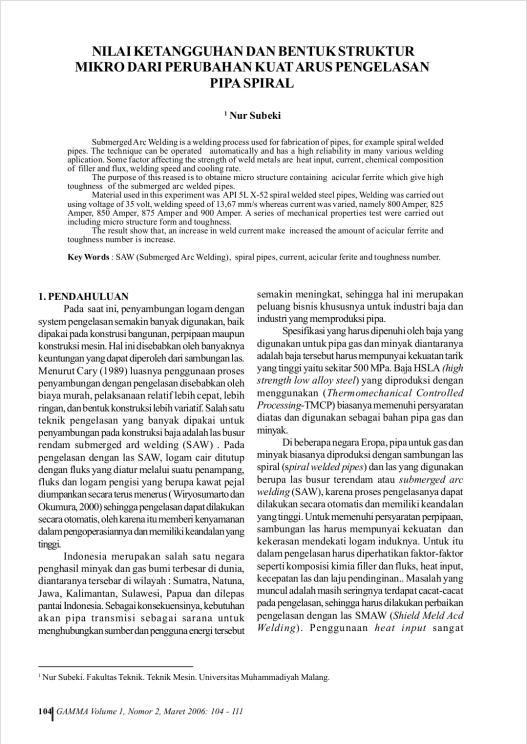
Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author:	Turnitin Instructor
Assignment title:	Tim PAK FT
Submission title:	Nilai Ketangguhan dan Bentuk Struktur Mikro dari Perubah...
File name:	ng_spiral_pipes_current_acicular_ferite_and_toughness_nu...
File size:	326.93K
Page count:	8
Word count:	3,314
Character count:	16,333
Submission date:	24-Oct-2023 10:50PM (UTC+0700)
Submission ID:	2199776781



NILAI KETANGGUHAN DAN BENTUK STRUKTUR MIKRO DARI PERUBAHAN KUAT ARUS PENGELASAN PIPA SPIRAL

[1] **Nur Subeki**

Submerged Arc Welding is a welding process used for fabrication of pipes, for example spiral welded pipes. The technique can be operated automatically and has a high reliability in many various welding aplication. Some factor affecting the strength of weld metals are heat input, current, chemical composition of filler and flux, welding speed and cooling rate.

The purpose of this reased is to obtaine micro structure containing acicular ferrite which give high toughness of the submerged arc welded pipes.

Material used in this experiment was API 5L X-52 spiral welded steel pipes, Welding was carried out using voltage of 35 volt, welding speed of 13,67 mm/s whereas current was varied, namely 800 Amper, 825 Amper, 850 Amper, 875 Amper and 900 Amper. A series of mechanical properties test were carried out including micro structure form and toughness.

The result show that, an increase in weld current make increased the amount of acicular ferrite and toughness number is increase.

Key Words : SAW (Submerged Arc Welding), spiral pipes, current, acicular ferite and toughness number.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, penyambungan logam dengan system pengelasan semakin banyak digunakan, baik dipakai pada konstrusi bangunan, perpipaan maupun konstruksi mesin. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dari sambungan las. Menurut Cary (1989) luasnya penggunaan proses penyambungan dengan pengelasan disebabkan oleh biaya murah, pelaksanaan relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif. Salah satu teknik pengelasan yang banyak dipakai untuk penyambungan pada konstruksi baja adalah las busur rendam submerged ard welding (SAW) . Pada pengelasan dengan las SAW, logam cair ditutup dengan fluks yang diatur melalui suatu penampang, fluks dan logam pengisi yang berupa kawat pejal diumpankan secara terus menerus (Wiryosumarto dan Okumura, 2000) sehingga pengelasan dapat dilakukan secara otomatis, oleh karena itu memberi kenyamanan dalam pengoperasiannya dan memiliki keandalan yang tinggi.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak dan gas bumi terbesar di dunia, diantaranya tersebar di wilayah : Sumatra, Natuna, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Papua dan dilepas pantai Indonesia. Sebagai konsekuensinya, kebutuhan akan pipa transmisi sebagai sarana untuk menghubungkan sumber dan pengguna energi tersebut semakin meningkat, sehingga hal ini merupakan peluang bisnis khususnya untuk industri baja dan industri yang memproduksi pipa.

Spesifikasi yang harus dipenuhi oleh baja yang digunakan untuk pipa gas dan minyak diantaranya adalah baja tersebut harus mempunyai kekuatan tarik yang tinggi yaitu sekitar 500 MPa. Baja HSLA *(high strength low alloy steel)* yang diproduksi dengan menggunakan (*Thermomechanical Controlled Processing*-TMCP) biasanya memenuhi persyaratan diatas dan digunakan sebagai bahan pipa gas dan minyak.

Di beberapa negara Eropa, pipa untuk gas dan minyak biasanya diproduksi dengan sambungan las spiral (*spiral welded pipes*) dan las yang digunakan berupa las busur terendam atau *submerged arc welding* (SAW), karena proses pengelasanya dapat dilakukan secara otomatis dan memiliki keandalan yang tinggi. Untuk memenuhi persyaratan perpipaan, sambungan las harus mempunyai kekuatan dan kekerasan mendekati logam induknya. Untuk itu dalam pengelasan harus diperhatikan faktor-faktor seperti komposisi kimia filler dan fluks, heat input, kecepatan las dan laju pendinginan.. Masalah yang muncul adalah masih seringnya terdapat cacat-cacat pada pengelasan, sehingga harus dilakukan perbaikan pengelasan dengan las SMAW (*Shield Meld Acd Welding*). Penggunaan *heat input* sangat

[1] Nur Subeki. Fakultas Teknik. Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Malang.

104 *GAMMA Volume 1, Nomor 2, Maret 2006: 104 - 111*

Copyright 2023 Turnitin. All rights reserved.

Nilai Ketangguhan dan Bentuk Struktur Mikro dari Perubahan Kuat Arus Pengelasan Pipa Spiral

by Turnitin Instructor

Submission date: 24-Oct-2023 10:50PM (UTC+0700)
Submission ID: 2199776781
File name: ng_spiral_pipes_current_acicular_ferite_and_toughness_number.pdf (326.93K)
Word count: 3314
Character count: 16333

NILAI KETANGGUHAN DAN BENTUK STRUKTUR MIKRO DARI PERUBAHAN KUAT ARUS PENGELASAN PIPA SPIRAL

[1] **Nur Subeki**

Submerged Arc Welding is a welding process used for fabrication of pipes, for example spiral welded pipes. The technique can be operated automatically and has a high reliability in many various welding aplication. Some factor affecting the strength of weld metals are heat input, current, chemical composition of filler and flux, welding speed and cooling rate.

The purpose of this reased is to obtaine micro structure containing acicular ferrite which give high toughness of the submerged arc welded pipes.

Material used in this experiment was API 5L X-52 spiral welded steel pipes, Welding was carried out using voltage of 35 volt, welding speed of 13,67 mm/s whereas current was varied, namely 800 Amper, 825 Amper, 850 Amper, 875 Amper and 900 Amper. A series of mechanical properties test were carried out including micro structure form and toughness.

The result show that, an increase in weld current make increased the amount of acicular ferrite and toughness number is increase.

Key Words : SAW (Submerged Arc Welding), spiral pipes, current, acicular ferite and toughness number.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, penyambungan logam dengan system pengelasan semakin banyak digunakan, baik dipakai pada konstrusi bangunan, perpipaan maupun konstruksi mesin. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keuntungan yang dapat diperoleh dari sambungan las. Menurut Cary (1989) luasnya penggunaan proses penyambungan dengan pengelasan disebabkan oleh biaya murah, pelaksanaan relatif lebih cepat, lebih ringan, dan bentuk konstruksi lebih variatif. Salah satu teknik pengelasan yang banyak dipakai untuk penyambungan pada konstruksi baja adalah las busur rendam submerged ard welding (SAW) . Pada pengelasan dengan las SAW, logam cair ditutup dengan fluks yang diatur melalui suatu penampang, fluks dan logam pengisi yang berupa kawat pejal diumpankan secara terus menerus (Wiryosumarto dan Okumura, 2000) sehingga pengelasan dapat dilakukan secara otomatis, oleh karena itu memberi kenyamanan dalam pengoperasiannya dan memiliki keandalan yang tinggi.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak dan gas bumi terbesar di dunia, diantaranya tersebar di wilayah : Sumatra, Natuna, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Papua dan dilepas pantai Indonesia. Sebagai konsekuensinya, kebutuhan akan pipa transmisi sebagai sarana untuk menghubungkan sumber dan pengguna energi tersebut semakin meningkat, sehingga hal ini merupakan peluang bisnis khususnya untuk industri baja dan industri yang memproduksi pipa.

Spesifikasi yang harus dipenuhi oleh baja yang digunakan untuk pipa gas dan minyak diantaranya adalah baja tersebut harus mempunyai kekuatan tarik yang tinggi yaitu sekitar 500 MPa. Baja HSLA *(high strength low alloy steel*) yang diproduksi dengan menggunakan (*Thermomechanical Controlled Processing*-TMCP) biasanya memenuhi persyaratan diatas dan digunakan sebagai bahan pipa gas dan minyak.

Di beberapa negara Eropa, pipa untuk gas dan minyak biasanya diproduksi dengan sambungan las spiral (s*piral welded pipes*) dan las yang digunakan berupa las busur terendam atau *submerged arc welding* (SAW), karena proses pengelasanya dapat dilakukan secara otomatis dan memiliki keandalan yang tinggi. Untuk memenuhi persyaratan perpipaan, sambungan las harus mempunyai kekuatan dan kekerasan mendekati logam induknya. Untuk itu dalam pengelasan harus diperhatikan faktor-faktor seperti komposisi kimia filler dan fluks, heat input, kecepatan las dan laju pendinginan.. Masalah yang muncul adalah masih seringnya terdapat cacat-cacat pada pengelasan, sehingga harus dilakukan perbaikan pengelasan dengan las SMAW (*Shield Meld Acd Welding*). Penggunaan *heat input* sangat

[1] Nur Subeki. Fakultas Teknik. Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Malang.

mempengaruhi kekuatan dan kekerasan hasil pengelasan, maka dalam penelitian ini diambil judul "Pengaruh Heat Input terhadap Kekeuatan dan Kekerasan Sambungan Las Busur Terendam (*Submerged Arc Welding*) Pada Pengelasan Pipa Spiral Baja Api 5l X-52" . Penggunaan kuat arus selama ini di PT KHI Pipes Industries adalah 825 Amper, namun dengan menggunakan kuat arus tersebut masih banyak cacat seperti terungkap di atas, maka dalam penelitian ini dilakukan penelitian dengan penggunaan kuat arus dibawah dan diatas kuar arus yang digunakan selama ini, dengan tujuan untuk mendapatkan struktur mikro yang dapat meningkatkan nilai ketangguhan pipa sambungan las.

2. METODE PENELITIAN

a. Bahan

Bahan penelitian ini : Plat Baja API 5L X52
Spesifikasi pipa : Tebal :12 mm, Ø luar : 711,2 mm
Spesifikasi bahan
- Tegangan luluh min : 52.000 Psi (365 MPa)
- Tegangan tarik min : 66.000 Psi (463 MPa)
- Komposisi kimia :

Tabel 1. Standar komposisi kimia logam induk (wt %) API 5L X-52 Line Pipe

C	Mn	P	S	Al	Nb	Si	Nb	V
0,08	0,9	0,02	0,01	0,04	0,03	0,05	0,03	0,134

b. Pengelasan

Proses Pengelasan : SAW
Jenis elektrode : AWS A5.17-80:EM 12 K Ø 3,2 mm
Jenis fluk : OK Flux 10.71. (by ESAB)

Tabel 2. Komposisi kimia elektrode las (wt %)

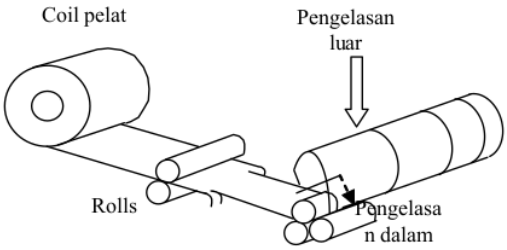
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al
0,11	1,09	0,29	0,009	0,011	0,03	0,02	0,01	0,12	0,00

Tabel 3. Komposisi kimia fluks (wt %)

Al_2O_3	SiO_3	MgO	CaO	MnO	ZrO_2	TiO	Na_2O	K_2O	Fe	F	S	P
22-26	18-22	15-19	11-15	6-10	4-7	2-5	1-3	1	1-3	8	<0,03	<0,03

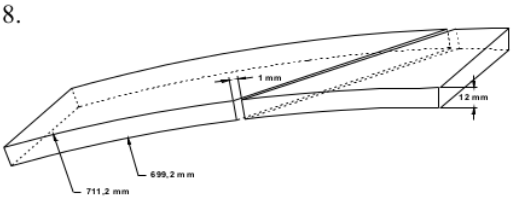
c. Cara Pengelasan

Pelat yang berbentuk koil dirol tekuk membentuk pipa spiral dilakukan pengelasan dimulai bagian dalam kemudian pada jarak 1,5 meter dilakukan pengelasan pada bagian luar pipa dengan las SAW seperti terlihat pada gambar 7.. Dari model pengelasan spiral kontinyu yang divariasi adalah pengelasan luar pipa. Prosedur pengelasan adalah menurut standard AWS A5.17. Pengelasan dilakukan dengan 5 jenis variasi heat input yang berbeda-beda. Pengelasan dilakukan di PT. KHI Pipe Industries Cilegon Banten.



Gambar 7. a). Proses pengelasan pipa spiral (TWI, 1998) b) Skema pengelasan pipa spiral

Untuk memenuhi pengelasan pipa yang baik, maka harus memperhatikan ukuran dan posisi alur yang akan disambung, hal ini bisa dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Potongan alur pengelasan

d. Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro adalah salah satu sifat fisis yang diamati dalam penelitian ini. Tujuan dari pengamatan struktur mikro adalah untuk mengetahui struktur mikro hasil pengelasan dengan variasi kuat arus.

Alat yang dipergunakan untuk pengujian ini adalah mikrosokop optik, dengan mikrosokop ini dapat dilihat ukuran dan bentuk butir serta distribusi dari berbagai macam fasa logam serta inklusi yang terjadi pada pengelasan. Pembesaran yang

dipergunakan adalah 100, 200, dan 500 kali. Pengamatan dilakukan pada daerah las.

e. Pengujian Ketangguhan Impak

Pengujian impak digunakan untuk mengukur ketangguhan suatu material. Ketangguhan suatu bahan adalah kemampuan bahan tersebut untuk menyerap energi pada daerah plastis. Cara pengujian impact ada dua macarn yaitu *Charpy* dan *Izod.* Dari pengujian impact akan diperoleh 2 buah sudut, yaitu :

1.Sudut α : sudut antara pemukul pada saat kedudukan awal sarnpai saat membentur benda uji.

2.Sudut β : sudut antara pemukul pada saat membentur benda uji sampai dengan jarak sisa benturan ayunan setelah membentur.

Pada alat impact Charpy sudut $a = 157^o$

Pengujian impak yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode Charpy. Pengujian dilakukan dengan memvariasi temperatur uji untuk mengetahui suhu transisi dari kondisi ulet ke kondisi getas. Temperatur uji yang digunakan adalah -60°C, -40°C, -20°C, OºC, 26°C. dan 60°C. Dengan pengujian pada logam induk, daerah logam las dan HAZ masing-masing spesimen untuk setiap satu variasi suhu dengan perubahan kuat arus pengelasan. Jadi jumlah spesimen impak total 60 buah dengan spesimen cadangan 10 buah yang digunakan untuk pengulangan pengujian yang menyimpang dari distribusi normal.

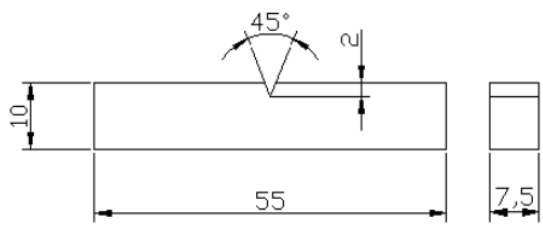
Dari pengujian impak Charpy dapat diperoleh nilai :

$$\text{Harga keuletan} = \frac{Tenaga.patah}{Luas.penampang.patah}$$

$$\frac{Joule}{mm^2} \quad \text{……..(3.4)}$$

$$G \times R = \frac{Tenaga.patah}{\cos\beta - \cos\alpha}$$

……..(3.5)



Gambar 9. Spesimen uji impack (Standar ASTM E23)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Komposisi Kimia Pengelasan

Tabel 4. Komposisi kimia logam induk (wt %)

C	Mn	P	S	Mo	Ni	Al	Co	Cu	Nb	Sn	Ti	V	W
0,091	0,715	0,027	0,002	0,007	0,024	0,034	0,001	0,129	0,012	0,012	0,079	0,134	0,003

i.

Dari hasil komposisi kimia dapat dihitung harga C *Equivalent* yang dibutuhkan untuk pengelasan pipa (Lorens and Duren, 1983) adalah:

$$CE = C + \frac{Si}{25} + \frac{Mn + Cu}{16} + \quad + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{40} + \frac{V}{15} \quad \text{.....(9)}$$

$$= 0{,}091 + 0 + \frac{(0{,}715 + 0{,}129)}{16} + 0 + + \frac{0{,}007}{40} + \frac{0{,}134}{15}$$

$$= 0{,}153$$

Dari hasil perhitungan CE diatas dapat diketahui bahwa bahan Baja Api 5L X -52 mempunyai sifat

Tabel 5. Komposisi kimia elektrode las (wt %)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al
0,11	1,09	0,29	0,009	0,011	0,03	0,02	0,01	0,12	0,00

Tabel 6. Komposisi kimia fluks (wt %)

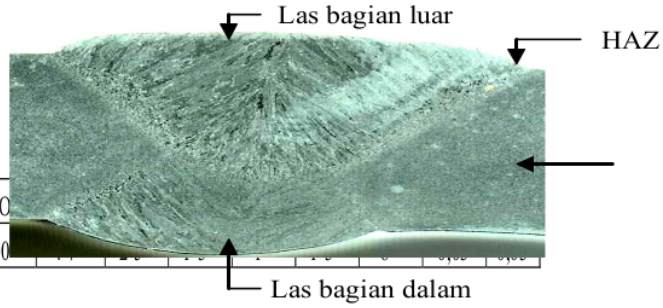
AL_2O_3	SiO_3	MgO	CaO	MnO
2-26	18-22	15-19	11-15	6-10

Tabel 7. Komposisi kimia logam las (wt %)

C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Al	Co	Cu	Nb	Sn	Ti	V	
0,093	0,041	0,967	0,027	0,005	0,007	0,03	0,021	0,001	0,251	0,012	0,016	0,079	0,136	0

2. Pengamatan Foto Makro

Foto makro dimaksukkan untuk mengetahui bentuk dan batas antara daerah las, HAZ, logam induk, las bagian luar dan las bagian dalam. Pada pengelasan pipa faktor kekuatan terdapat pada pengelasan bagian luat, dari gambar terlihat bahwa daerah las luar lebih besar dari pada yang dalam.



Gambar 10. Foto makro las

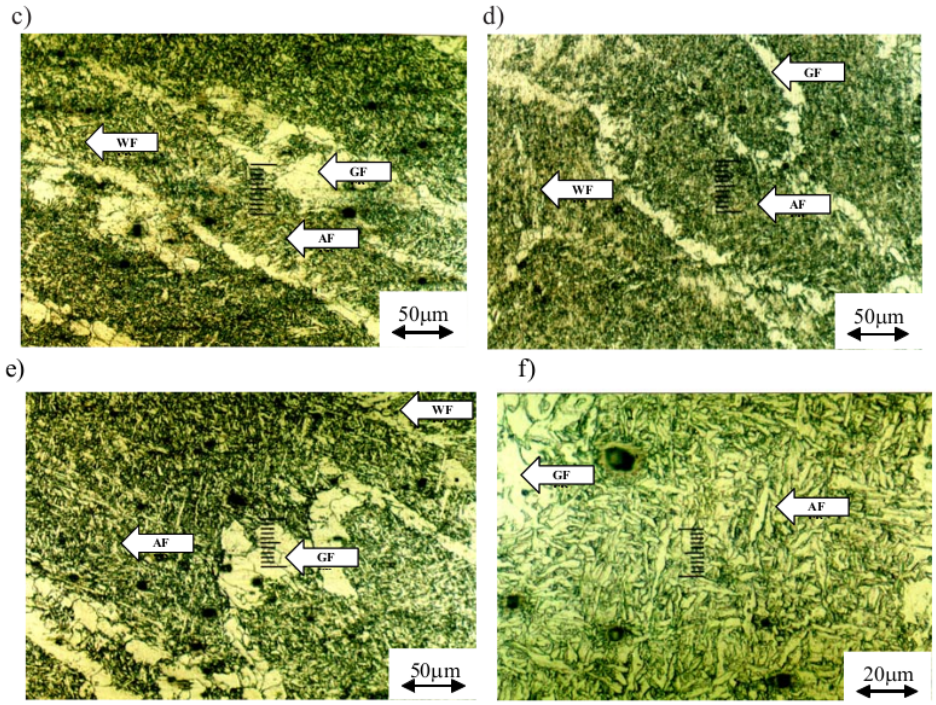
Daerah ini juga sangat penting, dikarenakan daerah yang memiliki pertemuan antara pengelasan dalam dan pengelasan luar, dimana daerah tersebut merupakan pusat dari sambungan pengelasan pipa, sehingga bisa dikatakan sebagai pusat dari kekuatan pengelasan dan ketangguhan pipa.

3. Pengamatan Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dimaksudkan untuk mengetahui bentuk, susunan dan ukuran butir pada logam las. Struktur mikro logam las ditentukan oleh banyak faktor diantaranya masukan panas, kuat arus, filler dan fluks, kecepatan las dan laju pendinginan. Pada gambar 11 ditunjukkan bentuk struktur mikro berdasarkan berbedaan kuat arus pengelasan, yaitu dimulai dari 800 Amper, 825 Amper, 850 Amper, 875 Amper dan 900 Amper

Pengaruh kuat arus terhadap struktur mikro logam las terlihat pada gambar 11. Pada gambar 11.a menunjukkan struktur mikro yang terbentuk didominasi oleh ferit acicular namun prosentase ferit Widmanstatten dan ferit batas butir juga masih menunjukkan prosentase yang besar. Terbentuknya struktur seperti ini disebabkan oleh pendinginan yang relatif lebih cepat. Pada gambar 11.b terlihat ada peningkatan ferit acicular namun ferit batas butir masih tinggi, ini disebabkan laju pendinginan semakin lambat dan bentuk seperti ini meningkat sampai penggunaan kuat arus 900 Amper. Kondisi seperti ini terlihat pada gambar 11.c, 11.d dan 11.e . Penambahan prosentase struktur ferit acicular terlihat lebih banyak dan terjadi penurunan prosentase struktur ferit Widmanstatten dan ferit batas butir, kondisi ini disebabkan oleh kuat arus yang besar akan meningkatkan masukan panas sehingga memperlambat laju pendinginan yang sesui untuk terbentuknya ferit acicular . Untuk mengetahui jumlah prosentase setruktur ferit acicular yang paling banyak pada penggunaan kuat arus 900 Amper terlihat pada gambar 11.f.

a) b)



Gambar 11. Foto mikro daerah las a). Kuat arus 800 Amper, b). Kuat arus 825 Amper, c). Kuat arus 850 Amper, d). Kuat arus 875 Amper, e). Kuat arus 900 Amper, f). Struktur dengan pembesaran 500 kali

AF : ferit acicular, GF : ferit batas butir, WF : ferit Widmanstatten

Struktur ferit acicular memiliki bentuk yang spesifik yaitu berbentuk *zig-zag*, bentuk inilah yang membuat struktur ini memiliki nilai ketangguhan yang baik.

4. Uji Impak

Pengujian impak pada daerah las bertujuan untuk mengetahui ketanguhan daerah las. Pengujian ketangguhan dilakukan pada suhu -60 ºC, -40 ºC, -20 ºC, 0 ºC, 26 ºC dan 60 ºC. Pengujian impak menunjukkan bahwa besarnya kuat arus mempengaruhi ketanguhan lasan.

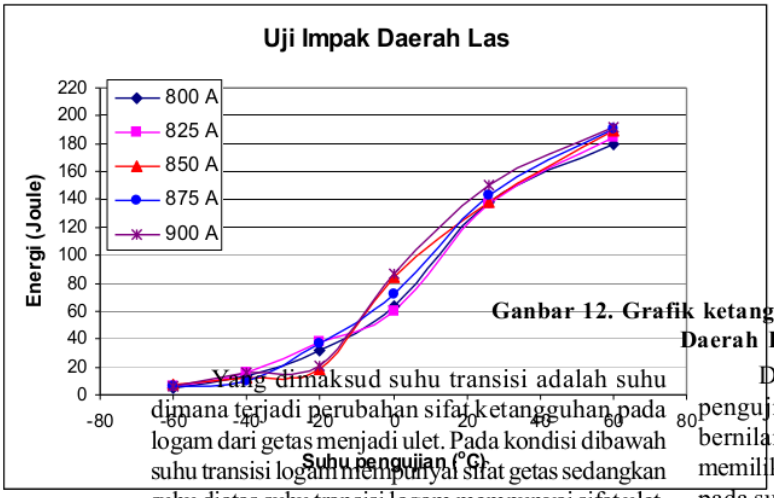
Gambar grafik 12 di bawah menunjukkan bahwa kuat arus sangat mempengaruhi ketangguhan sambungan las. Secara umum terjadi ketangguhan yang tertinggi pada penggunaan kuat arus 900 Amper. Ketangguhan tertinggi ini dipengaruhi oleh besarnya prosestase ferit acicular logam las (Kou, 1987)

i.	Temperatur °C	ii. Energi Impak (joule)				
		ii. Kuat arus ii. 800 Amper	v. Kuat arus x. 825 Amper	v. Kuat arus x. 850 Amper	i. Kuat arus xi. 875 Amper	i. arus ii. Amp
xiii.	-60	iv. 5,4	xv. 6,6	vi. 7,2	vii. 6	iii.
xix.	-40	x. 13,2	xi. 15,3	ii. 12,6	iii. 9,6	v.
xxv.	-20	vi. 31,8	ii. 37,8	iii. 18	x. 36,6	xx.
xxxi.	0	ii. 63,6	iii. 60	iv. 84	xv. 72	vi.
xxxvii.	26	i. 138,6	x. 136,8	xl. 138	i. 143,4	ii.
xliii.	60	iv. 180	v. 184,8	i. 189,6	i. 190,8	ii.

x.

Tabel 8. Nilai ketangguhan rata-rata daerah las

Hasil uji ketangguhan impak pada daerah las terlihat bahwa variasi suhu pengujian sangat mempengaruhi nilai ketangguhan dari sambungan las. Dari pengujian ditunjukkan bahwa semakin rendah suhu pengujian maka nilai ketangguhan dari sambungan las semakin rendah, dan semakin tinggi suhu pengujian maka semakin besar nilai ketangguhan sambungan las. Pada pengujian terendah kuat arus tidak mempengaruhi ketangguhan suatu pengelasan karena pada grafik terihat kecil sekali perubahannya



Ganbar 12. Grafik ketangguhan impak Daerah Las

Yang dimaksud suhu transisi adalah suhu dimana terjadi perubahan sifat ketangguhan pada logam dari getas menjadi ulet. Pada kondisi dibawah suhu transisi logam mempunyai sifat getas sedangkan suhu diatas suhu transisi logam mempunyai sifat ulet. Semakin kecil suhu transisi maka ketangguhan logam semakin baik. Suhu transisi pada logam daerah pengelasan dengan menggunakan kuat arus 800 dan 875 Amper mempunyai range 0 ºC sampai dengan 26 ºC sedangkan pada pengelasan dengan kuat arus 825, 850 dan 900 Amper terjadi pada range suhu -20 ºC sampai dengan 0 ºC

Dari tabel diatas menunjukkan bahwa nilai pengujian impak logam las pada suhu -50 ºC bernilai 7 Joule kecuali pada kuat arus 875 yang memiliki ketangguhan dibawah 7 Joule, sedangkan pada suhu pengujian 0 ºC dari semua perlakuan menunjukkan nilai dibawah 100 Joule. Dari data tersebut diatas dapat diartikan bahwa pengelasan ini sesuai untuk sambungan konstruksi karena memiliki ketangguhan yang disyaratkan yaitu 7 Joule pada suhu -50 ºC.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari beberapa hasil penelitian dan pembahasan yang dibuat dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Peningkatan kuat arus dari 800 Amper sampai 900 Amper, meningkatkan jumlah prosentase ferit acicular
2. Ketanguhan tertinggi berada pada daerah pengelasan dengan pengunaan kuat arus 900 Amper dan semakin turun penggunaan kuat arus nilai ketangguhannya turun..
3. Peningkatan prosentase ferit acikular dapat meningkatkan ketangguhan sambungan pipa spiral.

DAFTAR PUSTAKA

Abson, D.J., dan Pargeter, R.J., 1986, ***Factors Influencing As-Deposited Strength, Microstructure, and Toughness of Manual Metal Arc Welds Suitable for C--Mn Steel Fabrications***, International Metals Reviews, 1986, Volume 31, pp 141-189

ASM Handbook Comitte, 1986, ***Metal Handbook***, Volume 9 Edisi 9, ***Fractography and Atlas of Fractography***, American Society for Metals International, New York.

ASM Handbook Comitte, 1986, ***Metal Handbook***, Volume 9 Edisi 9, ***Welding and Brazing***, American Society for Metals International, New York.

Bhadeshia, H.K.D.H., dan Svensson, L., 1991, ***Modelling the Evolution of Microstucture in Steel Weld Metal***, IIW DOC II-A-846-1991

Cary, H.B., 1994, ***Modern Welding Technology***, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Dallam, C.B., Liu, S., dan olson, D.L., 1985, ***Flux Composition Dependence of Microstructure and Tougness of Submerged Arc HSLA Weldments***, Welding Journal 64, pp. 140-151

Dieter, G.E., 1987, ***Metalurgi Mekanik***, Edisi 3, Penerbit Erlangga Jakarta.

Dowling, J.M., Corbertt, J.M., dan Kerr, H.W., 1986, ***Inclusion Phases and the Nucleation of Acicular Ferite in Submerged Arc Welds in High Strength Low Alloy Steels***, Metallurgical Transactions , Volume 17A, pp. 1611-1621

Easterling, K. E., 1993, ***Introduction to the Phisical Metallurgy of Welding***, Sutterworths, pp. 115 -123

Fatahamubina, A., 2003, ***Analisa Terhadap Penurunan Nilai Ketangguhan Pada Proses Pengelasan SAW pada Pipa Baja API 5LX-65***, Temu Ilmiah, ITB, Hal 1-22.

Fleck, N.A., Grong, O., Edward, G.R., dan Matlock, D.A., 1986, ***The Role of Filler Metal Wire and Flux Composition in SAW Metal Transformation Kinetics***, Welding Journal, Vol 65 (5), pp 113-120.

Garland, J.G., dan Kirwood, P.R, 1975, ***Metal Construction***, May, pp 275-283.

Grong, O., dan Kluken, A.O., 1993, ***SEM Based Automatic Image Analysis of Non-MetallicInclusion in Steel Weld Metals***, Journal of Materials Science and Technology, Volume 4, pp 649-653.

Grong, O., dan Matlock, D.K., 1986, ***Microstructural Development in Mild and Low Alloy Steel Weld Metals***, International Metal Review, Vol 31 (1) pp 27-48.

Gunaraj, V, and Murugan, N., 2002, "Prediction ***of Heat-Affected Zone Characteristics in Submerged Arc Welding of Structural Steel Pipes***" Welding Journal, pp 94-S – 910 S

Harrison, P.L, dan Farrar, R.A., 1981, ***Influence of Oxigen-rich Inclusions on the ã a Phase Transformation in High Strength Low Alloy (HSLA) Steel Weld Metals***, Journal of Material Science, 16, pp 2218-2226.

Iscor Ltd, 2000, ***Hot Rolled Strip for Line Pipe***, PO Box 2, Vanderbijlpark.

Jang, J., dan Indachoea, J.E., 1987, ***Inclusion Effect on Submerged Arc Weld Microstructure***, Journal of Material Science, 22, pp 689-700

Johnson, M.Q., Evans, G.M and Edwards, G.R., 1985, ***The Influences of Addition and Interpass Temperatur on the Microstructures and Mechanical Properties of High Strength SMA Weld***

Metals, ISIJ International vol 35 No. 10, pp 1222-1231.

Liu. S., 1992, ***Metallography of HSLA Steel Weldments Engineering Materials***, volume 69 dan 70, pp 1-20.

Liu, S., dan Olson, D.L., 1986, ***The Role of Inclusions in Controlling HSLA Steel Weld Microstructure***, Welding Journal, Vol 65 (6) pp 139-149.

Messler, Robert, W., 1999, ***Principles of Welding Processes, Physics, Chemistry, & Metallurgy***, John Wiley & Sons, New York.

Suharno, Ilman, M.N., dan Jamasri., 2004, ***Pengaruh Masukan Panas pada Pengelasan Busur Terendam Terhadap Ketangguhan dan Suhu Transisi Baja SM 490***, Prosiding, ISBN: 979-98888-0-8, pp.hal. 36-42.

Thewlis,G., 1992, ***Factors Affecting Weld Metal Properties in Arc Welding***, British Steel Corporation

Wiryosumarto, H. dan Okumura, T., 2000, ***Teknologi Pengelasan Logam***, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Nilai Ketangguhan dan Bentuk Struktur Mikro dari Perubahan Kuat Arus Pengelasan Pipa Spiral

ORIGINALITY REPORT

18%	14%	7%	7%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

1%

★ jmme.um.ac.ir

Internet Source

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		