

# PENGARUH KUAT ARUS DAN KECEPATAN PENGELASAN SMAW SISTEM SLIDING ADAPTIVE TWO AXIS TERHADAP HASIL PENGELASAN BAJA KARBON RENDAH

Ivan Fadillah Putra<sup>[1]</sup>, Yohanes<sup>[2]</sup>, Anita Susilawati<sup>[3]</sup>

Laboratorium Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

<sup>[1]</sup>ivan.fadillah@student.unri.ac.id, <sup>[2]</sup>yohanes@lecturer.unri.ac.id, <sup>[3]</sup>anitasusilawati@yahoo.com

## Abstract

*Low carbon steel can be welded with all types of welds. One of the welding techniques is SMAW (Shielded Metal Arc Welding), which has its own advantages, under which the large current can be varied as the heat source used, easy to use in different welding positions and penetration and width of melting electrodes can be adjusted. This study uses an SMAW welding machine with a sliding adaptive two-axis system that varies the current strength and welding speed according to the characteristics of the weld, by visual observation, tensile strength and microstructure on the weld. The parameters were varied from the strength of the 90 A, 100 A and 120 A currents and the welding speed controlled by the Arduino Uno with the rotation of the stepper motor as a driver. The material used a low-carbon steel, using V camp with a vertical angle of 60°. The results of the study show that the highest tensile strength of 505.31 Mpa and the lowest value of 224.20 Mpa. The micro-weld structure was determined by many factors, including heat input, current, welding speed and cooling speed. In this study, the HAZ area has a larger grain structure than the base metal and the weld metal.*

**keywords** Current, Welding Speed, SMAW, Sliding Adaptive Two.

## 1. Pendahuluan

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambah dan menghasilkan sambungan yang kontinu. Pengelasan yang paling banyak digunakan adalah pengelasan SMAW (shielded metal arc welding). Dalam pengelasan ini logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang digunakan berupa kawat yang dibungkus pelindung berupa fluks. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kampuh las (Sonawan, H. dan Rochim, S. 2004).

Pemilihan parameter las yang tepat akan menentukan kualitas hasil las. Salah satu parameter las adalah arus pengelasan. Arus pengelasan yang tinggi menyebabkan elektroda akan cepat meleleh, sehingga juru las cenderung mempercepat kecepatan pengelasan. Saat arus pengelasan rendah menyebabkan elektroda sulit meleleh, sehingga juru las cenderung memperlambat kecepatan pengelasan (Broto, Sukendro S. dan Suparjo 2013).

Kecepatan pengelasan sendiri adalah laju dari elektroda pada waktu proses pengelasan. Kecepatan maksimum mengelas sangat bergantung pada ketrampilan juru las (welder), posisi, jenis elektroda dan bentuk sambungan.

Pada proses pengelasan SMAW variabel yang menentukan kualitas hasil pengelasan terdapat pada pemilihan bahan tambah yang sesuai, pemilihan

arus yang digunakan pada mesin harus disesuaikan agar pelelehan bahan tambah (elektroda) menjadi sempurna, serta posisi dan *welding speed* (kecepatan pengelasan) yang harus tepat. Pemilihan *variable-variable* tersebut tergantung pada keahlian (*skill*) dari operator yang melaksanakannya, sehingga penetapan *variable* tersebut sering berubah-ubah terutama dalam hal pemilihan arus dan kecepatan pengelasan (*welding speed*) yang harus tepat. Maka dari itu untuk mendapatkan kekonstanan dari kecepatan dan posisi pengelasan mengalami kesulitan. Berbeda halnya dengan proses pengelasan yang dilakukan menggunakan mesin las SMAW dengan *sistem sliding adaptive two axis* untuk menggantikan *welder* sehingga parameter kecepatan dan posisi pengelasan bisa didapatkan secara tetap (konstan) sistem *sliding adaptive two axis* ini adalah pengembangan dari *sistem sliding adaptive vertical* yang di buat oleh Suwanda, W. dan Yohanes (2018). Dilakukan pengujian oleh Yohanes dan M. A. Harahap. (2018) tentang pengaruh kuat arus dan kecepatan pengelasan dengan menggunakan *sistem sliding adaptive vertical*. Dan dilakukan juga pengujian tentang variasi sudut dan kecepatan pengelasan dengan menggunakan *sistem sliding adaptive vertical* oleh Yohanes dan A. M. Sianipar (2018).

Di samping parameter posisi dan kecepatan pengelasan yang dilakukan oleh operator dan yang terdapat pada mesin las SMAW yang mempengaruhi kualitas las adalah arus yang digunakan. Oleh karena itu perlu satu penelitian dan kajian korelasi antara besar arus dan kecepatan pengelasan untuk mendapatkan suatu kualitas pengelasan SMAW yang baik.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan kecepatan pengelasan dari mesin las SMAW dengan *system sliding adaptive two Axis* terhadap sifat mekanis menggunakan uji tarik dan pengujian struktur mikro untuk mengetahui perbedaan struktur butir antara *base metal*, HAZ dan *weld metal* menggunakan mikroskop optik.

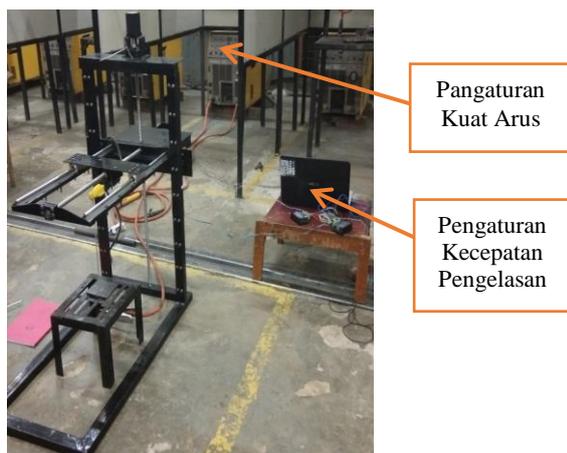
Dan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mempermudah *welder* dalam hal memilih kuat arus yang sesuai dan menentukan kecepatan (welding speed) pada saat melakukan pengelasan.

## 2. Metodologi

Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

### 2.1 Prinsip Kerja Mesin Las SMAW Sistem Sliding Adaptive Two Axis

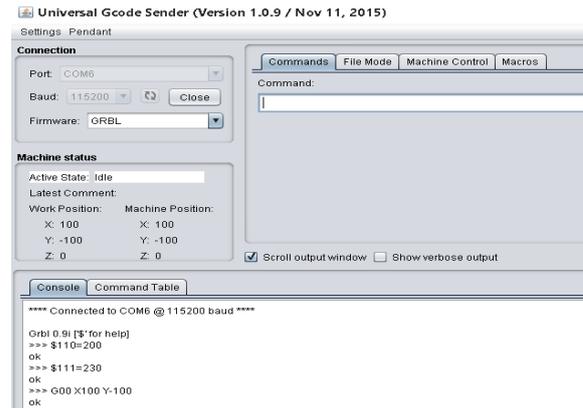
Pada *sliding adaptive two axis* ini mempunyai sumbu verikal dan sumbu harizontal dimana prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggunakan bahasa pemrograman dari sistem *control arduino* tersebut. Dimana input yang dimasukan pada aplikasi *software* menggunakan laptop atau sejenisnya akan dibaca dan diterjemahkan oleh arduino sehingga arduino akan mengirimkan sinyal kepada *driver* agar menjalankan perintah yang diberikan untuk menggerakkan motor sesuai arahnya. Perintah-perintah yang diberikan ke driver akan disambungkan ke penggerak berupa motor, penggerak yang akan melaksanakan kerja yang diberikan untuk memutar poros ulir sehingga akan terjadi pergerakan baik sumbu X,dan Y. Dibuat oleh tim *sliding adaptive two axis* seperti ditunjukkan pada gambar 1.



(a)



(b)



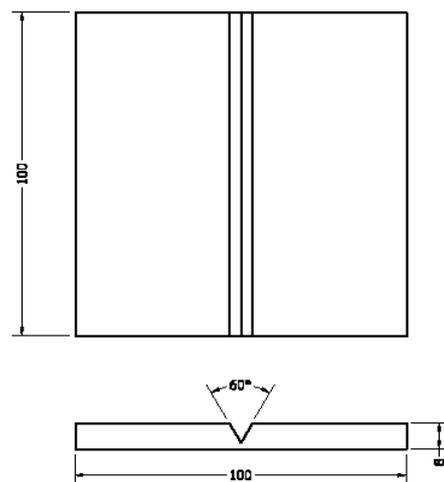
(c)

Gambar 1 (a)Sliding Adaptive Two Axis (b)Pangaturan Kuat Arus (c)Pengaturan Kecepatan Pengelasan

### 2.2 Pembuatan Spesimen

Menurut Wiryosumarto, H. (2000) baja karbon terdiri dari besi dan karbon. Karbon merupakan unsur penguat besi yang efektif dan murah. Oleh karena itu, pada umumnya sebagian besar baja hanya mengandung karbon dengan sedikit unsur paduan lainnya. Perbedaan persentase kandungan karbon dalam campuran logam baja menjadi salah satu pengklasifikasian baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi ke dalam tiga macam, yaitu baja karbon rendah (Low Carbon Steel), baja karbon menengah (Medium Carbon Steel) dan baja karbon tinggi (High Carbon Steel).

Spesifikasi spesimen yang digunakan dalam eksperimen ini adalah plat baja karbon rendah dengan ukuran seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Spesimen Uji Pengelasan

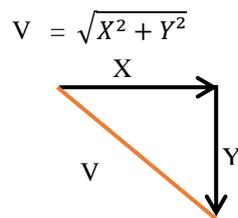
### 2.3 Pengambilan Data

Pada penelitian ini metode pengambilan data dilakukan secara eksperimental pada mesin las SMAW dengan sistem *sliding adaptive two axis*. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan kuat arus dan kecepatan penegelasan (welding speed)

dengan sudut elektroda 70° dan elektroda yang digunakan OK 46.00 E6013. Untuk setiap huruf dan angka pada elektroda memiliki masing-masing makna :

- E = Elektroda untuk pengelasan busur listrik
- 60 = nilai tegangan yang dikalikan 1000 Psi.
- 1 = posisi pengelasan, 1 berarti dapat digunakan untuk pengelasan semua posisi.
- 3 = elektroda dengan penetrasi material dangkal

Adapun dalam penelitian ini Kecepatan Pengelasan Aktual dapat di cari dengan menggunakan rumus yang disajikan pada gambar 3.



Keterangan :

V = Kecepatan Pengelasan (mm/min)

X = Sumbu Horizontal (mm/min)

Y = Sumbu Vertical (mm/min)

Gambar 3 Sumbu Pergerakan

Tabel 1 menunjukkan proses pengambilan data dengan memvariasikan arus dan kecepatan pengelasan seperti yang ditunjukkan dalam tabel 1.

Tabel 1 Pengambilan Data

Spesimen	Arus (A)	Kecepatan Pada Program (mm/menit)	Waktu (detik)	Kecepatan Pengelasan Aktual (mm/detik)
1	90	X 200	32.93	5,079
		Y 230		
2	90	X 210	29.12	5,315
		Y 240		
3	90	X 230	26.94	5,785
		Y 260		
4	100	X 200	31.72	5,079
		Y 230		
5	100	X 210	28.97	5,315
		Y 240		
6	100	X 230	26.84	5,785
		Y 260		
7	120	X 200	31.45	5,079
		Y 230		
8	120	X 210	28.91	5,315
		Y 240		
9	120	X 230	26.06	5,785
		Y 260		

### 3. Hasil

Hasil dari penelitian ini berupa hasil pengujian dari uji visual (visual test), *liquid penetrant* (penetrant test), pengujian tarik dan metalografi, yang berdasarkan hasil dari variasi arus dan kecepatan pengelasan (welding speed).

### 3.1 Hasil Pengujian Visual

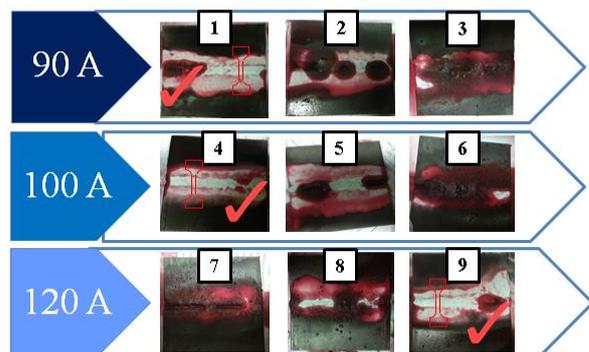
Dari hasil pengukuran lebar pengelasan di dapat nilai tertinggi sebesar 13,3 mm terjadi pada spesimen dengan variasi arus 120 A dan kecepatan pengelasan 5,315 mm/s dan lebar pengelasan dengan nilai terendah sebesar 9,7 mm terjadi pada spesimen dengan variasi arus 100 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s dan variasi arus 120 A dan kecepatan pengelasan 5,785 mm/s. Dalam penelitian ini diameter elektroda yang digunakan adalah 3,2 mm. Berdasarkan tinjauan pustaka, seperti yang di ungkapkan oleh Wiryosumarto, H. 2000. Bahwa kecepatan yang sesuai adalah bila menghasilkan deposit las baik, dengan tinggi maksimal sama dengan diameter elektroda dan lebar tiga kali diameter elektroda. Sehingga lebar pengelasan pada penelitian ini sebesar 3 x 3,2 mm = 9,6 mm. Dari Tabel 2 spesimen yang mendekati lebar lasan yaitu pada spesimen dengan variasi arus 100 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s dan variasi arus 120 A dan kecepatan pengelasan 5,785 mm/s seperti yang ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Visual

Spesimen	Arus A	Tegangan Busur V	Sudut °	Lebar pengelasan				Welding Speed mm/s
				1	2	3	Rata-rata (mm)	
1	90	22	70	9	9	12	10	5,079
2				9	11	12	10,7	5,315
3				11	12	13	12	5,785
4	100	22		9	10	10	9,7	5,079
5				10	12	12	11,3	5,315
6				11	13	14	12,7	5,785
7	120	22		8	11	11	10	5,079
8				11	14	15	13,3	5,315
9				9	11	9	9,7	5,785

### 3.2 Hasil Pengujian Liquid Penetrant

Uji *liquid penetrant* merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*). Uji *liquid penetrant* ini dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan halus pada permukaan seperti retak, berlubang pada permukaan hasil pengelasan seperti ditunjukan pada gambar 4.



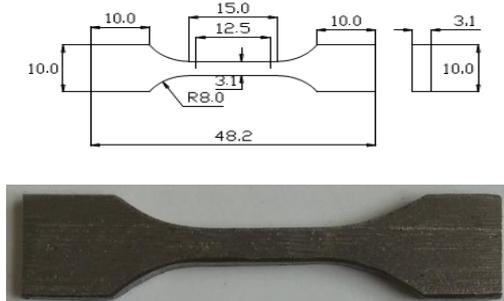
Gambar 4 Hasil Uji Penetrant

Pengujian *liquid penetrant* dilakukan terhadap sembilan spesimen yang telah dilas, kemudian dilakukan pembersihan permukaan spesimen menggunakan *cleaner* hingga pemberian *developer*. Setelah mendapatkan hasil dari pengeujian *penetrant*, kemudian dilakukan analisa hasil. Warna merah pada permukaan spesimen merupakan cairan penetran yang berarti menunjukkan adanya cacat pengelasan. Selain dari warna merah pada permukaan spesimen, penilaian juga dilakukan berdasarkan kriteria literatur yang ada yaitu berdasarkan bentuk alur pengelasan yang baik. Dari hasil tersebut yaitu dapat dilihat pada Gambar 4 bahwa setiap spesimen memiliki cacat. Dari sembilan spesimen tersebut akan dipilih tiga spesimen yang memiliki cacat terendah yang akan dilakukan pengujian berikutnya yaitu pengujian tarik. Ketiga spesimen tersebut adalah spesimen 1, 4, dan 9.

### 3.3 Hasil Pengujian Tarik

Pada penelitian ini dilakukan proses pengelasan baja karbon yang sama yaitu baja karbon rendah (*mild steel*), proses pengelasan dilakukan dengan bervariasi arus yaitu 90 A, 100 A dan 120 A, dan kecepatan pengelasan.

Untuk pengujian tarik daerah las menggunakan spesimen standar JIS Z 2201 No.7 seperti ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5 Spesimen Uji Tarik Mengacu Standar JIS Z 2201 No 7

Tujuan dari pengujian tarik ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan tarik pada daerah las hasil pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) dengan *system sliding adaptive vertical* pada baja karbon rendah. Tabel 3 memperlihatkan hasil pengujian tarik pada daerah las seperti yang ditunjukkan dalam tabel 3.

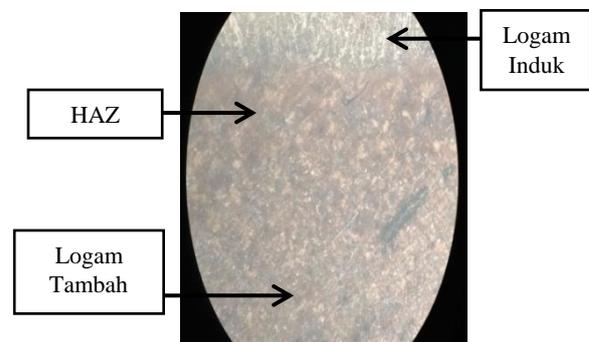
Tabel 3 Hasil Pengujian Tarik

Spesimen	kuat arus A	Welding Speed (mm/s)	Max. Force (N)	0.2% Y.S (N/mm <sup>2</sup> )	Yield Strenth (N/mm <sup>2</sup> )	Tensile Strenth (MPa)	Elongation (%)
1	90	5,079	2663,5	90,74	224,05	224,20	40,01
4	100	5,079	6003,0	318,86	318,86	505,31	40,01
9	120	5,785	5297,3	316,87	316,87	445,15	40,01

Dari Tabel 3 dapat dilihat nilai kekuatan tarik tertinggi terjadi pada spesimen 4 sebesar 505,31 MPa. Dan nilai terendah terjadi pada spesimen 1 sebesar 224,20 MPa. Dengan hasil tersebut, spesimen 4 yang memiliki kuat arus sebesar 100 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s merupakan spesimen yang memiliki kekuatan tarik tertinggi dibandingkan spesimen 1, spesimen 9 dan spesimen tanpa pengelasan (*Low Carbon Steel*). Spesimen 9 yang memiliki kuat arus sebesar 120 A dan kecepatan 5,785 mm/s juga merupakan spesimen yang memiliki nilai kekuatan tarik lebih tinggi dibandingkan spesimen 1. Sedangkan spesimen 1 yang memiliki kekuatan tarik terendah dibandingkan spesimen lainnya, disebabkan oleh adanya cacat pada bagian sambungan las yang mengakibatkan kekuatan tarik pada spesimen tersebut mengalami penurunan kekuatan dibandingkan kekuatan material tanpa pengelasan (*Low Carbon Steel*).

### 3.4 Hasil Pengujian Metalografi

Pengamatan struktur mikro pada spesimen di daerah logam las (*Weld Metal*), daerah terpengaruh panas HAZ (*Heat Affected Zone*), dan logam induk (*Base Metal*). Struktur mikro pengelasan ditentukan oleh banyak faktor diantaranya masukan panas, kuat arus, *filer* dan *fluks*, kecepatan pengelasan, dan laju pendinginan seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Hasil Pengujian Metalografi

Dari Gambar 6 merupakan hasil pengujian metalografi pada spesimen dengan variasi kuat arus 100 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s. Dapat dilihat perbandingan dimensi struktur butir, dimana pada daerah HAZ memiliki struktur butir yang lebih besar dibandingkan *base metal* dan *weld metal*. Struktur butir pada *weld metal* lebih kecil dibandingkan base metal. Berdasarkan analisa tersebut, dapat di simpulkan material *weld metal* lebih kuat dibandingkan dengan material *base metal*.

## 4. Pembahasan

Setelah dilakukannya proses pengembangan pada sistem *sliding adaptive two axis* yang awalnya adalah sistem *sliding adaptive vertical* yang dibuat oleh windodo dkk 2018. Dan perlu satu penelitian tentang kajian korelasi antara besar arus dan

kecepatan pengelasan SMAW terhadap hasil pengelasan baja karbon rendah.

Dalam penelitian ini spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah dengan ukuran 100 mm x 100 mm dan tebal 8 mm menggunakan kampuh V dengan sudut kampuh 60° dan elektroda yang digunakan OK 46.00 E6013 jumlah spesimen yang divariasikan sebanyak 9 spesimen.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan arus 90 A, 100 A dan 120 A terhadap kecepatan pengelasan 5,079 mm/s. Pengujian yang sama akan dilakukan pula terhadap kecepatan pengelasan 5,315 mm/s, dan 5,785 mm/s.

Adapun pengujian yang dilakukan terhadap hasil pengelasan baja karbon rendah adalah pengujian visual, pengujian *liquid penetrant*, pengujian tarik dan pengujian metalografi.

## 5. Simpulan

Pengujian *liquid penetrant* dilakukan terhadap 9 spesimen, dimana 3 diantaranya memiliki cacat las paling sedikit, yaitu pada spesimen dengan kuat arus 90 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s, spesimen dengan variasi kuat arus 100 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s dan kuat arus 120 A dan kecepatan pengelasan 5,785 mm/s. Lalu ketiga spesimen tersebut dilakukan pengujian tarik. Dan didapat nilai kekuatan tarik tertinggi adalah sebesar 505,31 Mpa. Nilai mengalami kenaikan terhadap baja karbon rendah tanpa pengelasan. Dalam hal ini kekuatan tarik setelah pengelasan lebih baik dibandingkan kekuatan material tanpa pengelasan.

Kemudian pengujian metalografi pada spesimen dengan variasi kuat arus 100 A dan kecepatan pengelasan 5,079 mm/s. Struktur mikro logam las pada daerah HAZ pada spesimen ini memiliki struktur butir yang lebih besar dibandingkan *weld metal* dan *base metal*. Struktur butir pada *weld metal* lebih kecil dibandingkan *base metal*.

## Daftar Pustaka

- Broto, Sukendro S. dan Suparjo 2013. Analisis Pengaruh Tebal dan Arus Terhadap Distorsi Arah Transversal Pada Hasil Las. *Jurnal IPTEK*. 17(2):141
- Sonawan, H. dan Rochim, S. 2004. *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Alfabeta, Bandung.
- Suwanda, W. dan Yohanes 2018. Pengembangan Sistem *Sliding Adaptive Vertical* Pada Proses Pengelasan Smaw Posisi 1g/1f. *Jurnal Online Mahasiswa FT UNRI*. 5
- Yohanes dan A. M. Sianipar 2018. Experimental effect of angle variation and speed welding filler using vertical adaptive sliding system in

smaw welding *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*. 58

Yohanes dan M. A. Harahap. 2018. Effects of Electrode Velocity Variations and Selection of Electric Current Against Quality Welding Results Mild Steel on SMAW Welding. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*. 57: 13

Wirjosumarto, H. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*, Edisi 8 Erlangga, Jakarta