

# PENGARUH PENAMBAHAN GAS O<sub>2</sub> PADA PENGELASAN CO<sub>2</sub> DENGAN MENGGUNAKAN ELEKTRODA INTI FLUKS DAN SOLID TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN VISUAL BASE METAL ST42 MARINE PLAT

Ari Wibawa

Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP

## ABSTRACT

*Weld CO<sub>2</sub> is processing electric arc welding where gas carbondioksida or CO<sub>2</sub> as component of metal fluid canopy where at welder process there will be liquefaction of metal, in order not to invite oxidation process, what causes the happening of porosity at weldment metal. Where porosity will reduce strength to draw the metal. At welder process surely happened liquefaction process of metal. Liquefaction of the metal because hot influence where temperature dissociation energy of diatomic used by electric current and oksidator attachment, to get strong weld joint is by enough temperature to liquefy metal which will be jointed, where increasingly temperature would increasingly in and the metal wide melts. If happened addition of gas O<sub>2</sub> at welder process hence adding oxidation process meaning to increasingly temperature. In consequence is applied welding flux core electrode to lessen porosity generated by temperature.*

*Purpose of this research to know strength value draws, bending and visual from result of weld welder CO<sub>2</sub> with addition of gas O<sub>2</sub> counted 0%, 5%, 10% at steel ST42 joint I plate Thick 10 mm Marine Plate with welding flux core electrode and Solid. Method used in this research is experiment method, that is experimental method directly to object. In this case steel ST42 joint I Thick plate 10 mm 24 piece weld by using gas CO<sub>2</sub>. To get research data is applied observation method by using testing machine draws and bending and test EDSA. Data which collected then is analysed the correlation.*

*Result of research shows existence of strength difference to draw and bending and penetration depth between additions of gas O<sub>2</sub> counted 0%, 5% and 10% with welding flux core electrode and Solid. Based on result of research suggested in doing welder konstruksi steel ST42 with Thick 10 mm joint I at weld process CO<sub>2</sub> majoring strength to draw suggested to applies welding flux core electrode with current 230 A, while majoring strength of compress is suggested to applies electrode solid, that strength draws and compress and penetration either from result of maximum weldment.*

Keyword : arc welding CO<sub>2</sub>, tensile strength

## PENDAHULUAN

### ▪ Latar Belakang

Pengelasan merupakan bagian tidak terpisahkan dari pertumbuhan industri, karena memegang peranan penting dalam rekayasa dan produksi logam. Hampir tidak mungkin tanpa melibatkan pengelasan dalam industri modern dan peran pengelasan dari tahun ke tahun semakin meningkat. Sebagai contoh, dalam industri sarana transportasi, industri perkapalan, industri kereta api, industri mobil dan motor dan industri konstruksi lainnya, semua itu membutuhkan sambungan logam berkualitas tinggi.

Telah diketahui bahwa teknik penyambungan dikenal sejak zaman pra-sejarah, misalnya pembrasingan logam paduan emas-tembaga dan pematrian

paduan timah-timbal yang sumber energi panasnya didapat dari pembakaran kayu atau arang. Setelah energi listrik dapat digunakan sebagai teknologi pengelasan, sumber energi ini menjadi suatu teknik penyambungan yang mutakhir.

Pada tahun 1885 Benardes menggunakan elektroda yang terbuat dari batang karbon atau grafit, tahun 1889 Zerner mengembangkan pengelasan busur yang baru dengan menggunakan busur listrik yang dihasilkan oleh dua batang karbon, tahun 1892 Slavianoff orang pertama yang menggunakan kawat logam elektroda yang ikut mencair karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik. Tahun 1901 las Oksi-asetilen mulai digunakan oleh Fouche dan Piccard, tahun 1926 Lungumir menemukan las hidrogen atom, tahun 1950 ditemukan cara las baru antara

lain las tekan dingin, las listrik terak, las busur dengan pelindung CO<sub>2</sub>, las gesek, las ultrasonik, las sinar elektron, las busur plasma, las laser, dan masih banyak lainnya.

Belum semua cara pengelasan yang ditemukan digunakan dalam praktek pada waktu ini, sebagian masih memerlukan perbaikan yang mungkin dalam waktu yang dekat ini akan menjadi lebih bermanfaat dan dapat menjadi sumbangan yang berharga dalam kemajuan teknologi las.

#### ▪ **Perumusan Masalah**

Pada penelitian ini perumusan masalah yang diperoleh adalah proses pengelasan yang dilakukan menggunakan mesin las MIG (*Metal Inner Gas*) dengan adanya penambahan gas O<sub>2</sub> sebanyak 0%, 5%, dan 10% pada pengelasan yang menggunakan elektroda *Fluxcored* “ER70” dan elektroda padat (*solid*).

#### ▪ **Pembatasan Masalah**

Dalam pembatasan masalah berkenaan dengan hal – hal berikut:

1. Prosedur yang dilakukan sebelum proses pengelasan dilakukan sesuai standart JIS Z 2201 (*Japanese Industrial standart*).
2. Penggunaan material: ST42 *Marine Plate Grade A*.
3. Asumsi: pengaruh media pendingin dan arus diabaikan, welder yang sama, suhu ruangan diabaikan.
4. Membandingkan perbedaan yang didapat dari hasil uji kekuatan tarik, tekan pengelasan dan visualisasinya.

#### ▪ **Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Membandingkan pengelasan CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> elektroda inti fluks dengan CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> elektroda solid pada proses MIG.
2. Membandingkan kekuatan tarik dan tekan serta visualisasi yang dihasilkan dari pengelasan elektroda inti fluks dan elektroda solid.

### **METODE PENELITIAN**

Metodologi penelitian merupakan cara yang ditempuh untuk mencapai tujuan

penelitian. Keberhasilan penelitian tergantung dari metode yang digunakan.

Agar kegiatan penelitian berhasil dengan baik, maka diperlukan suatu metode atau teknik yang ilmiah yang terancang dan dapat dipertanggungjawabkan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu kegiatan percobaan secara langsung untuk melihat hasil yang memberikan perlakuan terhadap obyek, dalam hal ini adalah baja ST42 *marine plate* tebal 10 mm sebanyak 24 *pieces* yang dilas diujung-ujungnya dengan las busur CO<sub>2</sub> dengan menggunakan elektroda inti fluks dan elektroda solid.

#### **1. Persiapan eksperimen**

Dalam pelaksanaan eksperimen dalam bangku kerja harus dirancang sedemikian rupa sehingga dalam pelaksanaannya data yang diambil akurat dan dapat menekan kemungkinan dari kesalahan.

Untuk itu perlu persiapan yang matang sebelum pelaksanaan antara lain :

- a. Alat yang digunakan :
  1. Pesawat las (merk CIGWELD TRANSMIG 330)
  2. Las potong
  3. Ragum / penjepit
  4. Gerinda tangan
  5. Kikir persegi
  6. Amperemeter
- b. Peralatan keselamatan kerja
  1. Apron
  2. Werpak
  3. Sarung tangan
  4. Tang las
  5. Topeng
  6. Sepatu las
  7. Masker
- c. Bahan
  1. Jenis bahan yang digunakan sebagai media pengelasan adalah baja plat ST 42 tebal 10 mm dengan ukuran 300 x 150 mm
  2. Elektroda yang digunakan adalah jenis ER70 dan solid dengan diameter 1,2. Elektroda ER 70 S 6 mempunyai komposisi 0,01 - 0,015% C, 0,80 - 1,15% Si, 1,40 - 1,85%

Mn, 0,025 P, dan 0,035% S.  
Kekuatan tarik  $\geq 50,6 \text{ kg/mm}^2$ .

3. 1 botol gas CO<sub>2</sub> dan 1 botol gas O<sub>2</sub>.

## 2. Pelaksanaan eksperimen

Pelaksanaan eksperimen ini hanya berlaku pada eksperimen yang dilakukan oleh peneliti dengan alat yang telah disediakan. Adapun pelaksanaan eksperimen ini sebagai berikut :

- a. Potong plat yang mempunyai ukuran 300 x 150 mm sebanyak 3 buah
- b. Tandai masing-masing dengan simbol 1, 2, dan 3
- c. Bersihkan ujung masing-masing plat dengan gerinda tangan
- d. Potonglah masing-masing plat menjadi dua bagian dengan ukuran 150 x 75 mm dan masing-masing diberi tanda 1, 2 dan 3.
- e. Ratakan ujung setiap plat, terutama pada bagian yang akan dilas sehingga benar-benar rata. Ujung untuk kampuh I harus benar-benar tegak lurus dengan permukaan plat.
- f. Pasanglah bahan sesuai dengan tanda yang telah diberikan1 dengan 1, 2 dengan 2 dan 3 berpasangan dengan 3.
- g. Atur lebar celah yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang mensyaratkan agar diperoleh luasan penampang yang sama. Lebar celah ini diambil 1,6 mm.
- h. Setelah pengaturan celah selesai, maka dilanjutkan dengan pengaturan besar kuat arus sesuai dengan penelitian dan dicek terlebih dahulu besar kuat arus yang keluar dari pesawat las dengan amperemeter agar benar-benar teliti.
- i. Selanjutnya adalah proses pengelasan sesuai alur penelitian yang telah ada. Sebelumnya catatlah pada bagian ujung kedua sisi plat yang akan dilas agar menghindari melebarnya celah.
- j. Bahan yang diberi tanda 1-1, 2-2, 3-3 dilas dengan elektroda ER70

dan elektroda solid pada setiap material.

- k. Lakukan pengelasan dengan kampuh tersebut, pengelasan dapat dilakukan pada kedua sisi kampuh las agar semua celah dapat terisi keseluruhan.
- l. Siapkan juga alat pengikat plat las untuk mencegah plat dari kemungkinan terjadinya bengkokan (deformasi) akibat pengaruh panas dari las pada saat pengelasan.
- m. Pendinginan hasil pengelasan dilakukan pada suhu kamar, hal ini untuk mencegah terjadinya perubahan struktur akibat pendinginan secara cepat.
- n. Potonglah plat masing-masing dengan ukuran 17 mm x 150 mm.
- o. Bentuk potongan plat tadi menjadi spesimen untuk dilakukan pengujian kekuatan pada pengujian tarik seperti pada gambar acuan.

## 3. Pengujian kekuatan hasil pengelasan

Alat pengambilan data dalam penelitian ini adalah dengan mengadakan pengujian hasil pengelasan menggunakan alat uji tarik dan tekan, yaitu mesin *Servopulser*.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban tarik secara merata sebesar 20 ton dan perlahan-lahan sehingga plat patah. Dari hasil pegujian ini didapat kekuatan maksimal bahan yang dilas.

Langkah-langkah eksperimen ini adalah sebagai berikut :

- a. Persiapan alat dan bahan  
Peralatan :
  - Mesin uji tarik dan tekan
  - Kertas dataBahan :  
Spesimen baja ST 42 yang telah dilas dengan menggunakan las busur CO<sub>2</sub>
- b. Pelaksanaan pengujian  
Dalam pelaksanaan pengujian diperlukan ketelitian karena benar tidaknya data yang diperoleh itu

tergantung dari ketelitian pelaksanaan pengujian tersebut.

Persiapan :

1. Jepit benda kerja hingga benar-benar tegak lurus
2. Pengatur pengontrol dan pencatat sesuai dengan tujuan pengujian (pengaturan kecepatan, pembebanan maksimal, perpanjangan maksimal).
3. Pembebanan tidak boleh melebihi 20.000 kg
4. Kecepatan penarik tidak boleh melebihi 200 mm/menit.
5. Lakukan pengujian dengan menekan tombol *start*
6. Lakukan pencatatan hasil pengujian, tetapi terlebih dulu kita masukkan data (tanggal pengujian, nomor pengujian dan ukuran spesimen)

Dari hasil pengujian maka didapat data-data untuk setiap spesimen.

Tabel III.1 Layout hasil pengujian tarik dan tekan kekuatan las

NAMA SPESIMENT TIAP KELOMPOK	Tegangan Tarik (kg/mm <sup>2</sup> )		
	0 %	5 %	10 %
1. Elektroda Inti Fluks ER70			
JUMLAH (Σ)			
Rata-rata (Σ/2)			

NAMA SPESIMENT TIAP KELOMPOK	Tegangan Tekan (kg/mm <sup>2</sup> )		
	0 %	5 %	10 %
1. Elektroda Solid			
JUMLAH (Σ)			
Rata-rata (Σ/2)			

### HASIL PENGUJIAN TARIK DAN TEKAN

Data diperoleh dari hasil observasi pada mesin uji tarik dan tekan. Data digunakan untuk perhitungan statistik. Pengujian dilakukan secara bergantian tiap perlakuan untuk masing-masing kelompok.

Hasil kekuatan tarik dan tekan dari pengelasan las busur CO<sub>2</sub> dengan elektroda

inti fluks dan solid pada baja ST42 *marine plate grade A* terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel IV.1 Nilai rata-rata kekuatan tarik

Pengelasan Elektroda Solid	Tegangan Tarik Rata-rata (Kg/mm <sup>2</sup> )
0 %	57,90
5 %	57,20
10 %	57,10

Pengelasan Elektroda Inti Fluks	Tegangan Tarik Rata-rata (Kg/mm <sup>2</sup> )
0 %	57,90
5 %	57,80
10 %	57,80

Tabel IV.2 Nilai rata-rata kekuatan tekan

Pengelasan Elektroda Solid	Tegangan Bending Rata-rata (Kg/mm <sup>2</sup> )
0 %	82,00
5 %	50,00
10 %	30,00

### ANALISA

Pengelasan Elektroda Inti Fluks	Tegangan Bending Rata-rata (Kg/mm <sup>2</sup> )
0 %	82,65
5 %	60,50
10 %	60,45

- Menentukan Harga Koefisien Korelasi Tegangan Tarik Elektroda Solid

Data	X	Y	X . Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	0 %	57,90	0	0	3352.41
2	5 %	57,20	286	25	3271.84
3	10 %	57,10	571	100	3260.41
Σ = 3	Σ = 15	Σ = 172,2	Σ = 857	Σ = 125	Σ = 9884.66

$$R = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_1) (\sum Y_1)}{\sqrt{\{n X_1^2 - (\sum X_1)^2\} \{n Y_1^2 - (\sum Y_1)^2\}}}$$

$$= \frac{3 \times 857 - 15 - (15 \times 172,2)}{\sqrt{(3 \times 125 - (15)^2) \times (3 \times 9884,66 - (172,2)^2)}}$$

$$= \frac{-21}{15} = -1,40$$

- Menentukan Harga Koefisien Korelasi Tegangan Tarik Elektroda Inti Fluks

Data	X	Y	X . Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	0 %	57,90	0	0	3352.41
2	5 %	57,80	289	25	3340.84
3	10 %	57,80	578	100	3340.84
Σ = 3	Σ = 15	Σ = 173,5	Σ = 867	Σ = 125	Σ = 10034.69

$$R = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sqrt{\{n X_1^2 - (\sum X_1)^2\} \{n Y_1^2 - (\sum Y_1)^2\}}}$$

$$= \frac{3 \times 867 - 15 - (15 \times 173,5)}{\sqrt{((3 \times 125 - (15)^2) \times (3 \times 10034,09 - (173,5)^2))}}$$

$$= \frac{-16,50}{17,32}$$

$$= -0,95$$

Jadi pengaruh elektroda inti fluks lebih baik dari elektroda solid pada pengujian tegangan tarik.

- Menentukan Harga Koefisien Korelasi Tegangan Tekan Elektroda Solid

Data	X	Y	X . Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	0 %	82,00	0	0	6724
2	5 %	50,00	250	25	2500
3	10 %	30,00	300	100	900
Σ = 3	Σ = 15	Σ = 162	Σ = 550	Σ = 125	Σ = 10124

$$R = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sqrt{\{n X_1^2 - (\sum X_1)^2\} \{n Y_1^2 - (\sum Y_1)^2\}}}$$

$$= \frac{3 \times 550 - 15 - (15 \times 162)}{\sqrt{((3 \times 125 - (15)^2) \times (3 \times 10124 - (162)^2))}}$$

$$= \frac{-795}{790}$$

$$= -1,00$$

- Menentukan Harga Koefisien Korelasi Tegangan Tekan Elektroda Inti Fluks

Data	X	Y	X . Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	0 %	82.65	0	0	6831.03
2	5 %	60.50	302.5	25	3660.25
3	10 %	60.45	604.5	100	3654.20
Σ = 3	Σ = 15	Σ = 203.6	Σ = 907	Σ = 125	Σ = 14145.48

$$R = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{\sqrt{\{n X_1^2 - (\sum X_1)^2\} \{n Y_1^2 - (\sum Y_1)^2\}}}$$

$$= \frac{3 \times 907 - 15 - (15 \times 203,6)}{\sqrt{((3 \times 125 - (15)^2) \times (3 \times 14145,48 - (203,6)^2))}}$$

$$= \frac{-348}{384,08}$$

$$= -0,90$$

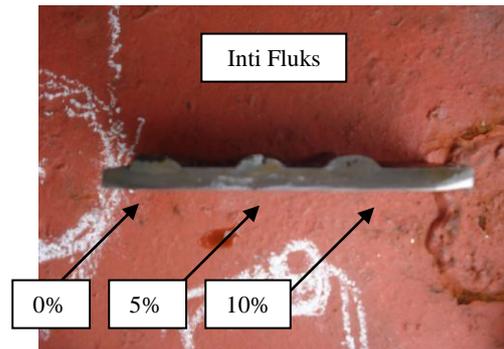
Jadi pengaruh elektroda solid lebih baik dari elektroda inti fluks pada pengujian tegangan tekan.

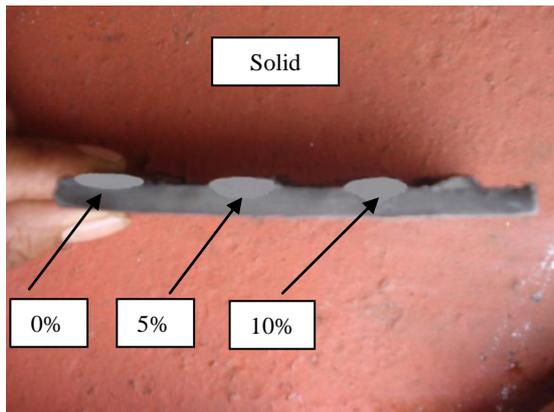
#### HASIL PENGUJIAN EDSA / VISUAL

Dari hasil pengujian visual tampak jelas adanya perbedaan dari kedalaman penembusan pada material, hal ini dibuktikan dari bentuk rigi-rigi las yang dihasilkan.

Pada elektroda solid, percikan yang terjadi sangat banyak karena busur las tidak seimbang, hasil lasan keras, bentuk rigi-rigi las kurang baik karena sangat bergantung dengan besarnya arus yang digunakan saat proses pengelasan, proses metalurgi kurang matang karena penggunaan arus yang kurang besar

Dengan adanya penambahan oksigen maka panas yang dihasilkan saat proses pengelasan menjadi bertambah panas, sehingga mempengaruhi kedalaman penetrasi las, bentuk rigi las juga menjadi semakin lebar atau besar.





Gambar IV.1 Perbedaan hasil uji EDSA dari elektroda inti fluks dan solid

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Ada perbedaan dari kekuatan tarik, tekan serta visual hasil pengelasan las busur CO<sub>2</sub> pada pengelasan elektroda inti fluks sebesar 57,80 Kg/mm<sup>2</sup> dan elektroda solid sebesar 57,10 Kg/mm<sup>2</sup> dengan penambahan gas O<sub>2</sub> pada baja ST42 sambungan I ketebalan pelat 10 mm.

Elektroda	Nilai Korelasi R (%)	
	Kuat Tarik	Kuat Tekan
Solid	1.40	1.00
Inti Fluks	0.95	0.90

2. Pengelasan dengan elektroda inti fluks memberikan keseimbangan busur las terhadap nilai kekuatan tarik dan elektroda solid memberikan tegangan tekan yang baik pada pengelasan las busur CO<sub>2</sub>.
3. Hasil pengujian EDSA menunjukkan bahwa gas O<sub>2</sub> memberikan penembusan yang dalam pada material, karena penambahan oksidator juga mempengaruhi penambahan panas pada *base metal*. Elektroda inti fluks mampu menyeimbangkan busur las dari panas yang berlebihan.

### SARAN

Dari hasil penelitian, dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Pada pelaksanaan pengerjaan konstruksi yang menggunakan sambungan las busur

CO<sub>2</sub> hendaknya dapat memilih besar kuat arus yang tepat dan penggunaan elektroda yang tepat pula, sebab mempunyai pengaruh yang besar terhadap kekuatan sambungan las dan tingkat penembusan terhadap *base metal*.

2. Sebaiknya pada proses pengelasan harus di minimalkan pengaruh angin dari luar / lingkungan, karena akan menyebabkan *porosity* pada hasil las.
3. Bagi peneliti yang tertarik dalam bidang las busur CO<sub>2</sub>, penyusun menyarankan untuk melakukan penelitian yang lebih variatif, baik dalam jenis bahan, kawat las, besar Ampere, kampuh, posisi pengelasan dan pengujian las yang lain, sehingga diharapkan dapat menambah pengetahuan dan meningkatkan penelitian dalam bidang pengelasan.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Alip, Moha.,ad. 1989. **Teori dan Praktek Las**. Jakarta: Depdikbud.
2. ASME section IX. 2001. **Qualified Weld**. American Society of Mechanical Engineers.
3. AWS D1.1M. 2002. **Structural Welding Code-Steel**. American National Standart.
4. Batam Institutional Development Project. 2002. **Dasar Las Flux Core**. Indonesia-Australia.
5. Dave Smith. 1984. **Welding Skill and Technology**. Amerika : Mc. Graw Hill.
6. Harsono Wiryosumarto. 1985. **Teknologi Pengelasan Logam**. Jakarta: Pradnya Paramita.
7. JIS Z 2201. 1980. **Test Pieces for Tensile Test for Metallic Materials**. Jepang.
8. \_\_\_\_\_, 1985. **Las Busur CO<sub>2</sub>**. Jepang : OVTA.