

IDENTIFIKASI PENGARUH ARUS PENGELASAN TERHADAP DISTRIBUSI KEKERASAN SAMBUNGAN LAS KELONGSONG ELEMEN BAKAR NUKLIR

Efrizon Umar, Saeful Hidayat, Gandana
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK

IDENTIFIKASI PENGARUH ARUS PENGELASAN TERHADAP DISTRIBUSI KEKERASAN SAMBUNGAN LAS KELONGSONG ELEMEN BAKAR NUKLIR. Telah dilakukan penelitian pengaruh arus pengelasan terhadap distribusi kekerasan sambungan las kelongsong dengan tutup kelongsong batang elemen bakar nuklir. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa kekerasan daerah las yang lebih besar dari kekerasan kelongsongnya diperoleh untuk arus las 27 amper.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF THE EFFECT OF WELDING CURRENT TO THE WELDING HARDNESS DISTRIBUTION OF THE FUEL ROD CLADDING. The effect of welding current to the welding hardness distribution has been identified. It is found that for the welding current of 27 ampere the hardness of the weld is higher than the hardness of the cladding.

PENDAHULUAN

Siklus termal dalam proses pengelasan dapat menyebabkan tegangan-tegangan termal, perubahan-perubahan metalurgi dan reaksi kimia. Akibat-akibat di atas sangat erat kaitannya dengan kekuatan, ketangguhan, cacat, retak dan ketahanan korosi sambungan las tersebut [1,2,3].

Dalam proses pengelasan kelongsong elemen bakar nuklir yang terbuat dari paduan zirkonium, pengaruh arus pengelasan yang merupakan sumber terjadinya siklus termal sangat perlu diperhatikan dalam usaha mendapatkan hasil las yang sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan, terutama pengaruh arus pengelasan terhadap sifat mekanis sambungan las tersebut. Sifat mekanis sambungan las ini dapat dijadikan sebagai ukuran untuk menentukan kemampuan sambungan las dalam menahan gaya-gaya luar yang diterimanya [4]. Sifat mekanis yang dimaksud disini adalah kekuatan, kekerasan, ketangguhan dan elastisitas.

Dalam makalah ini akan dibahas pengaruh arus pengelasan terhadap sifat mekanis sambungan las kelongsong elemen bakar nuklir, terutama pengaruh arus terhadap kekerasan sambungan las tersebut. Dengan mendapatkan data-data kekerasan sambungan las dapat diperkirakan kekuatan sambungan las tersebut relatif terhadap kekuatan bahan dasarnya, karena seperti halnya sifat mekanis yang lain, kekerasan juga dihubungkan dengan ikatan antar atom dan molekul sehingga naiknya kekerasan suatu bahan dapat ditafsirkan dengan naiknya kekuatan bahan tersebut [5,6].

BAHAN, ALAT DAN TATA KERJA

Bahan:

Kelongsong zirkaloy - 4
Batang zirkaloy - 4
Gas helium

Alat:

Mesin las TIG otomatis tipe M80-3
Alat kontrol kualitas
Alat uji kekerasan mikro

TATA KERJA

Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari:

1. *Penyiapan kelongsong dan tutup kelongsong*

Kelongsong dan tutup kelongsong disiapkan dengan konstruksi yang sesuai dengan bentuk dan ukuran yang telah disyaratkan [4].

2. *Pengelasan kelongsong dengan tutup kelongsong*

Pengelasan kelongsong dengan tutup kelongsong dilakukan di dalam ruang las mesin las TIG otomatis yang dapat divakumkan. Pengelasan dilakukan dengan memvariasikan arus pengelasan.

3. *Uji kekerasan*

Kelongsong dan tutup kelongsong yang telah dilas diperiksa kekerasannya dengan menggunakan alat ukur kekerasan mikro. Pemeriksaan dilakukan mulai dari bagian tutup kelongsong

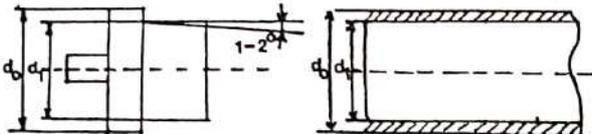
sampai bagian kelongsong yang sudah tidak terpengaruh oleh panas pengelasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengelasan terlihat pada tabel 1

Tabel 1. Data proses pengelasan

Proses Pengelasan : TIG Welding
Konstruksi Sambungan :



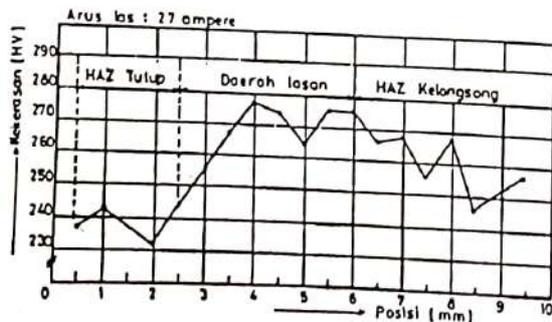
a. Tutup kelongsong

b. Ujung kelongsong

Logam yang di las : Zirkaloy-4
Elektrode : W-Th 2%
Diameter elektrode : 1,6 mm
Sudut elektrode : 25°
Tegangan : 17 Volt
Laju alir gas pelindung : 10 l/menit
Gas pelindung : Helium
delay time : 0,1 detik
pre purge : 10 detik
post purge : 10 detik
Kecepatan putar : 7,5 rpm

b. Parameteryangharganya berubah-ubah
Arus pengelasan/ waktu pengelasan

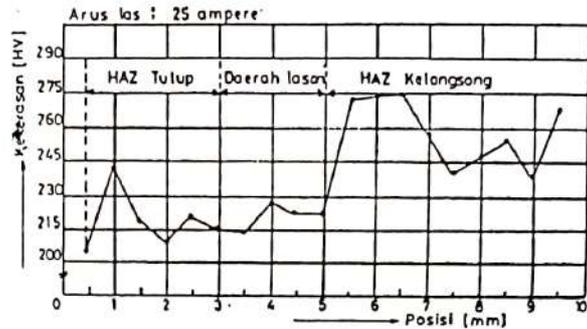
Sampel 1 : 27 amper/ 9 detik
Sampel 2 : 25 amper/ 9 detik
Sampel 3 : 23 amper/ 9 detik
Sampel 4 : 21 amper/ 9 detik
Sampel 5 : 19 amper/ 9 detik
Sampel 6 : 17 amper/ 9 detik



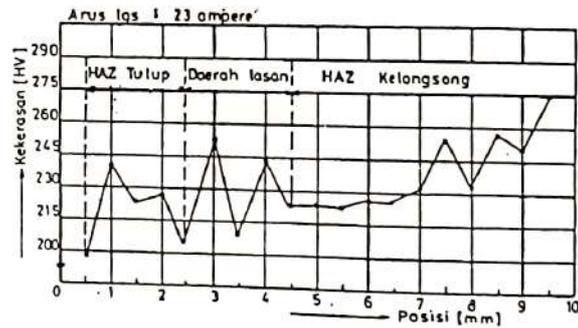
Gambar 1. Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las 27 Amper.

Besar arus las dibuat berubah-ubah dimaksudkan untuk melihat pengaruh arus pengelasan tersebut terhadap kekerasan logam yang dilas.

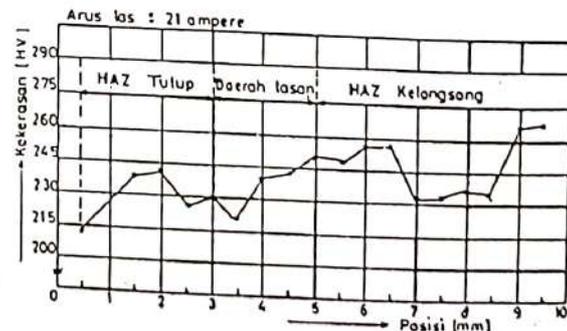
Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las yang berbeda-beda dapat dilihat pada gambar 1, 2, 3, 4, 5 dan 6.



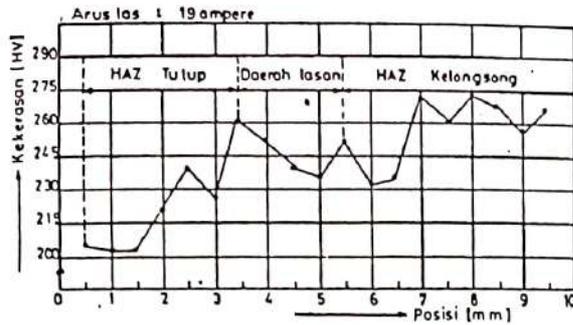
Gambar 2. Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las 25 ampere



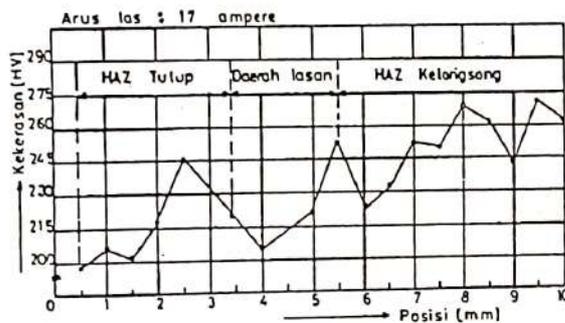
Gambar 3. Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las 23 ampere



Gambar 4. Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las 21 Amper.



Gambar 5. Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las 19 ampere

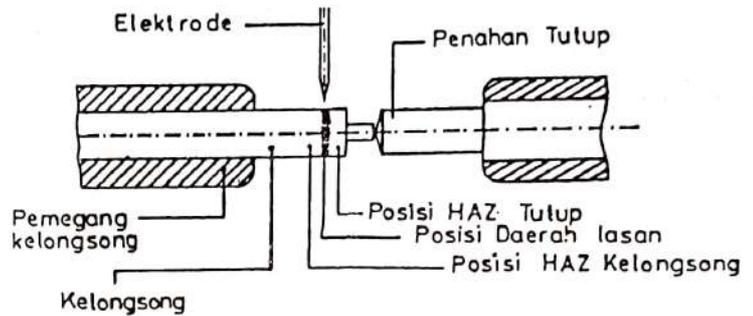


Gambar 6. Pengaruh arus las terhadap distribusi kekerasan sambungan las untuk arus las 17 ampere

Pada gambar 1 sampai 5 dapat dilihat bahwa kekerasan sambungan las lebih rendah dari pada kekerasan daerah pengaruh panas kelongsong (HAZ-kelongsong) sehingga dapat dikatakan bahwa kekuatan mekanis sambungan las lebih rendah dari kekuatan kelongsong elemen bakar. Kondisi seperti ini tidak diperbolehkan dalam pengelasan kelongsong dengan tutup kelongsong batang elemen bakar nuklir karena dalam spesifikasi batang elemen bakar nuklir disyaratkan bahwa kekuatan mekanis sambungan las harus lebih besar dari pada kekuatan kelongsongnya, untuk menjamin agar sambungan las tahan terhadap tegangan yang datang dari dalam kelongsong. Sedangkan pada gambar 6 dapat dilihat bahwa kekerasan sambungan las lebih besar dari pada kekerasan daerah pengaruh panas kelongsong sehingga parameter pengelasan untuk gambar 6 ini dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya.

Pada gambar 1 sampai 6 juga dapat dilihat bahwa kekerasan pada daerah pengaruh panas tutup kelongsong selalu lebih rendah dari pada

kekerasan daerah pengaruh panas kelongsong. Keadaan ini disebabkan oleh konstruksi peralatan pengelasan yang ada menyebabkan proses perpindahan panas pada daerah tutup kelongsong lebih sulit dibandingkan dengan daerah kelongsong. Kondisi pengelasan kelongsong dengan tutup kelongsong ini dapat dilihat pada gambar 7. Gambar 7. Kondisi pengelasan kelongsong-tutup kelongsong



Gambar 7. Kondisi pengelasan kelongsong-tutup kelongsong

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa panas pengelasan yang ada pada kelongsong dapat berpindah lebih cepat karena kelongsong berhubungan langsung dengan pemegang kelongsong sehingga perpindahan panas secara konduksi menjadi lebih dominan. Sedangkan panas pada tutup kelongsong berpindah relatif lebih lambat karena penampang yang berhubungan dengan penahan tutup kelongsong sangat kecil (berupa titik) sehingga laju perpindahan panas konduksi ke arah pemegang kelongsong menjadi sangat kecil. Kondisi seperti ini memungkinkan butir-butir struktur mikro pada HAZ tutup kelongsong tumbuh menjadi besar. Dengan bertambah besarnya butir-butir ini menyebabkan kekuatan mekanis HAZ tutup kelongsong menjadi lebih rendah karena besar butir sangat berpengaruh pada sifat mekanis material. Hubungan antara besar butir dengan sifat mekanis dikemukakan oleh Hall - Petch [7].

$$\sigma_y = \sigma_i + k D^{1/2}$$

σ_y = tegangan luluh, menunjukkan kekuatan material, σ_i = tegangan friksi, menunjukkan ketahanan kisikristal terhadap pergerakan dislokasi, k = locking parameter, menunjukkan kontribusi kekerasan relatif batas butir, D = diameter butir

Dari persamaan Hall-Petch ini terlihat bahwa dengan makin besarnya butir mengakibatkan kekuatan mekanis material cenderung menurun. Dari uraian ini dapat dikatakan bahwa data-data

kekerasan HAZ tutup kelongsong yang rendah disebabkan oleh kurang sempurnanya proses perpindahan panas pada tutup kelongsong sehingga butir-butir struktur mikronya tumbuh menjadi besar.

Kalau ditinjau dari segi keamanan hasil las, kekerasan yang relatif rendah pada daerah tutup kelongsong ini tidak membahayakan, karena HAZ tutup kelongsong akan menerima tegangan yang relatif kecil dibandingkan dengan kelongsong dan daerah sambungan lasnya.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Hasil identifikasi pengaruh arus las terhadap kekerasan sambungan las menunjukkan bahwa arus las yang menghasilkan kekerasan sambungan las lebih besar dari pada kekerasan kelongsongnya diperoleh untuk arus las 27 ampere.
2. Kekerasan pada HAZ tutup kelongsong selalu lebih rendah daripada HAZ kelongsong, hal ini diduga disebabkan berbedanya laju perpindahan panas konduksi pada kedua komponen.

DAFTAR PUSTAKA

1. S. Heru dan R. Suratman, Pengaruh proses pengelasan SMAW terhadap sifat fisik baja tahan karat AISI 304, Seminar Reaktor Nuklir dan Penggunaannya, BATAN, Bandung, 1988.
2. W. Charlotte, Welding Handbook, Seventh Edition, Vol I American Welding Handbook, Miami, Florida, 1976.
3. W. M. Kearns, Welding Handbook, Seventh Edition, Vol II American Welding Handbook Society, Miami, 1978.
4. H. J. Romeiser, TIG Welding Handbook, Diktat Kuliah di PPTN, Bandung, 1987.
5. H. K. Clauser, Industrial and Engineering Materials, Mc. Graw Hill Kogakusha Ltd, Tokyo, 1975.
6. K. Easterling, Introduction to the physical Metallurgy of Welding, Butterworths Co, United Kingdom, 1983.
7. G. E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Third Edition, Mc. Graw Hill International Edition, Singapore, 1986.

DISKUSI:

Margono:

Kalau dilihat percobaan ini mirip dengan percobaan sebelumnya, dimana pada percobaan ini tidak diperhatikan waktu pengelasan. Apakah waktu pengelasan tidak mempengaruhi kekerasan ?

Efrizon Umar:

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya karena penelitian ini dititik beratkan pada pengaruh arus las terhadap sifat mekanik sambungan las, sedangkan pada penelitian sebelumnya pengaruh terhadap sifat mekanik ini belum dilakukan. Sedangkan waktu pengelasan yang dipakai adalah waktu pengelasan yang terbaik (polanya yang terbaik) berdasarkan penelitian terdahulu. Perlu diketahui bahwa dalam pengelasan kelongsong elemen bakar nuklir waktu yang dibutuhkan sudah tertentu besarnya sesuai dengan kecepatan putar kelongsong yang dipilih. Bila dipilih kecepatan putar kelongsong 7,5 rpm, maka waktu pengelasan yang dibutuhkan adalah 8 detik, tetapi agar daerah yang pertama kali dilas terjamin sempurna biasanya (menurut pengalaman) ditambah waktunya sekitar 3 detik. Waktu ini tidak dapat ditambah atau dikurangi

karena bila dikurangi berarti ada kelongsong yang tidak terlas, sedangkan bila ditambah maka berarti telah dilakukan pengelasan ganda pada daerah yang sama. Waktu pengelasan yang terbaik dalam pengelasan kelongsong ini dimaksudkan adalah pola waktu pengelasan yang terbaik, karena mesin las yang digunakan mempunyai empat tingkat tahap pengelasan dan waktu pengelasan yang 11 detik tadi didistribusikan ke dalam tingkat-tingkat ini. Misalnya satu pengelasan dapat mempunyai pola waktu pengelasan 1,3,3,4 detik dan dapat juga 1,4,3,3 detik. Untuk tiap tingkat dapat diterapkan arus las yang berbeda sehingga dengan mengatur pola waktu ini diperoleh suatu kondisi pengelasan yang menghasilkan hasil las dengan lebar yang uniform. Pola waktu yang menghasilkan lebar daerah las yang uniform inilah yang dikatakan pola waktu yang terbaik. Dalam penelitian

ini digunakan pola waktu yang terbaik berdasarkan penelitian sebelumnya, kemudian arus lasnya dikurangi atau ditambah untuk setiap tingkat-tingkat pengelasan yang ada pada mesin las, sehingga diperoleh suatu hasil pengamatan yang sama pola waktunya tetapi berbeda dalam hal besar arusnya, kemudian diidentifikasi kekuatan mekanik daerah las ini. arus pengelasan yang memberikan kekuatan mekanik yang tinggi yang akan digunakan dalam pengelasan kelongsong untuk waktu selanjutnya.

Aman Mostavan:

Berapa sampel dilakukan pengamatan untuk memperoleh setiap grafik ?

Efrizon Umar:

Agar hasil pengamatan lebih dapat dipercaya, setiap sampel tidak hanya diamati satu kali tetapi tiga kali sehingga dari ketiga pengamatan ini dapat dilihat apakah kecenderungan pola grafiknya sama atau tidak. Apabila pola yang dihasilkan tidak sama maka pengelasan dapat saja dilakukan lebih dari tiga kali karena mungkin konstruksi tutup kelongsong tidak identik, pada hal dalam pengelasan ini bentuk tutup kelongsong harus betul-betul identik sehingga tidak terjadi kesalahan dalam intepretasi data nantinya.