in electrical current input. Research using ST 37 steel material and variation filler LB-5U and NC-36L, with a variation of the electric current of 80 A, 100 A and 120 A. Result of extension of characteristic with interesting examination, hardness, and micro structure. Interesting examination use standard of JIS Z2201. Result of research indicate that extension of las with NC-36L filler and use current equal to 120 A have highest interesting strength that is 38,36 kN/m<sup>2</sup>, while extension of las with LB-5U filler and use current equal to 80 A have interesting strength lowered that is 15,80 kN/m<sup>2</sup>. Hardness test using rockwell hardness testing machine, while the micro-structure photograph using an optical microscope. The hardness results of welds decreases, while the predominantly cementite microstructure with finer sizes.*

**Keyword:** *electric current, SMAW, hardness, micro structures.*

## I. PENDAHULUAN

Peran las dari tahun ketahun semakin meningkat, sebagai contoh adalah pembuatan kontruksi kapal, jembatan, rangka baja kereta api dan semuanya membutuhkan penyambungan logam kualitas tinggi. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sambungan dengan metode pengelasan mulai banyak digunakan, karena sambungan las merupakan sambungan kuat, ringan dan proses sederhana, sehingga dapat memperkecil biaya pekerjaan. Pada pekerjaan pengelasan, juru las harus memahami prosedur pengelasan dengan benar. (Wang dkk, 2003).

Mencegah terjadinya oksidasi (reaksi dengan zat asam O<sub>2</sub>), bahan penambah las (elektroda) dilindungi dengan selapis zat pelindung (fluks

atau slag) yang sewaktu pengelasan ikut mencair. Tetapi berhubung berat jenis lebih ringan dari bahan metal yang dicairkan, maka cairan fluks tersebut mengapung diatas cairan metal tersebut, sekaligus mengisolasi metal tersebut untuk beroksidasi dengan udara luar, dan sewaktu mendingin atau membeku, fluks tersebut juga ikut membeku dan tetap melindungi metal dari oksidasi. Disamping sebagai anti oksidasi juga sebagai alat untuk menstabilkan nyala busur. Di dalam pengelasan besar arus pada pengelasan mempengaruhi energi yang dihasilkan. Energi berasal dari energi listrik yang diubah menjadi energi panas dengan adanya aliran kuat arus pada suatu penghantar. Panas yang terjadi selama proses pengelasan digunakan untuk melelehkan

logam induk. Energi yang dihasilkan merupakan daya yang dipakai selama waktu tertentu.

Arus dalam pengelasan memegang peranan penting, misalnya bila arus terlalu rendah, maka perpindahan butiran cairan dari ujung elektroda yang digunakan sangat sulit dan busur listrik tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta perembesan yang kurang dalam. Sedangkan jika arus terlalu besar maka akan menghasilkan bentuk manik melebar, butiran percikan besar, serta penguatan manik las tinggi. Penyalaan busur listrik mudah dilakukan tetapi setelah busur menyala mengakibatkan gas terperangkap di dalam las dan menimbulkan pori-pori yang akan mengurangi kekuatan pengelasan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas hasil pengelasan antara lain prosedur pengelasan, alat dan benda kerja. Penyetelan arus, pemilihan kampuh termasuk prosedur pengelasan. Evaluasi untuk mengetahui hasil pengelasan ada dua cara, yaitu merusak benda kerja dan metode tidak merusak benda kerja. Uji tidak merusak benda kerja antara lain pengamatan visual, magnetic partikel, ultrasonic, radiografi, dan penetrasi cairan. Untuk mengetahui sifat fisik lasan dengan uji rusak, yaitu uji impak, uji lengkung dan uji tarik.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Setiawan (2003) melakukan penelitian tentang perbedaan ketangguhan hasil pengelasan las busur listrik DC arus 60, 80, 100 dan 120 Amper bahan St 37 kampuh X tebal pelat 10 mm. Tujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan ketangguhan dengan menggunakan las busur listrik DC arus 60, 80, 100, dan 120 Amper. Dari hasil penelitian didapat perbedaan ketangguhan hasil pengelasan dengan las busur listrik DC arus 60, 80, 100, dan 120 Amper bahan St 37 kampuh X tebal pelat 10 mm. Berdasarkan hasil ketangguhan rata-rata hasil pengelasan menggunakan las busur listrik DC bahan St 37 kampuh X tebal pelat 10 mm adalah arus 100 Amper yaitu 75,1 Joule.

Haryanto (2005) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan jenis elektroda pada proses pengelasan terhadap baja St 37 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis elektroda, perbedaan kekerasan dan struktur mikro dengan menggunakan jenis elektroda E 6013, E 7016 dan E 7018. Adapun pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kekerasan dan setruktur mikro hasil pengujian kekerasan baja St 37 dengan menggunakan jenis elektroda E 6013 pada proses pengelasan rata-rata 42,47 kg/mm<sup>2</sup> untuk jenis elektroda E 7016 rata-rata 41,95 kg/mm<sup>2</sup> untuk jenis elektroda E 7018 rata-rata 41,60 kg/mm<sup>2</sup>.

### A. Macam Dan Jenis Elektroda

Elektroda pada las listrik sangat penting. Elektroda akan mencair pada waktu pengelasan. Macam dan jenis elektroda banyak sekali. Berdasarkan pembungkus elektroda banyak sekali. Berdasarkan pembungkus elektroda dibedakan menjadi :

- a. Elektroda polos
- b. Elektroda berpembungkus tipis (fluks)
- c. Elektroda berpembungkus tebal

Elektroda yang digunakan pada las busur manual adalah jenis elektroda yang terbungkus fluks. Ukuran standar diameter kawat inti dari 1,5 mm - 7 mm dengan panjang antara 350 mm - 450 mm seperti ditunjukkan pada tabel 1. Menurut standar AWS/ASTM (*American It welding Society //American Society for Testing Material*), semua jenis elektroda ditandai dengan huruf E disertai 4 atau 5 angka sehingga memudahkan juru las memilih jenis elektroda yang tepat.

### B. Fungsi Dan Syarat Fluks Pembungkus Elektroda

Pengelasan elektroda terbungkus fluks memegang peranan penting karena fluks dapat bertindak sebagai :

- a. Pemantap busur dan penyebab kelancaran pemindahan butir-butir cairan logam.
- b. Sumber terak atau gas yang dapat melindungi logam cair terhadap udara di sekitarnya.

- c. Pengaturan penggunaan.
- d. Sumber unsur-unsur paduan.

Tabel 1. Seleksi dari kuat arus

Diameter elektroda	Panjang elektroda (mm)	Kuat arus (Amper)
6	450	300 – 500
6,3	450	200 – 370
6	450	190 – 310
5	450	150 – 250
4	450	120 – 180
4	350	120 – 190
3,25	450	80 – 120
3,25	350	80 – 130
2,5	350	60 – 95
2,0	300	50 – 80

### C. Baja

Bahan dan proses pengelasan mempengaruhi kualitas pengelasan. Sifat bahan diantaranya sifat fisik, sifat mekanik dan sifat kimia. Sifat terpenting adalah kekuatan (*strength*), keuletan (*ductility*), dan kekakuan (*modulus of elasticity*). Sifat mekanik menentukan kemudahan proses pembentukan material. Baja St 37 mengandung karbon 0,16% C, 0,05% S, dan 0,05% P. Tegangan tarik baja ini 37 - 45 N/mm<sup>2</sup> atau 37 - 45 kg/mm<sup>2</sup>.

Baja merupakan perpaduan antara besi dan karbon dalam persentase tertentu. Menurut tingkat kadar karbonnya baja dibedakan menjadi tiga yaitu baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,3%. Baja karbon sedang mengandung 0,3 sampai 0,45% karbon, dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45 sampai 1,70%. Berdasarkan kegunaannya baja secara umum dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu kelompok baja konstruksi dan baja perkakas. Baja konstruksi mempunyai kadar karbon 0,06 sampai 0,55 %, sedang baja perkakas mempunyai kadar karbon 0,5 % sampai 2,06 %.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Tabel 2. Komposisi Kimia Baja Karbon ST 37

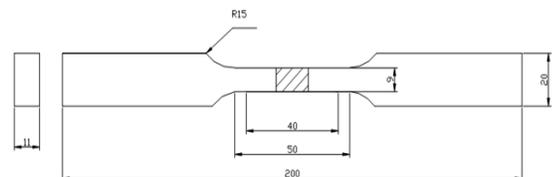
Element	C	P	S	Mn	Cr	Ni	Cu	Si
Weight %	ST 37 0,15 s/d 0,2	0,04	0,05	0,6 s/d 0,9	0,072	0,134	0,027	0,067

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah Baja Karbon ST 37 dengan komposisi kimia sesuai Tabel 2.

Baja karbon ST 37 tebal 20 mm di las. Dengan mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan Elektroda las dengan fluks pembungkus organik (LB-5U) dan rutil (NC-36L) dengan variasi arus listrik yang digunakan yaitu 80 Ampere, 100 Ampere, 120 Ampere.

Bentuk spesimen yang dilas berukuran panjang 200 mm dan lebar 30 mm. Pembuatan spesimen uji tarik sesuai dengan standar JIS Z2201 dengan dimensi seperti yang terlihat pada Gambar 1. dan masing-masing dilakukan uji *micro hardness* dan *micro structure*. *Cutting*, yaitu prosedur proses pemotongan sampel dan menentukan teknik pemotongan yang tepat dalam pengambilan sampel metalografi sehingga didapat benda uji yang representatif. Spesimen dipotong menggunakan gergaji manual sesuai ukuran yang telah ditetapkan.

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui distribusi kekerasan pada logam las, daerah cair sebagian (*partially melted zone*), daerah terpengaruh panas (HAZ), dan logam dasar. Pengujian kekerasan dilakukan pada arah horizontal.



Gambar 1. Spesimen uji tarik standar JIS Z2201 1981

Pengujian kekerasan dilakukan dengan mesin uji kekerasan mikro Vickers (*Vickers*)

*microhardness tester*). Jarak antar titik pengujian adalah 1 mm. Garis tengah logam las (*weld metal*) dijadikan sebagai titik acuan (titik nol) dalam penentuan titik-titik pengujian.

Pengamatan struktur mikro dan makro dilakukan dengan alat yang sama yaitu dengan mikroskop logam optik. Pengamatan struktur mikro fokus pengamatan adalah distribusi perubahan struktur mikro pada tiap-tiap bagian sebagai akibat adanya siklus termal selama pengelasan. Metalografi dilakukan untuk melihat terjadinya perubahan struktur mikro pada objek penelitian sebagai akibat dari proses-proses eksperimen yang telah diterimanya. Pada spesimen las metalografi yang diamati adalah pada parent metal, daerah HAZ, dan weld metalnya.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

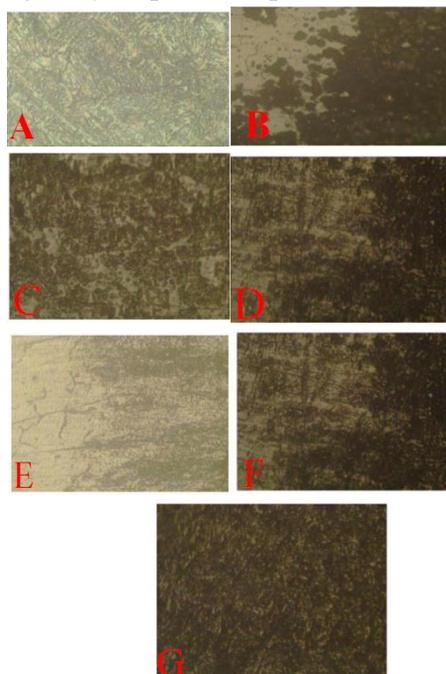
Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sudah mencapai data hasil pengujian tarik, kemudian dilakukan pengolahan data hingga menghasilkan nilai optimum analisis penerapan sambungan las SMAW dengan kampuh X:

##### A. Foto Struktur Mikro

Hasil pengujian mikrostruktur memperlihatkan terjadinya perbedaan jenis/ukuran struktur mikro dan fasa yang terbentuk dan dinyatakan dengan warna kontras, terutama antara logam las (manik-manik) dengan daerah pengaruh panas sangat jelas perbedaannya yang dipisahkan pada batas las. Ukuran butir terbesar adalah pada manik-manik las kemudian berubah semakin halus setelah melewati batas las masuk kedalam HAZ dan kemudian logam induk.

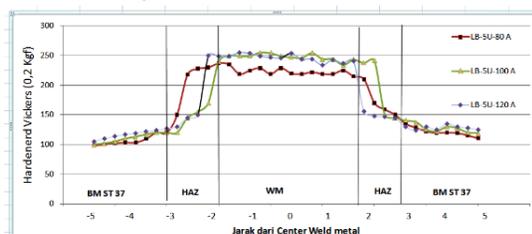
Mikrostruktur dari baja karbon rendah dapat terlihat bahwa struktur dasar pada logam induk untuk semua jenis kampuh adalah austenit dan delta ferit. Hal ini dikarenakan daerah base metal merupakan suatu daerah yang tidak menerima distribusi panas sehingga struktur yang terbentuk relatif sama, dimana austenit ditunjukkan pada penampakan bagian yang putih terang, sedangkan

ferit ditampakkan dengan bagian yang lebih gelap. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Mikro Lasan : A) Baja Karbon. B) Daerah HAZ filler LB-5U-80A. C) Daerah HAZ filler LB-5U-100A. D) Daerah HAZ filler LB-5U-120A. E). Daerah HAZ filler NC-36L-80A. F) Daerah HAZ filler NC-36L-100A. G) Daerah HAZ filler NC-36L-120A

Kekerasan kedua elektrode LB-5U dan NC-36L menunjukkan harga yang sama, yaitu pengelasan dapat dilaksanakan. Dapat dilihat pada data kekerasan dan struktur mikro yang terjadi, di logam induk. Sedang HAZ lebih kasar karena laju pendinginan yang berbeda, dan logam las lebih kasar lagi karena laju pendinginan lebih tinggi dari HAZ, dan logam induk.



Gambar 3. Grafik Kekerasan Mikro

## B. Hasil Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik, kekuatan tarik baja karbon rendah yang dilas dengan menggunakan filler LB-5U dan NC-46L dengan arus 80 amper, 100 amper, dan 120 amper, kekuatan tariknya relatif sama. Hal ini disebabkan karena jumlah logam las yang masuk dalam kampuh akan lebih banyak. Data kekuatan tarik untuk masing-masing filler dan kuat arus listrik terlihat pada Gambar 4.

Dilihat dari kekuatan tariknya pengelasan baja karbon rendah dengan menggunakan beberapa arus dan filler hasilnya hampir sama. Kekuatan tarik pada pengelasan sangat tergantung pada metode pengelasan, kuat arus listrik, tekanan gas, dan cara pengelasan. Walaupun dengan filler dan kuat arus yang baik tapi bila pengelasannya kurang baik, maka kualitas hasil lasan akan berkurang.

Dari hasil pengujian tarik maka yang putus adalah di daerah baja karbon rendah, diluar Weld Metal, ini menunjukkan bahwa HAZ lebih kuat dibanding base metal baja karbon rendah. Maka pengelasan untuk filler dan kuat arus diatas bisa dikatakan masih dalam keamanan pemakaian untuk pengelasan SMAW. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.

Hubungan antara struktur mikro dengan harga kekerasan logam memperjelas teori yang menyatakan bahwa butiran logam yang besar mempunyai kekerasan rendah tetapi nilai regangannya besar dan sebaliknya. Hubungan antara struktur mikro dengan kekuatan tarik logam ditunjukkan pada persamaan Hall-Petch, dimana semakin besar butiran logam maka kekuatan luluhnya semakin rendah.



Gambar 4. Grafik Kekuatan Tarik

## V. KESIMPULAN

Dari Proses pengerjaan yang dilakukan dalam proses penelitian ini diantaranya:

- 1) Proses pengukuran, dilakukan saat memeriksa panjang total dan ukuran bahan, saat akan memotong bahan, setelah proses pengelasan bahan, dan pada saat proses pengelasan bahan.
- 2) Penggunaan filler LB-5U dan NC-36L berpengaruh pada kekerasan HAZ karena terjadi penggetasan akibat endapan paduan krom.
- 3) Hasil penelitian menunjukkan bahwa sambungan las dengan filler NC-36L dan menggunakan arus sebesar 120 A mempunyai kekuatan tarik tertinggi yaitu 38,36 kN/m<sup>2</sup>, sedangkan sambungan las dengan filler LB-5U dan menggunakan arus sebesar 80 A mempunyai kekuatan tarik terendah yaitu 15,80 kN/m<sup>2</sup>. Proses pengelasan, dilakukan untuk merakit bahan yang telah dipotong untuk membentuk pengelasan yang dikehendaki sesuai dengan gambar kerja. Proses pengelasan menggunakan las busur listrik elektroda terbungkus (SMAW).
- 4) Pengelasan baja karbon ST 37 lebih cocok menggunakan filler metal NC-36L daripada LB-5U. Hal ini dibuktikan dari distribusi kekerasan <250 VHN.

## REFERENSI

- ASTM, E62, 2005, *Standar Test Methods for Chemical Analysis of copper Alloys*, Philadelphia, PA, American Society for Testing and Material.
- ASTM, E3, 2005, *Standar Guide for Preparation of Metallographic Specimens*, Philadelphia, PA, American Society for Testing and Material.

- Arifin, 1982., *Teknologi Las Listrik dan Las Otogen*, Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Beumer, B.J.M., 1994, *Ilmu Bahan Logam*, Bharata, Jakarta.
- Daryanto, 1995., *Teknik Mengelas dan Mematri Logam*, Aneka Ilmu, Semarang.
- Haryanto, 2010, *Pengaruh Penggunaan Jenis Elektroda Pada Prases Pengelasan Terhadap Baja St 37*, UMS Surakarta.
- JIS-Z2201, 1981, *Test Pieces for Tensile Test for Metallic Material*, Japanese Industrial Standart, Japan.
- Kenyon, W dan Dines Ginting. 1985., *Dasar-dasar Pengelasan*, Erlangga, Jakarta.
- Kumar L. S., et al. 2011. *Experimental Investigation for Welding Aspects of AISI 304 & 316 by Taguchi Technique for the Process of TIG & MIG Welding*. International Journal of Engineering Trends and Technology 2. Issue2, 28-33.
- Marihot HTB, Goklas, 1984., *Mengelas Logam dan Pemilihan Kawat Las*, PT. Gramedia, Jakarta.
- Schonometx, Alois dan Adolf Frischanherz. 1990., *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*, Angkasa, Bandung.
- Setiawan Ari. 2010, *Perbedaan Ketangguhan Hasil Pengelasan Las Busur Listrik DC - Arus 60, 80, 100 Dan 120 Amper Bahan St 37 Kampuh X Tebal Pelat 10 mm*, UMS. Surakarta.
- Sriwidharto, 1996., *Petunjuk Kerja Las*. PT. Pradya Paramita, Jakarta.
- Subowo.Tutu. 1979., *Teknik Mengelas dan Paku Keling*, Armiooco, Bandung.
- Suharto, 1991., *Teknologi Pengelasan Logam*. Rineka Cipta.
- Wijoyo dan Bayu Kartiko Aji, 2015, *Kajian Kekerasan Dan Struktur Mikro Sambungan Las Gmaw Baja Karbon Tinggi Dengan Variasi Masukan Arus Listrik*, Simetris, 6. 2 .
- Wiryawan Handoko, 2011, *Analisis Sambungan Las Dengan Variasi Sudut 300, 400, 600 Dengan Menggunakan Material Baja Ringan*, UMS, Surakarta.
- Wiryosumarto, Harsono dan Toshie Okumura. 1996., *Teknologi Pengelasan Logam*, PT. Pradya Paramitha. Jakarta.