

PENGARUH KETAHANAN AUS BAJA SA 516-70 SETELAH MENGALAMI PELAPISAN ELEKTRODA SANDVIK 29 8 2 LR DAN 25 10 4 LR

Sidiq Ruswanto ¹⁾

Abstract: SA 516-70 is a low carbon steel which is used for marking of boiler, high pressure tank and heat exchanger. Steel of SA 516-70 is applied for corrosion and wear resistance equipment. Weld surfacing can be used to overlay new components to their original dimensions. All are welding processes can be used for overlay as well joining applications. In this research two types of electrodes used are Sandvik 25 10 4 LR and Sandvik 29 8 2 LR. Weld surfacing process was used GTAW process using DCEP. The welding parameter used are as follow: welding current between 110 A to 112 A, welding voltage between 12 to 13 volt and travel speed between 173 to 191 mm/ minute. The weldments was then conducted hardness testing, metallographic examination, EDAX and X-Ray Diffraction (XRD). Samples for hardness testing were taken from base metal and to the filler metal layer. EDAX testing was taken from metal to the outer layer layers, while XRD testing was conducted on the base metal, layer 1 and layers 3.

The results that the high hardness value of 356 Hv was Found on at layer 1 using sandvik electrode 29 8 2 LR. The base metal microstructure was reveled some ferrite and pearlite structure. The cromium dilution using sandvik electrode 29 8 2 LR was higher than that of sandvik electrode 25 10 4 LR. From all data investigations was concluded that the usage of sandvik electrode 29 8 2 LR is better performance than use of sandvik electrode 25 10 4 LR.

Key word: Steel, Welding, Hardness, and Wear.

I. PENDAHULUAN

Baja adalah paduan besi dengan kadar karbon di bawah 2%. Kekuatan baja tergantung oleh kandungan kadar karbon, makin tinggi kandungan kadar karbon makin tinggi kekuatan baja tersebut. Baja paduan merupakan paduan besi karbon dengan penambahan unsur paduan seperti: Cr, W, V, Mo. Baja paduan rendah apabila unsur kadar karbon kurang dari 0,8 %, dan disebut baja paduan tinggi bila unsur karbon lebih dari 0,8 % dan kurang dari 2 %. Kualitas baja ditentukan oleh ketelitian pengontrolan pada saat pembuatan baja misalnya: batas komposisi, besar butir, serta kadar unsur paduan. Peningkatan kualitas baja mengakibatkan peningkatan harga jual baja. Penambahan unsur-unsur lain pada paduan besi karbon akan menentukan sifat paduan dari karbon itu sendiri.

¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Kampus UI Depok

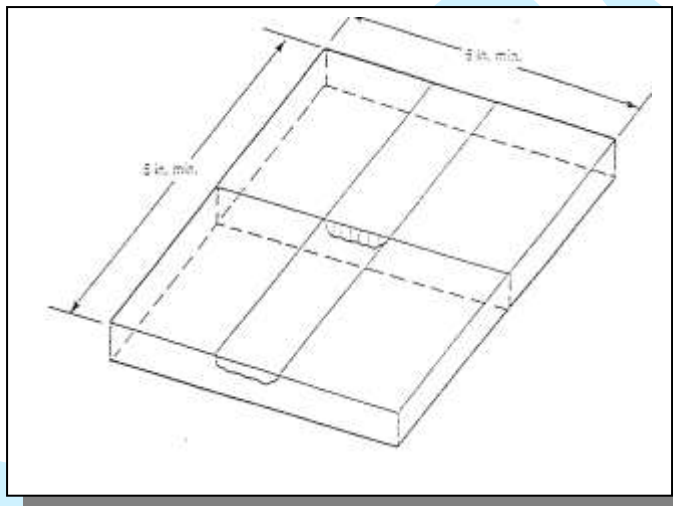
Permasalahan yang timbul pada penelitian ini adalah seberapa besar pengaruh ketahanan aus baja SA 516-70 setelah mengalami pelapisan elektroda sandvik 29 8 2 LR dan 25 10 4 LR

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sejauh mana perbedaan ketahanan aus pada baja SA 516x70 yang dilapis dengan menggunakan elektroda sandvik 29 8 2 LR dan menggunakan elektroda sandvik 25 10 4 LR.

II. METODE PENELITIAN

Proses Pengelasan

Pengelasan dilaksanakan di PT Sarana Sanggar Baja. Material yang akan dilas baja plat SA 516-70 dengan ketebalan 10 mm, lebar 6 inch serta panjangnya 6 inch.



Gambar 1. Ukuran Plat.

Banyaknya plat dua (2) buah, dimana satu dilas dengan elektroda Sandvik 29 8 2 LR dan elektroda Sandvik 25 10 4 LR. Masing-masing plat dilas tiga lapis. Besarnya diameter kawat las yang digunakan adalah sebesar 1,6 mm. Jenis mesin las yang digunakan Miller, USA dengan model SRHx222 (FL).

Parameter parameter pengelasan yang digunakan sebagai berikut: Arus pengelasan 110 x112 Amper, Kawat pengisi Sandvik 29. 8. 2. LR & 25. 10. 4. LR, Tegangan 12-13 Volt, Gas Argon, Proses pengelasan Datar, Pendinginan udara, gerakan elektroda Mundur kekiri, Posisi pengelasan 60 derajat terhadap elektroda Bahan dasar Baja SA 516-70, Kecepatan pengelasan 173x191 mm/menit, Kecepatan aliran gas 15x20 liter/menit, Arus DC dan Polarity Negatif.

Setelah pengelasan masing-masing plat yang telah dilas, dipotong dan selanjutnya dipreparasi menjadi sampel uji, kekerasan, metalografi, EDAX dan difraksi sinar-X. Proses preparasi sampel dilaksanakan di Politeknik Negeri Jakarta.

Uji Sifat Mekanis

Uji sifat mekanis yang akan diterapkan adalah uji keausan dan uji kekerasan, dan pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Departemen Metalurgi FT UI. Setiap sampel uji keausan sekaligus sebagai sampel uji kekerasan. Ukuran sampel uji keausan sebagai berikut: Panjang 50 mm, lebar 12 mm dan tebal sesuai dengan tebal plat yang telah mengalami pelapisan. Sebelum pengujian, permukaan lapisan diratakan terlebih dahulu dengan mesin Milling, serta diampelas. Uji sifat mekanis yang dilaksanakan terdiri dari uji keausan dan uji kekerasan bahan.

Pengujian Metalografi

Pengujian metalografi bertujuan untuk mengetahui struktur mikro benda uji hasil lasan. Pengujian metalografi dilakukan di Laboratorium Departemen Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia di Depok. Tahapan pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

Pengujian SEM-EDAX

Pengujian SEM-EDAX ini dimaksudkan untuk mengetahui struktur mikro dan analisa secara kuantitatif dari unsur yang terkandung dalam material SA 516-70 yang telah dilapisi dengan elektroda sandvik. Pengujian SEM-EDAX dilakukan di Laboratorium, Departemen Metalurgi FTUI. Pengamatan menggunakan SEM-EDAX pada benda uji yang telah dietsa sehabis dilakukan pemotretan mikroskop. Analisa EDAX dilakukan dengan metoda titik dan metoda garis pada batas lasan, tujuannya untuk mengamati fasa dan distribusi senyawa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Masukan Panas

Dari proses pengelasan pada sandvik 29 8 2 LR dengan arus 110 Amper, tegangan 12 Volt, kecepatan antara 17, 6 sampai 18, 8 cm/menit dan sandvik 25 10 4 LR dengan arus 112 Amper, tegangan

Tabel. 1. Masukan Panas

Lap. Las	Lay 1	Lay 2	Lay3	Lar 1	Lay2	Lar 3
Elektroda	29 8 2	29 8 2	29 8 2	25 10 4	25 10 4	25 10 4
Diame	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Mulai	9. 30	10. 40	11. 21	13. 15	13. 30	13. 47
Selesai	10. 35	11. 15	11. 55	13. 28	13. 45	14. 05
Amper	110	110	110	112	112	112
Voltag	12	12	12	13	13	13
Kec.	176	188	180	191	173	188

time	0, 51	0, 48	0, 50	0, 47	0, 52	0, 48
Heat Input	450	422	440	457	505	466
Waktu selang	5	6	6	2	2	2

Krom dan Nikel Ekivalen

Estimasi ferrit dengan perhitungan diagram Schaeffler untuk menentukan krom dan nikel ekivalen (lihat rumus persamaan ekivalen).

Tabel. 2. Baja SA 516–70

Cr	Mo	Si	Ni	C	Mn	Cu
0,03	0,01	0,23	0,02	0,22	0,04	0,02

$$\begin{aligned} \text{Krom Ek.} &= \% \text{ Cr} + \% \text{ Mo} + \% \text{ Si} \times 1,5 + 0,5 \% \text{ Nb.} \\ &= 0,385 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nikel Ek.} &= \% \text{ Ni} + \% \text{ C} \times 30 + 0,5 \% \text{ Mn} \\ &= 7,14 \end{aligned}$$

Tabel. 3. Sandvik 29 8 2 LR

Cr	Mo	Si	Ni	C	Mn	Cu
28,5	2	0,5	8,5	0,03	0,9	0,3

$$\text{Krom Ek.} = 31,25$$

$$\text{Nikel Ek.} = 9,85$$

Tabel. 4. Sandvik 25 10 4 LR

Cr	Mo	Si	Ni	C	Mn	Cu
25	4	0,5	9,5	0,03	0,9	0,025

$$\text{Krom Ek.} = 29,75$$

$$\text{Nikel Ek.} = 10,75$$

Dari nilai krom ekivalen dan nikel ekivalen selanjutnya dilihat pada diagram Schaeffler, kemudian dicari daerah aman untuk pengelasan baja tahan karat.

Tabel 5. Hasil Uji Mekanik

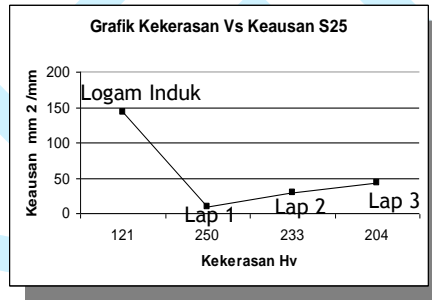
Kode Sampel	Kekerasan H_V	Keausan mm^2/mm
25 P	121	$143,7 \times 10^{-2}$
25 Lapisan 1	250	$9,0 \times 10^{-2}$
25 Lapisan 2	233	$28,7 \times 10^{-2}$
25 Lapisan 3	204	$43,2 \times 10^{-2}$
29 Lapisan 1	356	$10,4 \times 10^{-2}$
29 Lapisan 2	220	$27,7 \times 10^{-2}$
29 Lapisan 3	175	$33,1 \times 10^{-2}$

Dari data hasil pengujian mekanis didapatkan bahwa:

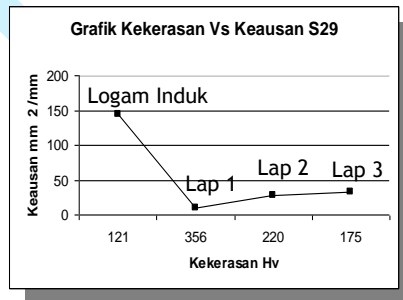
1. Nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada daerah lapisan las pertama (baik pada filler sandvik 25 10 4 LR sebesar 250 HV maupun sandvik 29 8 2 LR. sebesar 356 HV. Hal ini dikarenakan daerah las ini mendapat pemanasan ketika pengelasan lapisan berikutnya (temper), tidak terjadi pembentukan fasa baru melainkan terbentuk Karbida krom. Karbida krom mempunyai nilai kekerasan tinggi.

Disamping mempunyai nilai kekerasan tinggi, juga mempunyai nilai kehilangan luasan permukaan paling kecil, untuk filler sandvik 25 10 4LR sebesar $9,0 \times 10^{-2}$ (mm^2 sandvik 29 8 2LR sebesar $10,4 \times 10^{-2}$ (mm^2/mm).

2. Nilai kekerasan tertinggi didapat pada lapisan pertama sandvik 29 8 2 LR, sedangkan nilai ketahanan terhadap aus terbesar adalah pada sandvik 25 10 4 LR. Hasil uji kekerasan antara logam induk dengan tiap lapisan las sangat berbeda, yaitu ada peningkatan kekerasan. Kemungkinan ini disebabkan oleh pengaruh pengelasan dan pendinginan cepat dengan udara. Proses perlakuan panas pengelasan menyebabkan ukuran butir kristal menjadi besar dan merata, selain itu kesempatan atom karbon berdifusi juga sangat besar. Pada proses yang sangat cepat dengan udara, dapat mengakibatkan timbulnya rekristalisasi dan perubahan ukuran butir. . Ukuran butir yang terkecil pada daerah pengelasan mempunyai nilai kekerasan yang paling besar (lapisan 1).



Gambar 2. Grafik Kekerasan Vs Keausan 25 10 4LR



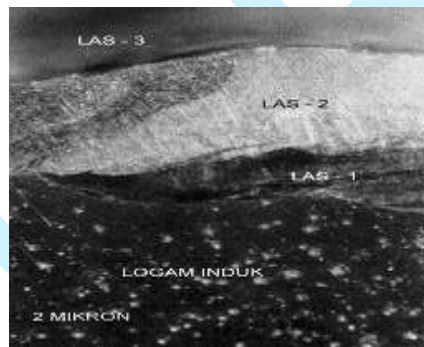
Gambar 3. Grafik Kekerasan Vs Keausan 29 8 2LR

Hasil Pengujian Metalografi.

Pengujian metalografi yaitu dengan pengamatan mikrostruktur bahan di bawah mikroskop optik material SA 516–70 baik yang mengalami pengelasan maupun tidak, diperoleh gambar sebagai berikut:



Gambar 4. Las 1 2 3 Untuk *Filler* Sandvix 25 10 4 LR (50 X)



Gambar.5. Penampang Las Untuk *Filler* Sandvix 29 8 2 LR (10 X)



Gambar 6. Las 1 2 3 Untuk *Filler* Sandvix 25 10 4 LR (50 X)



Gambar 7. Penampang Las Untuk *Filler* Sandvik 29 8 2 LR (10 X)

Hijau dengan bulatan keputih-putihan adalah *base metal*

1. Warna gelap merupakan lapisan las pertama.
2. Warna keputihxputihan merupakan lapisan las ke dua.
3. Warna abuxabu merupakan lapisan ke tiga.

Hasil EDAX.

Data hasil EDAX dapat dilihat pada tabel 6 di bawah:.

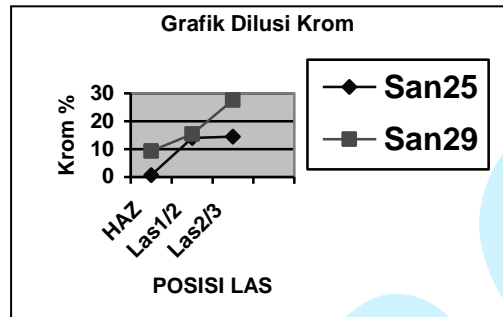
Tabel 6. Data Hasil EDAX Tiap Antar Lapisan Sandvik 25 10 4 LR.

UNSUR LOKASI	% C	% Si	% Cr	% Mn	% Fe	% Ni	% Mo
H A Z	0.27	0.52	0.65	0.80	97.76	0	0
LAS 1xLAS 2	0.37	0.70	13.95	0.41	76.83	5.65	2.09
LAS 2-LAS 3	0.31	0.45	14.50	0.40	75.99	6.42	1.92

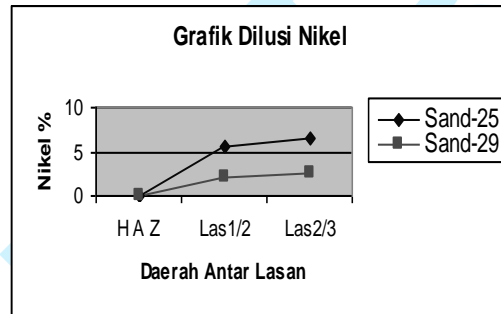
Tabel 7. Data Hasil EDAX Tiap Antar Lapisan Sandvik 29 8 2 LR.

UNSUR LOKASI	% C	% Si	% Cr	% Mn	% Fe	% Ni	% Mo
H A Z	0.19	0.39	9.28	0.81	89.33	0	0
LAS 1xLAS 2	0.34	0.48	15.36	0.62	80.11	2.19	0.90
LAS 2-LAS 3	0.34	0.40	27.61	0.37	66.90	2.55	1.84

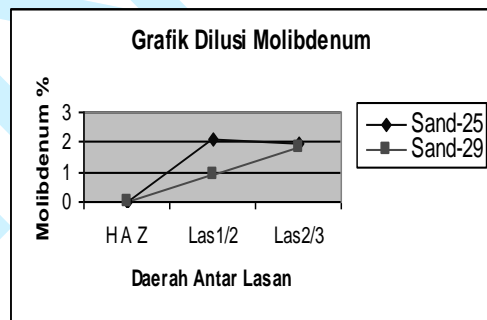
Dari data unsur antar lapisan Tabel 6. dan 7. di atas, untuk unsur utama hasil pengelasan menggunakan elektroda sandvik 25 10 4 LR dan menggunakan elektroda sandvik 29 8 2 LR dapat dibuat grafik dilusi.



Gambar 8. Grafik Dilusi Khrom



Gambar 9. Grafik Dilusi Nikel



Gambar 10. Grafik Dilusi Molibdenum

Dari ke tiga grafik dilusi unsur utama pada masing–masing filler tampak bahwa:

1. Kromium.

Pada dilusi antar lapisan chromium didapatkan bahwa, *filler* Sandvik 25 10 4 LR untuk daerah HAZ sangat kecil dan antara las 1 dengan las 2 cukup besar serta daerah las 2 dengan daerah las 3 mengecil lagi. Untuk menggunakan *Filler* Sandvik 29 8 2 LR baik pada daerah HAZ, las 1 dengan las 2 Serta las 2 dengan las 3 cukup besar (1,7 X).

2. Nikel.

Dilusi nikel hasil pengelasan menggunakan elektroda sandvik 25 10 4 LR, dari grafik tampak bahwa: pada Lapisan las 1 dengan las 2 cukup besar sebesar 5.65% dan pada lapisan Las 2 dengan las 3 sebesar 6.42 %. Sedangkan dilusi pada sandvik 29 8 2 LR untuk lapisan las 1 dengan lapisan las 2 sebesar 2.19 % dan untuk las 2 dengan las 3 sebesar 2.55 %. Secara keseluruhan dilusi pada hasil pengelasan menggunakan elektroda sandvik 25 10 4 LR lebih sandvik 29 8 2 LR. Hal ini disebabkan nikel merupakan unsur penyetabil paduan baja karbon.

3. Molibdenum

Dilusi unsur molibdenum hasil pengelasan menggunakan elektroda sandvik 25 10 4 LR relatif stabil pada lapisan las 1–las 2 dan las 2–las 3 dibandingkan dengan hasil pengelasan menggunakan elektroda sandvik 29 8 2 LR yang mempunyai nilai dua kali lipat antara lapisan las 1xlas 2 dengan lapisan las 2–las 3.

IV. KESIMPULAN

Dari data-data yang diperoleh sebagaimana pembahasan pada pembahasan diatas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Masukan panas yang diberikan adalah 450 Joule/ cm pada pengelasan menggunakan *filler* Sandvik 25 10 4 LR, sedangkan untuk pengelasan menggunakan *filler* Sandvik 29 8 2 LR sebesar 505 Joule/ cm. Memberikan pengaruh sifat mekanis lasan, yaitu:
 - Untuk nilai kekerasan maksimum hasil pengelasan menggunakan sandvik 29 8 2 LR sebesar 356 Hv yang terletak pada lapisan las ke-1; Sedangkan nilai kekerasan hasil pengelasan menggunakan *filler* Sandvik 25 10 4 LR sebesar 250 Hv terletak pada las ke-1 pula, sehingga lasan ke-1 memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi.
 - Untuk nilai keausan terkecil hasil pengelasan menggunakan elektroda sandvik 29 8 2 LR sebesar $9 \times 10^{-2} \text{ mm}^2/\text{mm}$ yang terletak pada lapisan las ke-1; Sedangkan untuk hasil pengelasan menggunakan *filler* sandvik 25 10 4 LR sebesar $10,4 \times 10^{-2} \text{ mm}^2/\text{mm}$ terletak pada las ke-1 pula, sehingga lasan ke-1 memiliki nilai keausan yang paling rendah.
2. Secara struktur mikro didapatkan hasil sebagai berikut:

73 *Sidiq Ruswanto, Pengaruh Ketahanan Aus Baja Sa 516-70 Setelah Mengalami Pelapisan Elektroda Sandvik 29 8 2lr Dan 25 10 4 Lr*

x Untuk Logam induk terlihat dominasi dari *pearlite* dan *ferrite*, yang dimiliki oleh baja karbon rendah SA516-70. Pada inti las lapisan 1 sampai dengan 3 terlihat penyebaran karbida sebagai reaksi dari krom dan karbon, struktur austenit terlihat dari dilusi *filler* yang digunakan. Pada wilayah terkena panas (HAZ) terlihat cukup banyak karbida krom yang merata juga muncul sedikit fase martensite dan austenite.

Didapatkan bahwa *filler* sandvik 29 8 2 LR mempunyai *performant* lebih baik dibandingkan dengan *filler* sandvik 25 10 4 LR. *Filler* sandvik 29 8 2 LR pada lapisan ke tiga mempunyai unsur khrom melebihi unsur krom pada baja tahan karat sebagai pelapis baja karbon rendah SA 516–70.

V. DAFTAR PUSTAKA

ASME, Section IX, New York 2001.

ASME, Section II Part A, New York, 2001.

C. E. Jackson, *The Science of ArcWelding*, April 1960 p 1255, June 1960, p 2255.

Dewi Chandra R. G., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Politeknik Press, 2001.

E. R. Booser, *CRC Handbook of Lubrication*, New York, 1993.

Harjanto G., *Pesawat Pendingin dan Pemanas*, Gajah Mada Press, Yogyakarta, 1980.

Herman W Pollack, *Material Science and Metallurgy*, 3th, 1981.

Howard B Cary, *Modern Welding Technology*, 3th ed, Englewood Cliffs, 1994.

Metal Handbook, Vol 8, 8th Ed. A S M, U S A, 1973.

M. Hikam, *Kuliah Lab. Advance*, Program Studi Material Science, Pascasarjana UI, 2001.

M. Surur, *Praktikum Uji Keras*, Laboratorium Mekanik Jurusan Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 2001.

Sindo Kou, *Welding Technology*, John and Welly and Sons, New York, 1987.

Teori Dasar Praktikum Ilmu Logam, Lab. Metalurgi Fisik, Laboratorium Metalografi dan Laboratorium Perlakuan Panas, Jurusan Metalurgi FT UI, Depok, 1999.

SINERGI