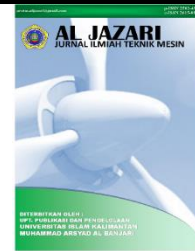




# Al Jazari Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Journal homepage:  
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/index>  
 p-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867



## Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Kecepatan Pengelasan *Submerged Arc Welding* (Saw) Pada Baja Aisi 1526. Terhadap Kekerasan Serta Uji Statistiknya

Wajilan <sup>a\*</sup>, Suwarto <sup>b</sup>, Agus Hariyanto <sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup>Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Samarinda

<sup>a</sup> jielun\_smd@yahoo.com, <sup>b</sup> suwartopoltek78@gmail.com, <sup>c</sup> hariyantoagus95@yahoo.co.id

### Info Artikel

Riwayat Artikel:  
 Diterima: 3 Maret 2024  
 Diterima dalam bentuk revisi: 9 September 2024  
 Diteima/publis: 5 Nopember 2024

### Abstrak

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua logam dimana logam menjadi satu akibat adanya panas dengan atau tanpa tekanan. Las SAW merupakan bentuk pengelasan yang banyak digunakan untuk fabrikasi. Luasnya pemakaian las SAW disebabkan karena pengelasan dapat dilakukan secara otomatis dan memiliki keandalan yang tinggi. Ketangguhan las dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya masukan panas, kuat arus, filler, fluks, dan kecepatan pengelasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan kecepatan pengelasan pada proses las busur rendam terhadap kekerasan. Percobaan dilakukan menggunakan bahan baja AISI 1526 dengan variasi kuat arus DC yaitu 300 Ampere, 350 Ampere, 400 Ampere, dan 450 Ampere dengan kecepatan pengelasan 1 mm/detik, 2 mm/detik, 3 mm/detik dan Tegangan 35 volt. Pengujian diawali dengan menguji daerah las kemudian daerah HAZ. Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Kuat arus dan kecepatan pengelasan mempengaruhi kekerasan baik di daerah HAZ maupun di daerah Kampuh las dengan bentuk polynomial, sedangkan kuat arus yang sesuai adalah 350 A dan kecepatan pengelasan 2 mm/detik.

### Kata Kunci:

Besar arus pengelasan, kecepatan pengelasan, kekuatan tarik, struktur mikro

### Abstract

*Welding is a process of joining two metals where the metals become one due to heat with or without pressure. SAW welding is a form of welding that is widely used for fabrication. The widespread use of SAW welding is because welding can be done automatically and has high reliability. Weld toughness is influenced by many factors including heat input, current strength, filler, flux, and welding speed. This research aims to determine the effect of current strength and welding speed in the submerged arc welding process on hardness. Experiments were carried out using AISI 1526 steel with variations in DC current strength, namely 300 Ampere, 350 Ampere, 400 Ampere, and 450 Ampere with welding speeds of 1 mm/second, 2 mm/second, 3 mm/second and a voltage of 35 volts. Testing begins by testing the weld area then the HAZ area. From the research carried out it can be concluded that the current strength and welding speed influence hardness both in the HAZ area and in the Welding Village area in a polynomial shape, while the appropriate current strength is 350 A and the welding speed is 2 mm/sec*

<http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v9i2.14677>

@UNISKA 2024. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Jurnal Al Jazari is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

### PENDAHULUAN

Teknik pengelasan yang banyak dipakai untuk penyambungan pada kontruksi baja maupun perbaikan komponen mesin adalah las busur rendam/submerged arc welding(SAW). Pada las busur rendam, logam cair ditutup dengan fluks yang diatur melalui penampang, fluks dan logam pengisi yang berupa kawat pejal

diumpankan secara terus menerus ( Wiryosumarto dan Okumura, 2000).

Pengelasan SAW dapat dilakukan secara otomatis sehingga memudahkan pekerjaan. Dalam *rebuild* ada banyak faktor yang harus diperhatikan, terutama kekerasan dari proses rebuild harus mendekati kekerasan suku cadang yang baru, dengan harapan

daya tahan suku cadang *rebuild* tidak jauh dari suku cadang asli. Penggunaan kuat arus dan kecepatan pengelasan sangat mempengaruhi kekerasan hasil pengelasan,.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui kekerasan hasil pengelasan akibat variasi besaran kuat arus 300A, 350A, 400A, 450A dan kecepatan pengelasan yaitu 1 mm/detik, 2 mm/detik, 3 mm/detik, dan mengetahui kuat arus kecepatan pengelasan yang sesuai.

## TINJAUAN PUSTAKA

### **Submerged Arc Welding (SAW)**

Merupakan proses pengelasan otomatis dimana busur listrik dan logam cair tertutup oleh lapisan serbuk fluks, sedangkan kawat pengisi diumpukan secara kontinyu. Karena panas yang hilang dalam bentuk radiasi sangat kecil maka efisiensi perpindahan panas dari elektroda ke logam las sangat tinggi yaitu sekitar 90 % (Wiryo sumarto dan Okumura, 1981)

### **Fluks**

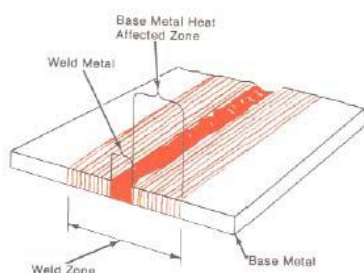
Fungsi dari Fluks adalah sebagai sumber terak untuk melindungi logam cair dari udara sekitarnya, menjaga busur listrik agar tetap stabil, menghasilkan gas pelindung, mengurangi percikan api dan uap pada pengelasan, dan sebagai sumber dari unsur padatan. Basicity Index ( BI ) atau indeks kebasaaan digunakan untuk menentukan derajat keasaman atau kebasaaan suatu fluks. Menurut IIW (International Institute of Welding), BI dapat dibedakan menjadi 4 jenis yaitu :bersifat asam jika  $BI < 1$ , bersifat netral untuk  $1 < BI < 1,5$ , bersifat semi basa untuk  $1,5 < BI < 2,5$  dan bersifat basa jika  $BI > 2,5$

### **Masukan Panas ( Heat Input )**

Masukan panas adalah besarnya energi panas tiap satuan panjang las ketika sumber panas bergerak. Masukan panas (H), Messler,1999 menyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$H = P/v = EI/v \dots \dots \dots 1$$

Heat input juga mempengaruhi bentuk penampang lintang las, meliputi besarnya permukaan logam induk yang mencair, permukaan bahan pengisi dan HAZ. Pada penggunaan heat input yang semakin tinggi akan meningkatkan prosentase ferit acicular, upper bainit, dan ferit widmanstatten (Bhole and Billingham, 1983).



Gambar 1. Distribusi panas pada pengelasan (Handbook, 1979)

## Daerah Las-lasan

Daerah las-lasan terdiri dari tiga bagian yaitu: daerah logam las, daerah pengaruh panas atau heat affected zone disingkat menjadi HAZ dan logam induk yang tak terpengaruhi panas

### **Daerah logam las**

Daerah logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Komposisi logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda. Karena logam las dalam proses pengelasan ini mencair kemudian membeku, maka kemungkinan besar terjadi pemisahan komponen yang menyebabkan terjadinya struktur yang tidak homogen, ketidakhomogennya struktur akan menimbulkan struktur ferit kasar dan bainit atas yang menurunkan ketangguhan logam las. Struktur mikro di logam las dicirikan dengan adanya struktur berbutir panjang (columnar grains). Struktur ini berawal dari logam induk dan tumbuh ke arah tengah daerah logam las (Sonawan, 2004).

### **Heat affected zone (HAZ)**

Daerah pengaruh panas atau heat affected zone (HAZ) adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan las. Secara visual daerah yang dekat dengan garis lebur las maka susunan struktur logamnya semakin kasar

### **Kecepatan Pengelasan**

Kecepatan pengelasan tergantung dari jenis elektrode, diameter inti elektrode, jenis material, geometri sambungan, toleransi, dll. Kecepatan pengelasan hampir tidak ada hubungannya dengan tegangan busur las tetapi berbanding lurus dengan besarnya arus las. Oleh sebab itu jika diperlukan pengelasan dengan kecepatan cukup tinggi maka diperlukan arus yang besar pula. Bila tegangan dan arus tetap sedangkan kecepatan pengelasan ditingkatkan

## BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

### **Bahan penelitian**



Gambar 1 Spesimen Uji

Baja yang mengandung karbon sebagai unsur paduan utamanya disebut baja karbon. Mereka memiliki 0,4% silikon dan 1,2% mangan. Mereka juga mengandung sejumlah kecil kromium, molibdenum, nikel, aluminium, dan tembaga. Kotoran seperti fosfor dan belerang ditemukan dalam baja ini

### **Alat penelitian**

### **Mesin Las SMAW**

Mesin ini digunakan untuk penyambungan dua buah plat yang akan di las dan spesifikasi mesin las bisa di lihat pada tabel di bawah ini.



Gambar 2 Mesin las SAW

### Mesin uji Kekerasan

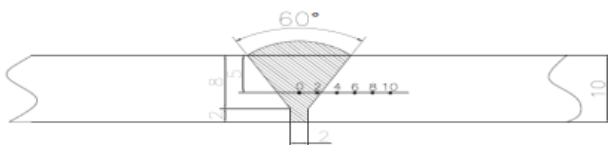
Pengujian kekerasan daerah hasil las-lasan menggunakan alat uji kekerasan jenis digital (Gambar di bawah) yang dimiliki Laboratorium PT United Tractors Samarinda. Besarnya nilai kekerasan dapat dilihat pada angka penunjuk pada mesin. Mesin uji kekerasan yang digunakan untuk penelitian adalah type digital dengan Merk AQUOTIP buatan Switserlan.



Gambar 3 Mesin uji kekerasan EQUOTIP

### Pengujian Kekerasan (Hardness Test)

Uji distribusi kekerasan dilaksanakan pada daerah las, daerah pengaruh panas atau *Heat Affected Zone (HAZ)* dan daerah logam induk. Gambaran posisi titik distribusi pengujian kekerasan ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 4 Posisi jarak titik uji distribusi kekerasan

## METODE PENELITIAN

### Prosedur Pelaksanaan Percobaan

#### Tahapan Satu

1. Pemasangan idler track shoe pada dudukannya



2. Proses Pengelasan Benda
  - a. Mempersiapkan mesin las SAW.

- b. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan
- c. Mempersiapkan elektroda, dalam penelitian ini dipilih elektroda jenis Lincore 96 S dengan diameter elektroda 3,2 mm.
- d. Menyetel Ampermeter kuat arus elektroda, Ampermeter diatur pada angka 300A Selanjutnya mulai dilakukan pengelasan untuk spesimen secara bergantian.
- e. Proses selanjutnya sama dengan nomor a/s/d tetapi arusnya ditingkatkan menjadi 350A, 400A, dan 450A.

#### 3. Pengujian Kekerasan

#### 4. Analisa Data

Setelah data diperoleh selanjutnya adalah menganalisa data dengan cara mengolah data yang sudah terkumpul. Data dari hasil pengujian dimasukkan kedalam persamaan-persamaan yang ada sehingga diperoleh data yang bersifat kuantitatif, yaitu data yang berupa angka-angka. Teknik analisa data pengaruh arus pengelasan terhadap kekerasan sambungan las SAW dengan elektroda Lincore 96 S berupa perbandingan prosentase dan rata-rata antara data-data yang mengalami variasi arus pengelasan. Untuk tahap-tahap analisa data dilakukan sebagai berikut :

- a. Tahap I: Proses pengelasan dengan variasi arus 300A, 350A, 400A, 450A serta kecepatan pengelasan 1mm/detik, 2mm/detik, 3mm/detik.
- b. Tahap II : Pengolahan data hasil uji yang dibuat dalam bentuk tabel dan grafik, sehingga lebih mudah untuk menganalisa dan menyimpulkannya. Langkah-langkah diatas dari tahap I sampai II akan mempermudah proses penelitian dan lebih sistematis.

#### Tahapan Dua

1. Proses pengambilan Data

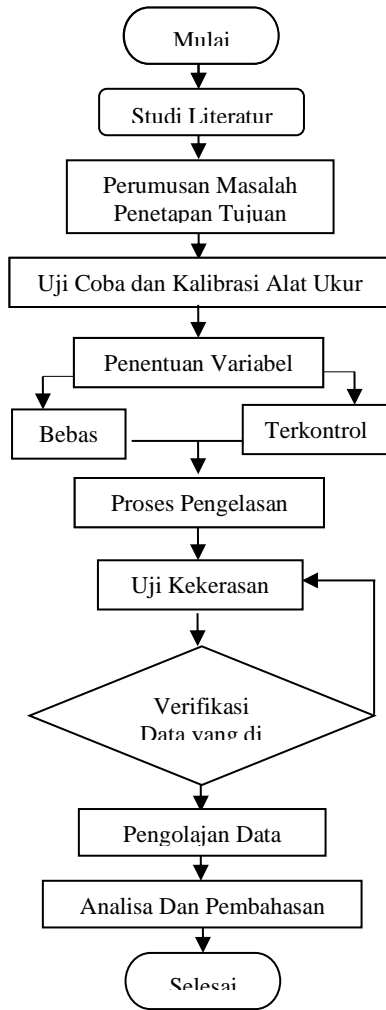
Data yang di analisa adalah pengaruh variasi kecepatan pengelasan dan kuat arus Keseluruhan eksperimen memerlukan 12 kombinasi dan pengulangan sebanyak 3 kali, maka akan terdapat 36 data hasil percobaan yang diperoleh.

2. Menyimpulkan hasil eksperimen yang telah di lakukan.

#### Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data menggunakan teknik deskriptif berdasarkan hasil eksperimen, sedangkan metode analisis regresi linear dengan bantuan software Ms.Office (Excel) di gunakan untuk menganalisa data dengan menampilkan grafik untuk mengetahui hubungan dan perbedaan antara nilai kekerasan yang di variasikan dengan kecepatan pengelasan dan kuat arus

**Diagram Alir**



Gambar 4 Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian**

Spesimen pengelasan dilakukan uji kekerasan di daerah kampuh las dan daerah Heating Area Zone (HAZ) dengan menggunakan Rockwel Hardness Tester Digital. Data penelitian kekerasan di daerah las ditunjukkan table1.

Tabel 1. Kekerasan di daerah kampuh las

Arus (Ampere)	Kecepatan Pengelasan (mm/s)		
	1	2	3
300	50.2	48.8	48.4
300	50.2	48.8	48.4
300	50.2	49	48.6
350	50.6	49.5	48.6
350	50.4	49.5	48.6
350	50.9	49.5	48.8
400	51.1	49.6	48.8
400	51.2	49.6	48.8
400	51.2	49.7	49
450	51.8	49.9	49.1

450	51.9	49.9	49.2
450	51.6	49.9	49.2

Tabel 2. Kekerasan di daerah HAZ

Arus (A)	Kecepatan pengelasan (mm/s)		
	1	2	3
300	28.6	30	30.5
300	28.4	30.1	30.8
300	28.5	30.2	30.9
350	28.5	30.5	31.9
350	28.5	30.6	32
350	28.6	30.6	32.1
400	28.6	30.8	33.2
400	28.7	30.8	33.2
400	28.7	30.8	33.4
450	28.8	30.9	33.8
450	28.9	31	33.9
450	29	32	33.9

Uji statistik dengan menggunakan software excel

Tabel 3. Analisa Varian kekerasan di Kampuh Las

Sumber Varian	JK	db	Kuadrat tengah	F hitung	P-value	F tabel
Kuat arus	3.203	3	1.068	11.974	0.000	3.009
kecepatan las	28.962	2	14.481	162.405	0.000	3.403
interaksi	1.618	6	0.270	3.024	0.024	2.508
galat	2.14	24	0.089			
Total	35.92	35				

Dari tabel .3. diperoleh bahwa F hitung > F tabel artinya semua perlakuan mempengaruhi kekerasan di daerah kampuh las. Artinya kuat arus dan kecepatan pengelasan mempengaruhi kekerasan di daerah kampuh las dengan keyakinan 95%.

Dari tabel 2. dilakukan uji statistik dengan menggunakan software excel diperoleh tabel 4 seperti di bawah ini

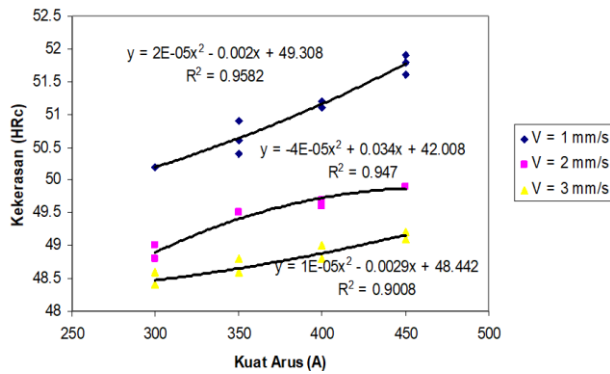
Tabel 4. Analisa Varian kekerasan di daerah HAZ

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Kuat Arus	37.416	3	12.472	4.561	0.0115	3.008
Kecepatan pengelasan	132.15	2	66.07	24.16	1.78E-06	3.402
interaksi	10.589	6	1.764	0.645	0.693189	2.508
Galat	65.626	24	2.734			
Total	245.78	35				

Dari tabel 4. diperoleh bahwa F hitung > F tabel artinya semua perlakuan mempengaruhi kekerasan di HAZ. Kuat arus dan kecepatan pengelasan mempengaruhi kekerasan di daerah HAZ dengan keyakinan 95 %.

**Pembahasan**

**Hubungan kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan di daerah kampuh las**



Gambar 5 Grafik Hubungan kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan di daerah kampuh las

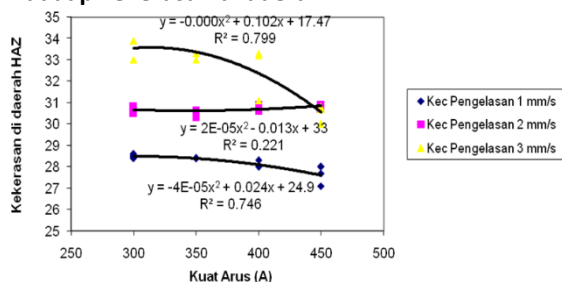
Gambar 5 menjelaskan hubungan antara kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan di daerah kampuh las. Semakin besar kuat arus maka kekerasannya semakin meningkat karena butirannya kecil sebaliknya semakin besar kecepatan pengelasan kekerasan di daerah kampuh las semakin menurun. Hal ini dikarenakan butirannya semakin besar

Bentuk hubungan kuat arus terhadap kekerasan di daerah kampuh las adalah polynomial dengan ditunjukkannya nilai (Regresi) R<sup>2</sup> yang besar. Hal ini berarti hipotesa H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima artinya kekerasan di daerah kampuh las dipengaruhi kuat arus dan kecepatan pengelasan.

Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa dari rata-rata kekerasan yang diperoleh untuk Daerah Kampuh Las, untuk faktor Kuat Arus, terdapat kenaikan rata-rata kekerasan untuk setiap kenaikan Kuat Arus yang digunakan. Sedangkan, untuk faktor Kecepatan Pengelasan, tampak bahwa terdapat penurunan rata-rata kekerasan untuk setiap kenaikan Kecepatan Pengelasan yang digunakan.

Untuk faktor Kuat Arus, dapat dilihat bahwa semakin besar Arus yang digunakan, maka akan semakin meningkat kekerasan yang diperoleh. Tampak bahwa kenaikan kekerasan cukup jelas terlihat untuk setiap kenaikan Kuat Arus

#### Hubungan kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan di daerah HAZ



Gambar 6 Grafik Hubungan kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan di daerah HAZ

Gambar 6. menjelaskan hubungan antara kuat arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekerasan di daerah

HAZ. Semakin besar kuat arus maka kekerasannya cenderung menurun sebaliknya semakin besar kecepatan pengelasan kekerasan di daerah HAZ semakin naik.

Bentuk hubungan kuat arus terhadap kekerasan di daerah HAZ adalah polynomial dengan ditunjukkannya nilai (Regresi) R<sup>2</sup> yang besar. Hal ini berarti hipotesa H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima artinya kekerasan di daerah HAZ dipengaruhi kuat arus dan kecepatan pengelasan.

Dapat dilihat juga bahwa dari rata-rata kekerasan yang diperoleh untuk daerah HAZ, untuk faktor kuat arus, terdapat penurunan rata-rata kekerasan untuk setiap kenaikan kuat arus yang digunakan. Sedangkan, untuk faktor kecepatan pengelasan, tampak bahwa terdapat peningkatan rata-rata kekerasan untuk setiap kenaikan kecepatan pengelasan yang digunakan.

Untuk faktor kuat Arus, dapat dilihat bahwa semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin meurun kekerasan yang diperoleh. Tampak bahwa rata-rata cenderung stabil untuk kenaikan arus dari 300 A sampai dengan 400 A. Namun, saat kuat Arus ditingkatkan menjadi 450 A, tampak penurunan yang signifikan pada kekerasan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan penurunan kekerasan untuk setiap kenaikan kuat Arus

#### KESIMPULAN

Kuat arus dan kecepatan pengelasan mempengaruhi kekerasan baik di daerah HAZ maupun di daerah Kampuh las dengan bentuk polynomial, sedangkan kuat arus yang sesuai adalah 350 A dan kecepatan pengelasan 2mm/detik.

#### REFERENSI

- Abson, D.J., dan Pargeter, R.J., 1986, *Factors Influencing As-Deposited Strength, Microstructure, and Toughness of Manual Metal Arc38*
- 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.
- Atmaja, L.S., (1999). *Manajemen Keuangan*. Edisi Revisi. Penerbit Andi Yogyakarta.
- Bhadeshia, H.K.D.H., dan Svensson, L., 1991, *Modelling the Evolution of Microstructure 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 Toughness of Submerged Arc HSLA Weldments*, *Welding Journal* 64, pp. 140-151
- 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 Physical Metallurgy of Welding*, Sutterworths, pp. 115 - 123
- 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.
- 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  $\gamma$  a Phase Transformation in High Strength Low Alloy (HSLA) Steel Weld Metals*, Journal of Material Science, 16, pp 2218-2226.
- 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.