

PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP KUALITAS HASIL LAS BATANG ELEMEN BAKAR NUKLIR JENIS PWR

Efrizon Umar

Pusat penelitian teknik nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

ABSTRAK

PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP KUALITAS HASIL LAS BATANG ELEMEN BAKAR NUKLIR JENIS PWR. Telah dilakukan penelitian pengelasan tutup-kelongsong untuk batang elemen bakar nuklir jenis PWR dengan mesin las TIG tipe M80-3. Dalam penelitian ini ditemukan lebar hasil las yang memenuhi spesifikasi diperoleh dengan waktu dan profil arus las 1,3,3,2,5 detik dan 26,25,24,23 ampere. Hasil pemeriksaan metalografi dan pemotretan dengan XRR menunjukkan bahwa kelongsong-tutup kelongsong menyambung sempurna.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF WELDING TIME AND WELDING CURRENT ON THE QUALITY OF WELDING FOR PWR TYPE FUEL ROD. End cap to tube welding in fuel rod fabrication for PWR type has been done by TIG welding machine type M80-3. It was found that the time and current profile of 1,3,3,2,5 second and 26,25,24,23 ampere gave welding zone width according to the specification. The result of metalography examination and XRR photograph indicate that the weld of the end cap and tube joint perfectly.

PENDAHULUAN

Konstruksi elemen bakar nuklir bermacam-macam bentuknya, tergantung pada jenis dan daya reaktornya. Elemen bakar nuklir untuk reaktor jenis CANDU berbeda konstruksinya dengan reaktor jenis *Pressurized Water Reactor* (PWR) atau *Boiling Water Reactor* (BWR). Untuk reaktor jenis PWR, konstruksi tutup kelongsong dan ujung kelongsong batang elemen bakarnya juga berbeda-beda, tergantung pada proses pembuatannya.

Batang elemen bakar yang diproses dengan menggunakan *Pneumatic Resistance Pressure Welding* (RPW) berbeda konstruksi tutup kelongsong dan ujung kelongsongnya dengan batang elemen bakar yang diproses dengan *TIG Welding* [1]. Konstruksi tutup kelongsong dan ujung kelongsong yang pengelasannya menggunakan mesin las TIG mempunyai bentuk yang lebih rumit dengan toleransi ukuran yang sangat ketat [2,3,4].

Mengingat bermacam-macamnya konstruksi batang elemen bakar nuklir dan masing-masing mempunyai syarat-syarat tertentu yang harus dipenuhi, maka hasil penelitian pengelasan tutup kelongsong untuk elemen bakar nuklir jenis tertentu, tidak dapat langsung diterapkan pada elemen bakar nuklir jenis yang lain, tetapi harus melakukan penelitian-penelitian kembali.

Penentuan parameter arus dan waktu pengelasan untuk pengelasan tutup-kelongsong elemen bakar nuklir jenis CANDU telah dibahas pada

makalah terdahulu [5]. Sedangkan makalah ini membahas pengaruh parameter arus dan waktu pengelasan terhadap kualitas hasil las kelongsong tutup kelongsong elemen bakar nuklir jenis PWR serta menentukan kondisi pengelasan yang sesuai untuk pengelasan kelongsong elemen bakar jenis PWR tersebut.

BAHAN, ALAT DAN TATA KERJA

Bahan-bahan utama

1. Kelongsong zircaloy-4, diameter luar = 10,7 mm
2. Batang zircaloy-4 untuk membuat tutup kelongsong
3. Gas helium kemurnian tinggi
4. Alkohol pencuci

Alat-alat utama

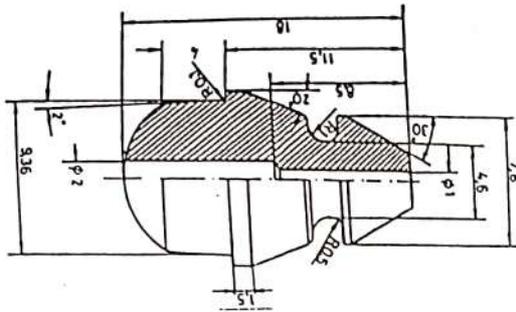
1. Mesin las TIG tipe M80-3
2. Pemurni gas helium, Oxisorb Messer- Greisheim AG-5630
3. Alat pencuci ultrasonik, Schoeler Schall-TGN 51
4. Alat-alat pengontrol kualitas

Tata Kerja

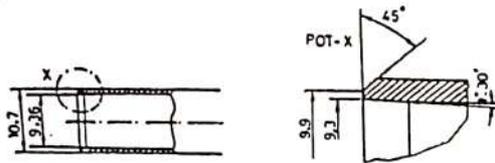
1. Persiapan komponen

Konstruksi tutup kelongsong dan ujung kelongsong batang elemen bakar jenis PWR mem-

punyai bentuk seperti yang terlihat pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Konstruksi tutup kelongsong batang elemen bakar jenis PWR



Gambar 2. Konstruksi ujung kelongsong batang elemen bakar jenis PWR

Pengelasan

Pengelasan dilakukan dengan memvariasikan arus dan waktu pengelasan, sedangkan parameter yang lain dibuat tetap. Tekanan ruang las lebih besar dari tekanan udara sekeliling untuk menjamin udara sekeliling tidak masuk ke ruang las. Parameter pengelasan yang dibuat tetap dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter pengelasan yang dibuat tetap

Diameter elektrode	: 1,6 mm
Bahan elektrode	: W-Th 2%
Sudut elektrode	: 25°
Tekanan ruang las	: 1040 mbar
Gas pelindung	: Helium kemurnian tinggi
Laju alir gas pelindung	: 13 l/ menit
Kecepatan putar	: 7,5 rpm
Delay time	: 0,1 detik
Pre purge	: 10 detik
Post purge	: 10 detik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh besar arus terhadap lebar hasil las

Pengaruh besar arus terhadap lebar hasil las dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh besar arus terhadap lebar hasil las.

Per-coba-an	Arus las (amper)				lebar las (mm)		Ket. hasil las, % tebal kelongsong
	1	2	3	4	mak.	min.	
1	28	27	26	25	4,7	3,5	500-670
2	27	27	26	25	4,6	3,5	500-660
3	27	27	26	24	4,3	3,2	450-620
4	27	26	26	25	4,6	3,3	470-650
5	26	27	26	25	4,4	3,3	470-630
6	26	25	24	23	3,6	3,0	430-510

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa lebar daerah las berbanding lurus dengan besar arus yang diberikan selama proses pengelasan. Lebar hasil las yang sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan (lebar hasil las 400-600 tebal kelongsong [1]) diperoleh untuk profil arus las 26,25,24,23 ampere.

Pengaruh waktu pengelasan terhadap lebar hasil las

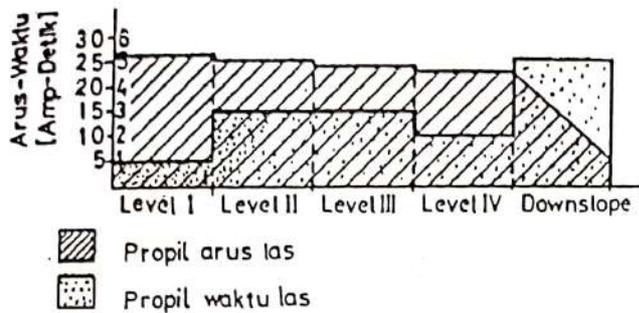
Untuk mendapatkan lebar hasil las yang seragam, di samping mengatur arus las juga dilakukan perubahan profil waktu pengelasan untuk tiap-tiap tingkat pengelasan dengan cara coba-coba. Pengaruh waktu pengelasan terhadap lebar hasil las dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh waktu pengelasan terhadap hasil las.

Per co ba an	waktu pengelasan (detik)				waktu down slope	Lebar hasil las
	1	2	3	4		
1	1	2	4	2	4	tidak seragam
2	1	1	4	3	4	"
3	1	2	3	3	4	"
4	1	2	2	3	4	"
5	1	2	4	2	4	"
6	1	3	3	2	5	seragam

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa waktu pengelasan yang menghasilkan lebar hasil las yang seragam diperoleh untuk waktu masing-masing tingkat pengelasan adalah 1,3,3,2 detik dan waktu down slope 5 detik. Berdasarkan hasil yang di-

peroleh pada tabel 2 dan 3, kondisi pengelasan yang menghasilkan hasil las sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan dapat ditentukan. Kondisi pengelasan yang memenuhi spesifikasi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.

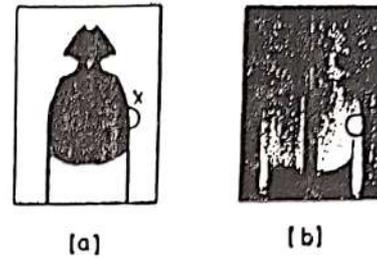


Gambar 3. Profil arus dan waktu pengelasan yang menghasilkan hasil las sesuai dengan spesifikasi.

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa profil arus menurun menghasilkan lebar daerah las yang seragam, dan kondisi ini sesuai dengan hasil penelitian arus pengelasan untuk pengelasan kelongsong batang elemen bakar jenis CANDU [5]. Sedangkan perbedaannya terletak pada besarnya parameter arus untuk masing-masing tingkat, hal ini disebabkan karena tebal kelongsong masing-masing elemen bakar juga berbeda, sehingga untuk kelongsong yang lebih tebal dibutuhkan arus yang lebih besar pula. Untuk arus tingkat I terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan relatif lebih pendek, hal ini disebabkan pada awal pengelasan dibutuhkan tegangan yang lebih besar, sedangkan level arusnya juga besar, sehingga energi pengelasan menjadi lebih besar. Bila waktu pengelasannya juga dibuat lebih lama, akan mengakibatkan terjadinya panas lebih sehingga lebar daerah las membesar pada daerah tingkat I ini. Untuk mengatasi melebarnya daerah las pada tingkat I, waktu pengelasannya dibuat lebih pendek, sehingga panas yang masuk menjadi lebih kecil. Sedangkan waktu *downslope* yang relatif lebih lama dimaksudkan untuk menghindari terjadinya penebalan pada titik akhir pengelasan, karena waktu *downslope* yang pendek akan menyebabkan arus turun secara mendadak, sehingga terjadi penumpukan logam cair pada akhir pengelasan. Dengan memilih waktu *downslope* sekitar lima detik, penumpukan logam cair pada akhir daerah las tidak terjadi.

Pada hasil las yang memenuhi spesifikasi ini juga telah dilakukan pemeriksaan metalografi dan XRR (X-rays Radiography). Hasil pemeriksaan metalografi penampang hasil las dan pemeriksaan

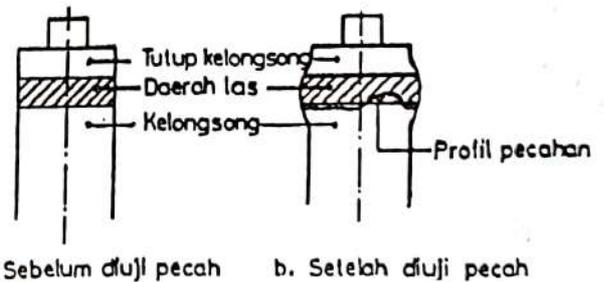
sambungan las dengan XRR ini dapat dilihat pada gambar 4.



a. Pemotretan dengan XRR
b. Hasil metalografi
x. Daerah las

Gambar 4. Penampang hasil las, hasil pemeriksaan metalografi dan pemotretan XRR.

Identifikasi cacat pada hasil las seperti cacat pori sudah dilakukan dengan menggunakan XRR (gambar 4a) dan ternyata pada sambungan las tidak ditemukan cacat pori [6]. Sedangkan pada hasil pemeriksaan metalografi (gambar 4b) dapat dilihat bahwa kelongsong dan tutup kelongsong menyambung sempurna tanpa adanya cacat *interface* (ada bagian yang tidak tersambung) dan blow hole (rongga pada sambungan las bagian dalam kelongsong). Sedangkan hasil uji pecah dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji pecah pada hasil las kelongsong/ tutup kelongsong

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa profil pecahan melewati daerah las. Pada kondisi seperti ini tidak diperbolehkan dalam kontrol kualitas hasil las kelongsong batang elemen bakar nuklir. Profil pecahan yang melewati daerah las ini diperkirakan akibat kesalahan dalam penyiapan ujung kelongsong dan tutup kelongsong sehingga terjadi bentuk yang tidak silindris pada tutup kelongsong dan tebal yang tidak seragam pada kelongsong. Pada proses pengelasannya, konstruksi yang tidak memenuhi syarat ini akan menyebabkan tebal daerah las juga menjadi tidak seragam sehingga pada saat uji pecah terjadi konsentrasi tegangan pada

daerah las yang tipis. Keadaan ini menyebabkan daerah las yang tipis tersebut terdeformasi lebih dahulu daripada kelongsong awalnya. Untuk mengatasi masalah ini harus dilakukan pengontrolan yang ketat terhadap konstruksi ujung kelongsong dan tutup kelongsong dengan menggunakan kaca pembesar, sehingga bentuk konstruksi yang sesuai dengan yang direncanakan dapat diperoleh.

KESIMPULAN

1. Kualitas hasil las tutup-kelongsong yang sesuai dengan spesifikasi hasil las yang disyaratkan untuk batang elemen bakar jenis PWR,

diperoleh dengan profil arus las 26,25,24,23 ampere dan profil waktu pengelasan 1,3,3,2,5 detik.

2. Hasil pemeriksaan metalografi dan pemeriksaan dengan XRR menunjukkan bahwa kelongsong dan tutup kelongsong menyambung sempurna, tanpa ditemukan cacat *interface*, pori dan *blow hole*.

3. Untuk mendapatkan hasil las yang lolos dalam uji pecah perlu dilakukan pengontrolan yang ketat terhadap konstruksi ujung kelongsong dan tutup kelongsong.

DAFTAR PUSTAKA

1. H.J ROMEISER, Tig Welding Process, Komunikasi di PPTN, 1987.
2. KEARNS, Welding Handbook, Seventh Edition, Vol II, American Welding Society, Miami, Florida, 1978.
3. ANONYMOUS, Guidebook on Quality Control of Water Reactor Fuel, IAEA, Vienna, 1983.
4. W.CHARLOTTE, Welding Handbook, Seventh Edition, Vol I, American Welding Society, Miami, Florida, 1976.
5. GANDANA, E. UMAR, Penyempurnaan Pengelasan Tutup kelongsong Dalam Pembuatan Batang Elemen Bakar Nuklir, Kolokium PPTN, Bandung, 1987.
6. D.G. SYARIF, Teknik Radiografi Sinar X Untuk Mengidentifikasi Cacat Hasil Las Kelongsong Zircaloy Tipe PWR, Seminar Reaktor Dan Penggunaannya, PPTN BATAN, Bandung, 1988.
7. ANONYMOUS, Operation Manual TIG Welding type M80-3, 1985.

DISKUSI

Soeryain G.:

1. Adanya gelembung pada pengelasan akibat adanya perbedaan tekanan ?
2. Syarat batas cacat yang masih diperbolehkan ?

Efrizon Umar :

1. Gelembung pada daerah las dapat terjadi bila konstruksi sambungan las tidak baik sehingga ada gas yang terperangkap di daerah las, sedangkan perbedaan tekanan antara di dalam dengan diluar kelongsong akan mengakibatkan terjadinya perobekan pada daerah las.
2. Cacat yang masih diperbolehkan (untuk rongga) diameternya 10% tebal kelongsong.

Aman Mostavan :

1. Berapa sampel dipergunakan untuk memperoleh gambar yang dipresentasikan ?
2. Apakah dipertimbangkan juga penurunan suhu dari bahan yang dilas ?

Efrizon Umar :

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, pengukuran tidak hanya dilakukan satu kali tetapi dilakukan tiga kali pengelasan untuk tiap parameter dan ternyata ketiga hasil pengelasan ini memberikan kualitas yang tidak berbeda.
2. Penurunan suhu pada daerah las tergantung pada konstruksi pemindah panasnya (konstruksi mesin las, konstruksi tutup kelongsong serta ujung kelongsong) dan laju alir gas helium yang dapat mempercepat perpindahan panas konveksi. Karena konstruksi mesin las dan konstruksi tutup kelongsong dan ujung kelongsong tidak dapat diubah maka laju perpindahan panas keluar daerah las tidak dapat diatur sehingga laju penurunan temperatur tidak dipertimbangkan dalam kasus ini, sedangkan pengaturan jumlah panas keluar daerah las akibat perpindahan panas secara konveksi juga relatif kecil karena terbatasnya daerah kerja regulator gas helium.