

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK PENGELASAN FCAW TERHADAP TEKANAN  
ALIR GAS PADA BAJA ASTM A36**

**Hermansyah Eko Putra<sup>1)</sup>, Nur Yanu Nugroho<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Hang Tuah,  
Jl. Arif Rahman Hakim, No. 150, Surabaya  
[hermansyah@hangtuah.ac.id](mailto:hermansyah@hangtuah.ac.id)

**Abstrak:** Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik cair logam, baja karbon rendah adalah logam yang mudah diproses dengan teknik pengelasan. penyetelan tekanan alir gas pengelasan akan mempengaruhi hasil las, bila tekanan yang di gunakan terlalu sedikit akan menyebabkan hasil pengelasan cacat, sebaliknya bila tekanan yang digunakan terlalu banyak maka akan terjadi pemborosan gas. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hasil pengelasan dari variasi tekanan alir gas menggunakan pengelasan FCAW pada baja ASTM A36.jenis penelitian dilakukan jenis penelitian eksperimen, proses penelitian dilakukan mengguakan uji kekerasan dan uji struktur makro yang dimana mencari hasil penggunaan dan pengelasan di dapatkan yang paling optimal, sehingga dapat diterapkan dalam proses pengelasan konstruksi kapal.

**Kata kunci:** Pengelasan, FCAW, Tekanan Alir Gas, Sifat Fisik dan Mekanik.

**PENDAHULUAN**

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai grade-nya. Baja karbon rendah merupakan paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S dan Cu baja karbon rendah memiliki sifat kepekaan retak las yang rendah bila dibandingkan dengan baja karbon lainnya. Baja karbon sedang merupakan baja yang memiliki kandungan karbon 0,30% - 0,60%. Baja karbon sedang mempunyai kekuatan yang lebih dari baja karbon rendah dan mempunyai kualitas perlakuan panas yang tinggi. Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon paling tinggi jika dibandingkan dengan baja karbon yang lain yakni 0,60% - 1,7%. Kebanyakan baja karbon tinggi sukar untuk dilas jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan sedang. Las busur listrik biasa di sebut juga las elektroda terbungkus yaitu cara pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini dalam cara pengelasan ini di gunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluxs. Las busur gas adalah cara penegelasan di mana gas dihembuskan kedaerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap atmosfir. Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas Helium (He), gas Argon (Ar), gas Karbodioksida (CO<sub>2</sub>) atau campuran dari gas-gas tersebut. Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) ini logam pengisi dimasukkan kedalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Tetapi untuk plat yang sangat tipis kadang-kadang tidak diperlukan logam pengisi. Las MIG (*Metal Inert Gas*) dalam jenis pengelasan ini kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpangkan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk, gas pelindung yang digunakan adalah Argon, Helium atau campuran dari keduanya. Las FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) salah satu jenis las listrik yang memasok pengisi elektroda terus-menerus ke dalam busur listrik yang terbentuk di antara ujung pengisi elektroda dan logam. FCAW merupakan kombinasi dari SMAW (las listrik busur terlindung), GMAW (las listrik gas metal) dan SAW (las listrik busur terpendam). Pelindung gas umumnya menggunakan gas CO<sub>2</sub> atau campuran CO<sub>2</sub> dengan Argon. Namun dengan menggunakan oksigen kadang-kadang akan menimbulkan masalah baru yaitu dengan porositas yang dihasilkan reaksi CO<sub>2</sub> dan oksigen yang ada di udara sekitar lasan, sehingga perlu memilih fluks yang mengandung zat yang mengandung pengikat

oksigen atau deoxydizer. Penanggulangan Masalah Pengelasan FCAW (*Trouble Shooting of Welding FCAW*) Beberapa jenis cacat las FCAW berasal dari prosedur las atau pelaksanaan pengelasan yang salah. Walaupun beberapa cacat sebenarnya secara struktural tidak membahayakan, namun cukup memperburuk penampilan sambungan las. Tekanan Gas (*Gas Pressure*) tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas, dengan gaya F dianggap bekerja secara tegak lurus terhadap luas permukaan A, Satuan tekanan dalam SI adalah N/m<sup>2</sup>. Satuan ini mempunyai nama resmi Pascal (Pa), untuk penghormatan terhadap Blaise Pascal dipakai 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>. Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*) salah satu sifat mekanik dari suatu material kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaanya akan mengalami pergesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Pengujian makro pemeriksaan bahan dengan mata kita langsung atau memakai kaca pembesar dengan pembesaran rendah kegunaannya untuk memeriksa permukaan yang terdapat celah-celah, lubang-lubang pada struktur logam yang sifatnya rapuh, bentuk-bentuk patahan benda uji bekas pengujian mekanis yang selanjutnya dibandingkan dengan beberapa logam menurut bentuk dan strukturnya antara satu dengan yang lain menurut kebutuhannya. Adapun tujuan dari penelitian ini Mengetahui pengaruh las dengan variasi tekanan alir gas sambungan *butt joint* pengelasan FCAW terhadap uji NDT struktur makro dan uji DT kekerasan (*Hardness Test*) pada baja ASTM A36.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan bagaimana karakteristik fisik dan mekanik ASTM A36 pada hasil las *Flux Cored Arc Welding* dengan variasi tekanan alir gas yang berbeda. Persiapan spesimen uji adalah langkah awal dari penelitian Dalam tahap ini, menentukan material baja karbon rendah ASTM A36 untuk persiapan penelitian yang akan dilakukan. Kemudian, Pada tahap ini dilakukan pula proses pengukuran dimensi material dan menentukan model penyambungan material. Proses penyambungan yang dilakukan dengan tahapan ini yaitu menentukan variasi parameter yang dianggap mampu melakukan dan mendapatkan hasil sambungan yang baik dari segi fisik dan mekanik berikut variasi penggunaan tekanan gas bisa dihantarkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Variasi Tekanan Gas

Sampel uji ASTM A36	Tekanan alir gas	Tekanan alir gas	Tekanan alir gas	Jumlah sampel
	10 liter/menit	15 liter/menit	20 liter/menit	
<i>Butt joint</i>	Persegi	Persegi	Persegi	3

Dalam penelitian ini penggunaan rata-rata tekanan gas berkisar 13-17 liter/menit di ambil titik tengahnya 15 liter/menit. Sehingga dalam penelitian ini saya buat variasi di bawahnya yaitu 10 liter/ menit dan variasi di atasnya 20 liter/menit .

### Rencana uji hasil variasi tekanan gas

Pada pengujian NDT ini dilakukan pengujian visual yaitu menggunakan pengujian struktur makro, pengujian ini merupakan salah satu pengujian NDT yang cepat dan handal dalam mendekripsi cacat yang terlalu kecil untuk dapat didekripsi dengan pemeriksaan visual yang biasa pada suatu penyambungan material dalam proses pengelasan. Setelah dilakukan uji struktur makro maka dilakukan pengujian kekerasan dengan mesin *EQUOTIP 2 Hardness Tester* dengan metode *hardneess vicker*, dimana proses pengujian kekerasan ini memotong specimen uji dengan dimensi 40 x 20 x 10 mm.

## Analisa

Setelah proses pengujian material baik secara fisik dan mekanik dilakukan maka didapatkan data-data hasil penelitian dari pengujian kekerasan dan strukturmakro. Analisa disini berfungsi untuk mengetahui apa saja faktor yang mempengaruhi hasil dari variasi tekanan gas dengan pengujian yang sudah dibuat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Struktur Makro

Pengujian makro adalah proses pengujian bahan yang menggunakan mata terbuka yang mirip dengan *outline* tetapi lebih rinci untuk memeriksa celah dan lubang dalam permukaan bahan, pada uji makro setiap sampel hasil pengelasan menurut variasi diambil satu bisa dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Uji Mikro

Spesimen	Hasil foto uji makro	Keterangan
Variasi Tekanan Gas 10 Liter/Menit		Tidak ada cacat
Variasi Tekanan Gas 15 Liter/Menit		Tidak ada cacat
Variasi Tekanan Gas 20 Liter/Menit		Tidak ada cacat

Dari semua hasil makro etsa dapat dianalisa secara visual bahwa lebar *HAZ* untuk semua spesimen mempunyai lebar yang hampir sama dan tidak ada perbedaan yang signifikan, namun dapat dilihat pada spesimen C Variasi Tekanan Gas 20 Liter/Menit dengan gerinda terjadi pelebaran terhadap daerah *weld metal* dikarena pengisian pada kampuh terlalu banyak tekanan

gas sehingga melelehkan kawat las terlalu cepat dan terlalu panas. Sedangkan untuk spesimen A dan B tidak ditemukan pelebaran terhadap daerah *weld metal* pada hasil pengujian makro etsa.

### **Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)**

Pengujian kekerasan (*Vickers Hardness Test*) dilakukan untuk mendapatkan nilai kekerasan dari material yang sudah dilakukan pengelasan, apakah variasi tekanan gas dari masing-masing variasi mempengaruhi kekerasan dari hasil pengelasan. Pada pengujian kekerasan, alat uji kekerasan menggunakan digital *Hardness Vickers*, titik penekanan pada spesimen terdiri dari area *Weld metal*, *Base metal*, dan *HAZ*. Metode pengujiannya yaitu setiap *zone* diambil tiga titik, guna untuk keakuratan dalam pengambilan data dalam penelitian bisa dilihat pada tabel.3.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan kekerasan (*hardness test*)

<b>Tekanan gas</b>	<b>Zone</b>	<b>Titik</b>	<b>HV</b>
Variasi Tekanan Gas 10 Liter/Menit	<i>Base Metal</i>	1	148,2
		2	130,4
		3	152,7
		Rata-rata	143,7
	<i>Heat Affected Zone</i>	1	139,4
		2	130,6
		3	144,7
		Rata-rata	138,2
	<i>Weld Metal</i>	1	137,3
		2	160,8
		3	157,2
		Rata-rata	151,7
Variasi Tekanan Gas 15 Liter/Menit	<i>Base Metal</i>	1	146,7
		2	131,4
		3	152,1
		Rata-rata	143,4
	<i>Heat Affected Zone</i>	1	145,6
		2	121,4
		3	149,9
		Rata-rata	138,9
	<i>Weld Metal</i>	1	133,2
		2	180
		3	163
		Rata-rata	158,7
Variasi Tekanan Gas 20 Liter/Menit	<i>Base Metal</i>	1	147,2
		2	135,4
		3	144,1
		Rata-rata	142,2
	<i>Heat Affected Zone</i>	1	144,4
		2	128,6
		3	140,7
		Rata-rata	137,9
	<i>Weld Metal</i>	1	144,2
		2	176,6
		3	160,4
		Rata-rata	160,4

## **Seminar Nasional Kelautan XIV**

“ Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia”  
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Nilai kekerasan tertinggi pada area *weld metal* ada pada spesimen C dengan nilai rata-rata 160,4. Pada spesimen A memiliki perbedaan yang lumayan jauh yaitu 151,7 dari nilai kekerasan spesimen C. Pada spesimen B memiliki perbedaan yang tidak terlalu jauh yaitu 158,7 dari nilai kekerasan spesimen C..

## **KESIMPULAN**

Dari hasil pengujian yang dilanjutkan dengan dilakukannya analisa sehingga diperoleh nilai dari perbandingan variasi tekanan alir gas sambungan las FCAW pada baja ASTM A36 yang telah dilaksanakan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari semua hasil makro etsa dapat dianalisa secara visual bahwa lebar *HAZ* untuk semua spesimen mempunyai lebar yang hampir sama dan tidak ada perbedaan yang signifikan, namun dapat dilihat pada spesimen C Variasi Tekanan Gas 20 Liter/Menit dengan gerinda terjadi pelebaran terhadap daerah *weld metal* dikarena pengisian pada kampuh terlalu banyak tekanan gas sehingga melelehkan kawat las terlalu cepat dan terlalu panas. Sedangkan untuk spesimen A dan B tidak ditemukan pelebaran terhadap daerah *weld metal* pada hasil pengujian makro etsa.
2. Pada pengujian kekerasan (*hardness test*) spesimen dengan nilai kekerasan terendah pada area base metal terdapat pada spesimen dengan variasi tekanan gas 20 liter/menit dengan nilai 142,2. Sedangkan untuk area *HAZ* terdapat pada spesimen dengan variasi tekanan gas 20 liter/menit dengan nilai 137,9. dan untuk area *weld metal* terdapat pada spesimen dengan variasi tekanan gas 10 liter/menit dengan nilai 151,7.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Davis, H, E., (1982), *The Testing of Engineering Materials*, Mc Graw Hill Inc : Auckland
- Hendra,y,m. (2010).Flux Cored Arc Welding, <http://sebronet.blogspot.com/2010/07/flux-cored-arc-welding-fcaw.html>, februari, 01, 2019
- I KT. SUARSANA. (2017). *Ilmu Material Teknik*,  
[https://simdos.unud.ac.id/uploads/file\\_pendidikan\\_1\\_dir/0382acbade1a124f3297b638c2143f68.pdf](https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/0382acbade1a124f3297b638c2143f68.pdf), Maret, 04, 2019
- Miguel Chonk Serang. (2007). *Sifat Fisik Dan Mekanik Material Teknik*. <https://edoc.site/sifat-fisik-dan-mekanik-material-teknik-pdf-free.html>, Maret, 10, 2019
- Okumura, T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Sack, Raymond J. (1997), *Welding: Principles and Practices*, Mc Graw Hill: USA
- Sistem Pembelajaran Daring Indonesia. (2005). Buku Materi Teori Kinetik Gas Dan Termodinamika,  
<http://ppg.spada.ristekdikti.go.id/mod/book/tool/print/index.php?id=27100>, Maret, 17, 2019
- Supardi E. (1999). *Pengujian Logam*. Bandung:Angkasa Bandung.
- Wiryosumarto, H. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : Pradnya Paramita