

PENGEMBANGAN SISTEM *SLIDING ADAPTIVE VERTICAL* PADA PROSES PENGELASAN SMAW POSISI 1G/1F

Windodo Suwanda¹ dan Yohanes²

Laboratorium Teknologi Produksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

Email : windodo.suwanda@gmail.com, yohanes_tmesin@yahoo.com

Abstract

This study aims to develop a dynamometer to develop a sliding adaptive vertical engine on SMAW welding with 1G / 1F position. Development of sliding adaptive vertical machine includes design, manufacture, testing of sliding adaptive vertical machine, and testing of welding results with tensile test and penetrant test. The parameters used in this study were using V and fillets, 80 - 90 volts, rotary speed of 44 - 60 rpm stepper motor and 60° - 65° electrode angle. Specimen A angle 60° - 65° current 90 rounds 57 rpm has a tensile strength of 349.91 MPa, whereas specimen B with angle 60° - 65°, current 100 and round 60 rpm has a tensile strength of 304.52 MPa. For the test results using the penetrant showed the specimen C is better than the specimen D.

Keywords : *Welding, Tensile Strength, Sliding Adaptive Vertical, SMAW.*

1. Pendahuluan

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontiniu. Salah satu proses pengelasan yang sering digunakan adalah pengelasan SMAW, karena dengan cara ini dapat menghasilkan sambungan yang kuat dan juga mudah untuk digunakan (Suratman, R, Sonawan Hery. 2004).

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 kecepatan pengelasan (*welding speed*) yang harus tepat. Pemilihan variabel-variabel tersebut tergantung pada keahlian (*skill*) dari operator yang melaksanakannya, sehingga penetapan variabel tersebut sering berubah-ubah terutama dalam hal pemilihan arus dan kecepatan pengelasan.

Dalam proses pengelasan Untuk mendapatkan kualitas pengelasan SMAW yang optimal tentunya dibutuhkan operator yang memiliki sertifikasi pengelasan, akan tetapi keterampilan yang dimiliki oleh operator sangat berbeda-beda, dapat dilihat dari posisi ketepatan cara mengelas operator selalu tidak sama, maka dari itu untuk mendapatkan kekonstanan dari kecepatan dan posisi pengelasan mengalami kesulitan. Akan tetapi sangat berbeda jika proses pengelasan yang dilakukan

menggunakan mesin las SMAW otomatis untuk membantu operator las sehingga parameter kecepatan dan posisi pengelasan bisa didapatkan secara konstan (tetap).

Selain parameter kecepatan dan ketepatan posisi pengelasan, operator langsung bersentuhan dengan mesin las dan benda kerja, sehingga riskan terjadinya resiko kecelakaan. Di dalam kondisi seperti ini akibatnya yang terjadi pada operator adalah panas yang diterima dari mesin las dan benda kerja sampai pada temperatur leleh logam ($\pm 1.300^{\circ}C$), sedangkan resiko proses pengelasan lainnya adalah asap yang timbul dari proses pengelasan tersebut yang akan menimbulkan efek pada pernapasan operator las (Wiryosumarto, H., 2000).

W. Cheng-Yu, Pi-Cheng Tung, dan Chyun-Chau Fuh, (2010) telah melakukan penelitian sistem pengelasan otomatis menggunakan mode kontrol lintasan adaptif (*adaptive sliding mode control*) untuk mendapatkan kualitas hasil las yang baik serta mengurangi biaya tenaga operator yang bersertifikasi pengelasan. Berdasarkan pemaparan di atas perlu dilakukan aplikasi dari sistem pengelasan otomatis menggunakan mode kontrol lintasan adaptif ke dalam pengembangan sistem *sliding adaptive vertical* untuk mendapatkan parameter-parameter pengelasan dengan melakukan pembuatan sistem mekanisnya.

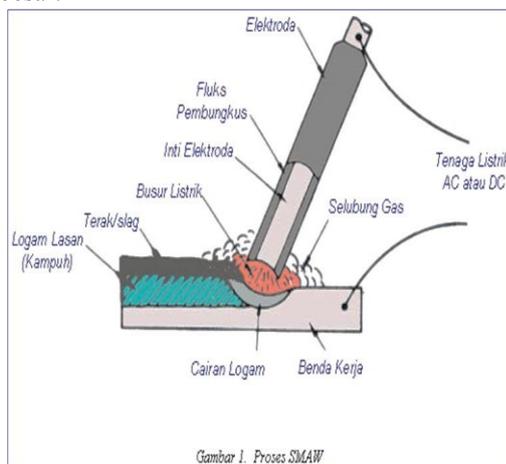
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Mendapatkan pengembangan sistem *sliding adaptive vertical* pada pengelasan SMAW.

- 2) Mengaplikasikan mesin *sliding adaptive vertical* pada posisi 1G/1F.
- 3) Mendapatkan parameter pengelasan yang konstan.
- 4) Mendapatkan identifikasi kualitas hasil pengelasan.

Proses pengelasan (*welding*) adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan pemanasnya hingga temperatur yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi dan menghasilkan sambungan yang kontiniu.

Logam induk dalam pengelasan ini 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* seperti pada Gambar 1. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama dengan logam induk dan membeku bersama menjadi bagian kumpuh las. Proses pemindahan logam elektroda terjadi pada saat ujung elektroda mencair dan membentuk butir-butir yang terbawa arus busur listrik yang terjadi. Bila digunakan arus listrik besar maka butiran logam cair yang terbawa menjadi halus dan sebaliknya bila arus kecil maka butirannya menjadi besar.



Gambar 1. Las Elektroda Terbungkus (Wiryosumarto, H. 2000)

Pola pemindahan logam cair sangat mempengaruhi sifat mampu las dari logam. Logam mempunyai sifat mampu las yang tinggi bila pemindahan terjadi dengan butiran yang halus. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecilnya arus dan komposisi dari bahan *fluks* yang digunakan. Bahan *fluks* yang digunakan untuk membungkus elektroda selama pengelasan mencair dan membentuk terak yang menutupi logam cair

yang terkumpul di tempat sambungan dan bekerja sebagai penghalang oksidasi (Santoso, J. 2006).

2 Metodologi

Metode dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang digunakan sebagai berikut :

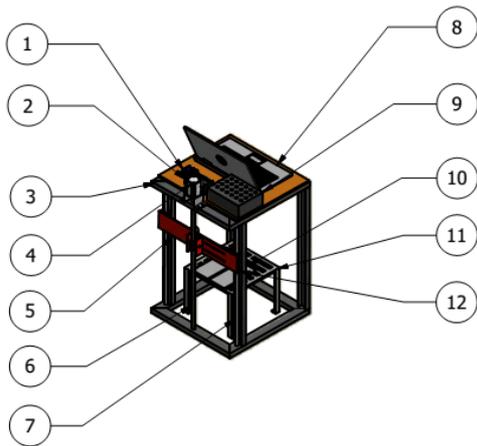
2.1 Prinsip Kerja Mesin Las SMAW Otomatis Menggunakan Sistem *Sliding Adaptive* Vertikal

Pengelasan dengan menggunakan Mesin Las SMAW Otomatis Menggunakan Sistem *Sliding Adaptive* Vertikal ini tergolong lebih mudah dan lebih stabil pergerakannya dibandingkan dengan proses pengelasan secara manual, dimana prinsip kerja dari Mesin Las SMAW Otomatis Menggunakan Sistem *Sliding Adaptive* Vertikal ini yaitu, pada saat komputer dan sistem kontrol diaktifkan, maka motor terhubung dengan sistem. Dan ketika operator menekan tombol arah bawah pada *keyboard* maka motor akan memutar poros searah jarum jam yang membuat stang las (*torch*) bergerak vertikal kearah bawah, sementara elektroda yang telah terhubung dengan stang las (*torch*) akan melakukan proses pengelasan ketika ujung elektroda menyentuh sisi spesimen, dan arah pengelasan akan mengikuti pergerakan dari stang las (*torch*), semakin stang las (*torch*) bergerak kearah bawah maka arah pengelasan semakin mendekati stang las (*torch*). seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Mesin Las SMAW Sliding Adaptive Vertikal

Proses pengelasan berakhir ketika elektroda telah melakukan pengelasan sepanjang spesimen, kemudian operator menaikkan stang las (*torch*) pada posisi semula dengan menekan tombol arah atas pada *keyboard*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Keterangan:

1. Arduino, 2. Driver, 3. Rangka, 4. Motor Servo,
5. Tool Holder, 6. Ulir, 7. Sliding Guide, 8. Laptop,
9. Adapter, 10. Spesimen, 11. Kedudukan Spesimen, 12. Sliding Bearing

Gambar 3. Komponen Mesin Las SMAW Sliding Adaptive Vertical

Pada pengembangan mesin *sliding adaptive vertical* motor penggerak yang digunakan adalah motor *stepper*.

2.2 Pengujian

Pengujian untuk mengetahui kekuatan dan cacat yang terjadi pada sambungan logam hasil pengelasan yang dapat dilakukan dengan pengujian merusak dan pengujian tidak merusak. Pengujian merusak dapat dilakukan dengan uji mekanik untuk mengetahui kekuatan sambungan hasil pengelasan, yang salah satunya dapat dilakukan dengan uji tarik yang telah distandarisasikan. Pengujian tidak merusak dapat dilakukan hanya dengan visual, ataupun dengan beberapa metode lainnya. Adapun metode pengujian merusak dan pengujian tak merusak untuk logam hasil pengelasan sebagai berikut:

A) Penetrant Testing (pengujian dengan penetran)

Uji menggunakan penetrant merupakan pengujian yang cocok digunakan untuk pengujian keretakan dan porositas. Diskontinuitas harus betul-betul dibersihkan dan harus terbuka permukaannya. Pengujian dengan penetrant biasanya mempunyai 4 tahap :

- 1) pembersihan awal,
- 2) pemberian *penetrant*,
- 3) pembersihan *penetrant*,
- 4) pemberian *developer*.

Keuntungan : murah dan cepat

Batasan : Diskontinuitas harus betul-betul bersih dan mempunyai permukaan yang terbuka,

untuk diskontuitas di bagian dalam yang tidak terbuka tidak bisa dilaksanakan (Jokosisworo, S.)

B) Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok *raw materials*. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

1) Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A_o}$$

Keterangan :

σ = Tegangan tarik dalam kg/mm^2

F = Beban maximum pada waktu pengujian dalam kg

A_o = Luas penampang awal dalam mm^2

2) Regangan

$$\varepsilon = \frac{(l - l_o)}{l_o} \times 100\%$$

Keterangan :

ε = Regangan dalam %

Δl = Perpanjangan dalam mm

l_o = Panjang awal dalam mm

3) Perkecilan luas penampang (A_r)

$$A_r = \frac{(A_o - A_f)}{A_o} \times 100\%$$

Keterangan:

A_r = Perkecilan luas penampang dalam %

A_f = Luas penampang saat patah dalam mm

A_o = Luas penampang awal dalam mm

4) Modulus elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan :

E = Modulus elastisitas dalam kg/mm^2

σ = Kekuatan tarik dalam kg/mm^2

ε = Regangan dalam %

3. Hasil

Hasil dari penelitian ini berupa hasil pengujian dari *visual test* (uji visual), *liquid penetrant* (*penetrant test*), pengujian tarik, yang berdasarkan hasil dari variasi arus dan kecepatan pengelasan pada posisi 1G dan 1F.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan arus 80 A, 90 A dan 100 A serta sudut elektroda 60° terhadap kecepatan 0,33 cm/s, 0,42 cm/s dan

0,45 cm/s. Pengujian tarik dilakukan menggunakan *computer servo control material testing machine*.

Kualits hasil pengelasan dipengaruhi oleh energi panas yang berarti dipengaruhi juga oleh arus las, tegangan dan kecepatan pengelasan. Hubungan antara ketiga parameter itu menghasilkan energi pengelasan yang dikenal dengan *heat input* (masukan panas) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

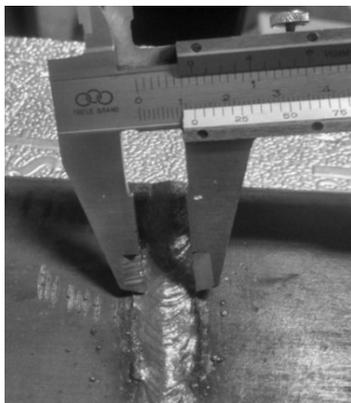
Tabel 1. *Heat Input*

No	Specimen		Arus listrik (I)	Tegangan busur Elektroda	Putaran motor stepper	Kecepatan pengelasan	Efisiensi	Head input
			A	V	rpm	mm/s	%	J/mm
1	Kampuh V	A	90	26	56	4.2	0.8	445.71
		B	100	26	60	4.5	0.8	462.22
2	Fillet	C	80	26	44	3.3	0.8	445.71
		D	90	26	56	4.2	0.8	504.24

Dari Tabel 1, dapat dilihat nilai *heat input* tertinggi pada spesimen D dan nilai terendah terjadi pada spesimen A dan C. nilai *heat input* dipengaruhi oleh kuat arus dan kecepatan pengelasan (*welding speed*). Jika menginginkan masukan panas yang tinggi maka parameter yang dapat diatur yaitu arus las diperbesar atau kecepatan las diperlambat. Besar kecilnya arus las pada penelitian ini dapat diatur pada mesin las. Tegangan las umumnya tidak dapat diatur secara langsung pada mesin las, tetapi pengaruhnya telah ditentukan dari spesifikasi elektroda yang digunakan.

3.1 Uji Visual

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui lebar hasil pengelasan dan cacat yang terjadi pada spesimen. Pada penelitian ini pengukuran lebar pengelasan menggunakan jangka sorong (dapat dilihat pada Gambar 4). Hasil yang didapat ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 4. Pengukuran Lebar Pengelasan

3.2 Cacat pengelasan

Cacat pengelasan dapat dilihat pada Gambar 5, dari hasil pengelasan yang terjadi terdapat cacat pengelasan yaitu *undercut*. Cacat ini disebabkan adanya pengaturan kuat arus yang tinggi, sehingga mengakibatkan pengerukan pada dinding *bevel* spesimen.



Gambar 5. Cacat las pada pengelasan

Selain itu, pengaturan arus yang tinggi mengakibatkan juga dengan adanya cacat *over stepper* yaitu cacat yang percikan las nya terlalu banyak, sehingga permukaan spesimen uji terlihat tidak bagus. Cacat ini disebabkan dari busur las yang tidak teratur atau bisa disebut juga jarak busur las yang tinggi. Pergerakan elektroda berpengaruh juga dengan adanya cacat las, yaitu rigi las atau kaki-kaki las yang tidak rata dari awal pengelasan hingga elektroda habis

3.3 Penetrant Test

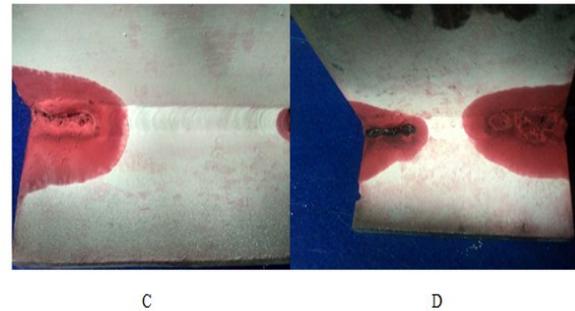
Uji *liquid penetrant* merupakan salah satu metoda pengujian jenis NDT (*Non-Destructive Test*). Uji *liquid penetrant* ini dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan halus pada permukaan seperti retak, berlubang pada permukaan hasil pengelasan. Dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Spesimen Sebelum Pengujian Liquid Penetran

Pengujian *liquid penetran* dilakukan terhadap sambungan *fillet* yang telah dilas, kemudian

dilakukan pembersihan permukaan spesimen menggunakan *cleaner* hingga pemberian *developer*. Setelah mendapatkan hasil dari pengujian *penetrant*, kemudian dilakukan analisa hasil. Warna merah merupakan cairan *penetrant* yang berarti menunjukkan adanya cacat pengelasan. Dari hasil tersebut, (dapat dilihat pada Gambar 7) bahwa setiap spesimen memiliki cacat, akan tetapi spesimen C memiliki hasil yang lebih baik dari spesimen D.



Gambar 7. Spesimen Sesudah Pengujian liquid Penetran

Tabel 2. Hasil Hasil Pengukuran Lebar Kaki Las

No	Spesimen	Sudut (Θ)°	Arus (A)	Kecepatan Putaran Motor Stepper (rpm)	Lebar Pengelasan			
					1	2	3	Rata-rata (mm)
1	A	60 - 65	90	56	13.00	12.45	13.00	12.81
2	B	60 - 65	100	60	14.00	13.40	13.40	13.60
3	C	60 - 65	80	44	0.00	8.60	8.60	8.60
4	D	60 - 65	90	56	0.00	11.20	0.00	11.20

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 dan 100 A serta sudut elektroda 60° dan kecepatan pengelasan 0,42 cm/s dan 0,45 cm/s.

Untuk pengujian tarik daerah las menggunakan spesimen standar ASTM E8/EM8 karena bentuk spesimen yang sedemikian rupa, maka patah yang terjadi dipastikan berada didaerah las seperti yang (ditunjukkan pada Gambar 8). Tujuan dari pengujian tarik ini adalah untuk mengetahui performa mesin *sliding adaptive vertikal* dengan bervariasi arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan tarik pada daerah Hasil pengelasan SMAW (*Shielded Meatal Arc Welding*) menggunakan *system sliding adaptive verical* pada

baja karbon rendah. Hasil kekuatan tarik dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 8. Spesimen Hasil Uji Tarik

Dari Tabel 3, dapat dilihat nilai kekuatan tarik yang terjadi pada spesimen A sebesar 349,91 MPa. Jika dibandingkan dengan spesimen B yang memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 304,52, maka nilai kekuatan tarik spesimen A lebih tinggi dibandingkan spesimen B. Dengan hasil tersebut, spesimen A memiliki kuat arus sebesar 90A dan kecepatan motor *steper* 56 rpm dengan sudut elektroda 60°. Sedangkan spesimen B memiliki kuat arus 100A dengan kecepatan motor *steper* 60 rpm dengan sudut elektroda 60°. Oleh sebab itu, nilai kekuatan tarik spesimen B lebih rendah dibandingkan spesimen A, disebabkan kuat arus yang lebih tinggi mengakibatkan adanya cacat pada bagian sambungan las yang mempengaruhi kekuatan tarik menjadi lebih rendah dibandingkan kekuatan tarik pada spesimen A.

Dengan demikian, setelah dilakukannya analisa pengujian tarik, diketahui bahwa kuat arus mempengaruhi kekuatan tarik maksimum dari hasil pengelasan.

Tabel 3. Hasil kekuatan tarik

Spesimen	Area (mm ²)	Max. Force (N)	0.2% Y.S (N/mm ²)	Yield Strength (N/mm ²)	Tensile Strength	Elongation
A	94.938	33219.3	349.740	349.74	349.91	54.43
B	89.250	2717.0	304.515	304.52	304.52	54.43

4 Simpulan

Penelitian yang dilakukan secara ekperimental dengan melakukan pengembangan sistem *sliding adaptive vertical* pada pengelasan SMAW, dan mengaplikasikan pada posisi 1G/1F dengan memvariasikan kuat arus pengelasan dan *welding speed* terhadap material *mild steel* dengan jumlah variasi 4 spesimen. 2 spesimen kemudian dilakukan pengujian visual, pengujian *liquid peenetrant*, dan 2 spesimen lainnya dilakukan pengujian tarik. Hasil dari pengujian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Secara pengujian visual dari 4 spesimen didapatkan hasil lebar pengelasan, yaitu pada Kampuh V, spesimen A memiliki rata-rata lebar pengelasan sebesar 12,81 mm, dan spesimen B sebesar 13,60 mm. Pada sambungan *fillet* didapatkan pada spesimen C sebesar 8,60 mm, dan spesimen D sebesar 11,20 mm.
2. Pengujian *liquid penetrant* dilakukan pada flat 1f dimana spesimen C memiliki cacat las paling sedikit dibandingkan spesimen D.

3. Spesimen A memiliki kekuatan tertinggi sebesar 349,91 MPa, dibandingkan spesimen B 304,52 MPa.

5. Saran

Adapun saran yang diberikan dari penelitian ini adalah Sebaiknya dalam proses pengelasan perlu diperhatikan kecepatan pengelasan dan penentuan arus, hal ini harus sesuai dengan kecepatan pakan elektroda. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengembangan kembali pada sistem *sliding adaptive vertical* dengan menambahkan pergerakan elektroda, agar dapat dilakukannya pengelasan pada sambungan *fillet* dengan posisi 2F.

6. Daftar pustaka

- Duniawan, A. 2015. Pengaruh Gerak Elektroda dan Posisi Pengelasan Terhadap Uji Kekerasan dari Hasil Las Baja SSC 41. *Jurnal teknologi*. 8 (2):128-134
- G. Anggaretno, Imam Rochani dan Heri Supomo. 2012. Analisa Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 dengan Media Korosi FeCl₃. *Jurnal teknik ITS*. 1 (1): 2301-9271
- Jenney, C. L., O'Brien, A., 2001 *Welding Science and Technology*, Edisi 9 American Welding Society, Miami
- Kurniawan, I. 2012. Pemilihan dan Perawatan Bantalan pada Mesin Uji Tarik Kecil. *Tesis*. Program Studi Teknik Mesin Depok.
- Santoso, J. 2006. Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektroda. *Tesis*. Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
- Suratman. R, Sonawan Hery. 2004. *Pengantar untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Alfabeta, Bandung
- W.Cheng-Yu, Pi-Cheng Tung, dan Chyun-Chau Fuh. 2010. Development of an Automatic Arc Welding System Using an Adaptive Sliding Mode Control. *J Intell Manuf*. 21:355-362
- Wirjosumarto, H., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Edisi 8 Erlangga, Jakarta