

**PROSES PENGELASAN *FLUX CORE ARC WELDING (FCAW)* PADA PLAT ABS
GRADE A UNTUK KONSTRUKSI KAPAL *HARBOUR TUG*
PT. DOK BAHARI NUSANTARA
CIREBON – JAWA BARAT**

Muhammad Syukron, Bonaventura Wisnu Baskoro
Jurusan Teknik Pertambangan, Program Studi Teknik Metalurgi
Jl. SWK Jl. Ring Road Utara No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55283
Email: muhammad.syukron@upnyk.ac.id dan wisnu1199@gmail.com,

ABSTRAK

Dalam proses pembangunan kapal, fabrikasi menjadi salah satu tahap penting yang harus dilewati. Fabrikasi atau pengelasan merupakan kegiatan penyambungan dua material logam dasar dimana logam cair yang berfungsi sebagai material penyambung mengalir mengisi celah material logam dasar secara sempurna. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik yang dihasilkan dari hasil pengelasan plat ABS grade A dengan menggunakan proses pengelasan *flux core arc welding* (FCAW) dengan jenis elektroda AWS A5.30 71T-1. Desain pengelasan yang digunakan yaitu *single B-U2-GF* dengan besar sudut 60° , serta ukuran root face dan root opening masing-masing sebesar 3 mm. Banyaknya lapisan pengelasan yang digunakan sebanyak 4 lapisan. Arus yang dibutuhkan pada masing-masing lapisannya sebesar 125 A, 140A, 150 A, dan 160 A, serta tegangan yang dibutuhkan pada setiap lapisannya sebesar 20.5 V, 21.5 V, 22 V, dan 22 V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dihasilkan dari pengelasan ini adalah 431,572 N/mm². Selain itu, cacat porositas juga ditemukan pada daerah lasan. Selama proses pengelasan menggunakan proses terjadi peningkatan temperatur yang cukup lama menyebabkan material plat mengalami deformasi. Penggunaan *shaft support* dilakukan untuk mencegah deformasi terjadi

Kata kunci: Plat ABS grade A, Flux Core Arc Welding (FCAW), deformasi. *Shaft support*.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, peningkatan akan kebutuhan sarana transportasi akan meningkat, begitu juga dengan transportasi laut. Transportasi laut yang ada hingga saat ini adalah kapal. Kebutuhan kapal di Indonesia sangat tinggi. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, seperti letak geografis Indonesia yang berada di jalur perdagangan internasional dan luasnya wilayah perairan Indonesia. Hampir sekitar 77% dari total wilayah Indonesia didominasi oleh wilayah perairan. Dengan terpenuhinya kebutuhan kapal di Indonesia, maka akan meningkatkan ketahanan dan pertahanan Indonesia, kemudahan distribusi logistik antar daerah, serta kemudahan dalam perpindahan manusia.

PT. Dok Bahari Nusantara merupakan perusahaan galangan kapal di Cirebon, dimana pada kegiatan usahanya melakukan pembangunan bangunan kapal baru serta perbaikan kapal. Perusahaan ini merupakan satu-satunya perusahaan yang melakukan

kegiatan pembangunan bangunan kapal baru di Cirebon. Keberadaan PT. Dok Bahari Nusantara sebagai perusahaan galangan kapal dapat membantu negara dalam memenuhi kebutuhan kapal di Indonesia untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Dalam proses pembangunan konstruksi kapal, proses pengelasan memegang peranan penting. Pengelasan dibutuhkan untuk menyambungkan dua material logam untuk menghasilkan bagian atau *block* tertentu dari suatu kapal. Penggunaan jenis material sebagai bahan baku, menentukan proses pengelasan yang akan digunakan. Setiap material logam memiliki fenomena yang berbeda-beda yang harus diamati untuk dapat menghasilkan kualitas pengelasan yang sesuai dengan standar yang ditentukan.

Oleh karena itu, pemahaman mengenai metalurgi dibutuhkan untuk dapat mengamati fenomena metalurgi yang terjadi pada suatu material logam, mengidentifikasi penyebab kegagalan, dan memperbaiki kegagalan yang

terjadi sehingga dapat menghasilkan kualitas lasan yang sesuai dengan standar

1.1 Flux Core Arc Welding (FCAW)

Salah satu proses pengelasan yang digunakan dalam proses fabrikasi kapal adalah *fluxed core arce welding* (FCAW). Proses ini banyak digunakan untuk menyambungkan plat baja yang berukuran panjang. Dalam proses pengelasan FCAW, *arc* dipertahankan antara *fed filler metal electrode* dan kolam las. *Arc* dan kolam las kemudian akan dilindungi oleh terak dari kontaminasi yang terbentuk akibat reaksi fluks.

Berdasarkan mekanisme perlingungannya, proses pengelasan ini terbagi menjadi 2, yaitu *self shielded* FCAW dan *shielded* FCAW. Pada *self shielded* FCAW, pelindung dapat diperoleh dengan fluks yang terkandung di dalam elektroda tubular. Sementara pada *shielded* FCAW, perlingungan diperoleh dengan memasok gas pelindung eksternal

Elektroda *flux-cored* merupakan elektroda logam pengisi berbentuk tubular berbahan komposit dengan selubung logam yang mengandung inti dari berbagai bahan bubuk yang digunakan dalam pengelasan ini. Penutup terak yang luas diproduksi selama pengelasan. *Self shielded* FCAW melindungi logam cair melalui dekomposisi dan penguapan inti fluks oleh panas busur. *Shielded* berpelindung gas menggunakan aliran gas pelindung selain aksi inti fluks.

Metode perlingungan mandiri dapat digunakan untuk hampir semua aplikasi yang biasanya dilakukan dengan proses SMAW, dan proses berpelindung gas (FCAW-S) mencakup sebagian besar aplikasi yang akan menggunakan proses GMAW.

Proses pengelasan FCAW memiliki produktivitas yang lebih tinggi daripada proses SMAW. Ini merupakan keuntungan utama yang dimiliki oleh proses pengelasan ini. Namun, biaya peralatan yang dibutuhkan dari proses ini lebih tinggi, penyiapan dan pengoperasian lebih rumit, dan ada batasan jarak pengoperasian dari pengumpan kawat elektroda bila dibandingkan dengan proses pengelasan lainnya. Selain itu, keberadaan *filler metal* dan kombinasi fluks yang sesuai untuk berbagai logam dan paduan yang terbatas menjadi faktor lain yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan proses ini.

Proses FCAW menghasilkan asap dalam jumlah besar, yang harus dibuang demi

keselamatan orang-orang di sekitar tempat kerja. Demikian pula, terak harus dihilangkan di antara lintasan untuk menjaga lasan bebas dari inklusi terak.

1.1.1 Gas Pelindung

Karbon dioksida CO₂ merupakan gas pelindung yang paling banyak digunakan untuk proses FCAW, karena murah dan membantu dalam menghasilkan penetrasi yang dalam. CO₂ dapat bertindak sebagai media karburasi atau dekarburisasi, tergantung pada material yang akan dilas. Jika dekarburisasi terjadi (pada logam dengan karbon lebih dari 0,10%), karbon monoksida dapat terperangkap dalam logam las dan menyebabkan porositas.

Campuran gas juga digunakan untuk memanfaatkan karakteristiknya yang berbeda. Seperti proses GMAW, campuran gas yang paling umum digunakan yang digunakan untuk pengelasan baja karbon adalah campuran komersial 75% argon dan 25% CO₂.

1.1.2 Elektroda

Pengelasan FCAW memiliki keserbagunaan yang baik untuk baja paduan karena berbagai macam bahan dapat dimasukkan ke dalam inti elektroda tubular. Spesifikasi AWS A5.20 mencakup elektroda baja ringan, misalnya, E70T-1 adalah elektroda dengan kekuatan tarik 70ksi, konstruksi tubular, cocok untuk pengelasan posisi datar dan horizontal, dengan komposisi kimia tertentu. Spesifikasi AWS A5.29 mencakup elektroda baja paduan rendah. Elektroda FCAW juga ditentukan untuk permukaan, untuk baja tahan karat (AWS A5.22), dan untuk paduan nikel (AWS A5.34).

1.2 Plat ABS grade A

Salah satu material yang digunakan untuk pembangunan kapal berbahan baja yaitu adalah ABS *grade A*. Penggunaan material ini dilakukan berdasarkan dengan peraturan yang tertuang dalam ABS. Material ini digunakan hampir pada seluruh bagian badan kapal.

Material ABS *grade A* merupakan material baja paduan rendah, dengan komposisi paduan 0,13 C, 0,21 Si, 0,79 Mn, 0,015 P, 0,003 S, <0,005 Nb, 0,01 Cu, 0,03 Cr, 0,05 Ni, <0,005 Mo, 0,007 V, 0,03 Al, <0,002 Ti, dan 0,004 N. Untuk kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan elongasi masing-masing yaitu, 300 N/mm², 426 N/mm², dan 26%.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plat ABS grade A, elektroda tipe AWS A5.30 71T-1 dan gas pelindung CO₂.

2.2. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Gerinda
2. Palu *chipping*
3. Sikat baja
4. Kaca mata las
5. Sarung tangan
6. *Cutting torch*
7. Meteran pita
8. Mesin las FCAW
9. Mesin uji tarik
10. Kapur

2.3 Tahapan Penelitian

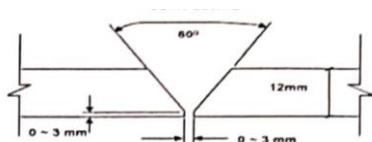
Adapun tahapan- tahapan penelitian ini yang digunakan dalam melakukan pengukuran material yang digunakan sebagai objek penelitian sebagai berikut:

1. Persiapan material

Material yang akan dilas sebelumnya dipersiapkan terlebih dahulu. Persiapan meliputi pemotongan material, pembersihan material, dan pembuatan desain penyambungan. Persiapan material dilakukan untuk mencegah terjadinya cacat pada material sehingga menghasilkan kekuatan yang diharapkan.

Material akan dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Setelah dipotong, material dibersihkan dari debu dan terak hasil pemotongan dengan menggunakan gerinda, palu *chipping*, dan sikat baja. Setelah material bersih, pembuatan desain sambungan dilakukan dengan desain *single B-U2-GF* dengan besar sudut 60°, serta ukuran root face dan root opening masing-masing sebesar 3 mm. Pengerjaan pembuatan desain pengelasan dilakukan dengan menggunakan mesin gerinda tangan dan *cutting torch* dan diukur dengan menggunakan busur dan penggaris.

Ada pun gambar desain sambungan yang digunakan dalam penelitian diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *single B-U2-GF* dengan besar sudut 60°

2. Pengelasan

Pengelasan materia padal plat ABS grade A dilakukan dengan proses FCAW menggunakan elektorda AWS A5.30 71T-1 beridiameter 1.2 mm serta gas pelindung CO₂. Pengelasan dilakukan sebanyak 4 kali dengan posisi 3G dengan metode up hill *vertical progression*, hingga membentuk 4 lapisan mulai dari *root* hingga *cape*. Besarnya arus dan tegangan yang digunakan untuk masing-masing lapisan, yaitu 125 A dan 20.5 V untuk lapisan 1, 140 A dan 21.5 V untuk lapisan 2, dan 150 A dan 22 V untuk lapisan 3 dan 4. Tahapan post weld heat treatment (PWHT) tidak dilakukan dalam pengelasan ini Hasil pengelasan dengan menggunakan FCAW dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengelasan

3. Inspeksi Visual

Inspeksi visual dilakukan setelah pengelasan selesai. Inpeksi visual dilakukan untuk mengetahui keberadaan cacat ddalam suatu lasan. Keberadaan cahaya sangat diperlukan untuk memaksimalkan inspeksi visual sehingga seringkali senter digunakan untuk memenuhi kebutuhan cahaya. Penggaris serta *welding gauge* juga digunakan untuk mengukur ketinggian cape agar sesuai dengan persyaratan. Cacat las yang ditemukan kemudian ditandai dengan menggunakan kapur putih untuk dijadikan tanda.

4. Uji tarik

Uji tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimum yang dihasilkan dari pengelasan ini. Uji tarik dilakukan sesuai dengan standar ASTM E.8. Material dipersiapkan terlebih dahulu sesuai dengan prosedur ASTM E 8 sebelum dilakukan pengujian. Gambar 3 menunjukkan bentuk

spesimen yang digunakan berdasarkan standar ASTM E.8 Gambar 4. Menunjukkan spesimen hasil pengujian tarik.



Gambar 3. Bentuk spesimen berdasarkan ASTM E.8



Gambar 4. Spesimen hasil pengujian tarik

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji tarik Spesimen

Hasil uji tarik ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan data yang dihasilkan dapat diketahui besarnya kekuatan tarik yang dihasilkan dari uji tarik yaitu, 431,572 N/mm² dengan total pembebanan yang dapat diterima, yaitu 120,813 N.

Tabel 1. Hasil uji tarik spesimen

No. Spesimen	Lebar mm	Tebal mm	Luas mm ²	Total beban N	U.T.S N/mm ²
09.1	25.92	12.35	320.11	120.813	431.572

Berdasarkan dengan kekuatan tarik yang dihasilkan, parameter pengelasan yang digunakan untuk pengelasan dapat diterima. Hal ini disebabkan karena kekuatan tarik yang dihasilkan oleh spesimen hasil pengelasan lebih besar dibandingkan dengan kekuatan tarik material ABS grade A. Salah satu syarat yang harus dipenuhi agar material lasan diterima adalah kekuatan tarik yang dihasilkan minimal sama dengan kekuatan tarik materialnya itu sendiri.

Berdasarkan dengan bentuk perpatahannya, spesimen mengalami perpatahan pada bidang diluar hasil lasan. Ini menandakan pengelasan menghasilkan kekuatan yang cukup untuk menahan beban yang diterima.

3.2 Hasil Inspeksi Visual

Ditemukan beberapa cacat pada hasil pengelasan dan pada *base metal*. Pada daerah lasan ditemukan cacat porositas. Cacat porositas disebabkan akibat adanya gas CO yang terjebak pada material lasan. Gas CO terjebak karena proses pengelasan dilakukan pada lingkungan terbuka sehingga dapat dengan mudah dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan seperti kecepatan udara yang tinggi sehingga mempengaruhi kestabilan gas pelindung. Selain itu, porositas terjadi disebabkan karena material lasan yang kurang bersih pada saat persiapan dan juga teknik pengelasan yang salah.

Pada *base metal*, terjadi cacat deformasi dimana material mengalami pemuaian akibat pemanasan saat pengelasan. Dikarenakan ukuran plat yang terlalu panjang, deformasi terjadi pada sisi lain dari plat. Cacat ini tidak menyebabkan penurunan kualitas lasan, namun menyebabkan perubahan bentuk terhadap desain kapal. Gambar 5. menunjukkan cacat deformasi yang terjadi pada plat.



Gambar 5. Cacat deformasi pada plat

Untuk memperbaiki cacat deformasi, material yang telah di las harus dibongkar dan dilakukan pengelasan ulang dengan teknik yang benar. Seringkali penggunaan *shaft support* dilakukan untuk menahan *base metal* mengalami pemuaian. Gambar 6. Menunjukkan penggunaan shaft support pada kegiatan pengelasan plat ABS grade A pada konstruksi kapal.



Gambar 6. Penggunaan shaft support

4. Kesimpulan

Kekuatan tarik yang dihasilkan dari

pengelasan material plat ABS *grade A* dengan proses *Flux Core Arc Welding* (FCAW) menggunakan elektroda AWS A5.30 71T-1 beridiameter 1.2 mm serta gas pelindung CO₂. Pengelasan dilakukan sebanyak 4 kali dengan posisi 3G dengan metode up hill *vertical progression*, hingga membentuk 4 lapisan mulai dari *root* hingga *cape*. Besarnya arus dan tegangan yang digunakan untuk masing-masing lapisan, yaitu 125 A dan 20.5 V untuk lapisan 1, 140 A dan 21.5 V untuk lapisan 2, dan 150 A dan 22 V untuk lapisan 3 dan 4, yaitu 431,572 N/mm² dengan total beban yang diterima yaitu 120,813 N.

Cacat porositas dan deformasi ditemukan pada material lasan yang disebabkan oleh teknik pengelasan yang kurang sesuai. Shaft support digunakan untuk mengatasi deformasi yang terjadi pada pengelasan plat ABS *grade A*.

Referensi

[1] B. J. Jürgen, W. C., Robert, and V. Patrick. 2001. "*Encyclopedia of Materials: Science and Technology*". Amsterdam: Elsevier.

[2] D. Brahma, and B. Rob. 1993. "*Fundamentals of Steelmaking Metallurgy*". [New York](#) : [Prentice HallInternational](#).

[4] M. Z. Prawira, and S. J. Sisworo. 2015 "*Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Kekuatan Impact Alumunium 5083 Hasil Pengelasan Tungsten Inert Gas,*" J. Tek. Perkapalan, vol. 3, no. 3.

[3] S. Ramesh. 2012. "*Applied Welding Engineer: Process, Codes, and Standarts*". English: Elsevier