

Pengelasan *disimilar* material DSS (*Duplex Stainless Steel*) 2205 dan HSS (*High Strength Steel*) Grade VL D36 untuk kapal *Chemical Tanker*

Mochamad Zaed Yuliadi

Jurusan Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

Email : m.zaed,yuliadi@ft-um.surabaya.ac.id

Abstrak–Pemilihan material DSS untuk konstruksi kapal *chemical tanker* adalah sangat tepat karena material tersebut selain mempunyai mekanikal properti (*high tensile and yield strength* dan *toughness*) yang baik sebagai struktur konstruksi kapal, juga sekaligus tahan terhadap muatan bahan kimia cair yang sangat korosif. Tidak layaknya seperti material *Mild Steel* maupun HSLA, pengelasan dan perlakuan material DSS memerlukan prosedur yang sangat ketat dan harus berhati-hati. Pemilihan proses pengelasan yaitu kombinasi antara FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) dan SAW (*Submerged Arc Welding*) merupakan proses las yang sangat sesuai untuk pengelasan konstruksi kapal. Proses las tersebut dikategorikan sebagai proses las yang semi otomatis dan otomatis sehingga dapat meningkatkan produktivitas sekaligus mempercepat pekerjaan pengelasan. Tulisan ini mengilustrasikan tentang pengelasan dua material dengan spesifikasi yang berbeda yaitu material pelat DSS 2205 dan material pelat VL D36, berikut petunjuk praktis pengelasannya sampai dengan hal-hal yang harus diperhatikan tentang prosedur penanganannya. Dalam pengelasan material pelat DSS 2205 adalah sangat penting menjaga masukan panas (*Heat Input*) dalam rentang antara 0,5-2,5 kJ/mm.

Kata kunci: Pengelasan, Duplex Stainless Steel, FCAW, SAW

I. PENDAHULUAN

Kapal Tanker pada umumnya diketahui sebagai kapal pengangkut minyak. Namun demikian ada bahan cair kimia yang sangat korosif memerlukan alat transportasi dalam volume besar, sehingga diperlukan kapal pengangkut bahan kimia yaitu *Chemical Tanker* (1) Pemilihan material DSS untuk konstruksi kapal *Chemical Tanker* pada dasarnya ada 2 (dua) hal yang penting yaitu sifat mekanik kekuatan tarik (*yield strength*) dan ketangguhan (*toughness*) yang baik yang berfungsi sebagai struktur konstruksi dan tentunya superior terhadap daya tahan korosi.karena mengangkut bahan-bahan kimia yang korosif (2). Namun demikian dari kelebihan karakteristik material duplex tersebut, tentunya mengandung konsekuensi faktor kesulitan yang tinggi dalam pengelasannya karena material tersebut sensitive terhadap panas pengelasan. Namun demikian dengan mematuhi baik prosedur maupun penanganan yang dipersyaratkan dan juga ekstra hati-hati maka akan didapatkan hasil penyambungan las yang

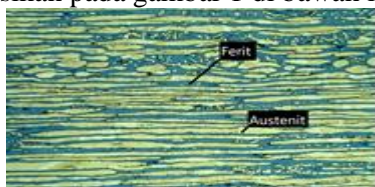
sesuai standard. Untuk meningkatkan produktivitas pengelasan maka diperlukan review desain joint preparation dan memilih proses maupun teknik las yang cepat. Proses las *Flux Cored Arc Welding* (FCAW) dengan teknik *one side welding* (las satu sisi dengan *backing ceramic*), *Submerged Arc Welding* (SAW), dan tentunya juga tidak dapat ditinggalkan proses las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dipilih.untuk dipakai dalam pembangunan kapal *Chemical Tanker Duplex SS*. Untuk memilih proses pengelasan, perlu mempelajari dan mempertimbangkan hal-hal sbb : desain persiapan sambungan las, ketebalan material pelat, spesifikasi material pelat yang akan dilas, serta tempat dimana pengelasan dikerjakan (di dalam bengkel atau di lapangan terbuka). Karya tulis ini membahas tentang pengelasan dua material dengan spesifikasi yang berbeda yaitu material pelat DSS 2205 dan material pelat VL D36. Hal ini dapat ditemukan pada konstruksi geladak kapal (VL D36) dilas dengan konstruksi ruang muat (DSS 2205) kapal *Chemical Tanker*.

Faktor yang sangat penting dalam pengelasan material pelat DSS 2205 harus memperhatikan masukan panas (*Heat Input*) yang ditimbulkan oleh panas pengelasan artinya tidak boleh terlalu panas maupun tidak boleh terlalu dingin. Untuk itu heat input tersebut harus dijaga dalam rentang antara 0,5-2,5 kJ/mm.(5) Juga digambarkan petunjuk praktis hal-hal yang harus diperhatikan tentang prosedur penanganannya misalnya cara menyimpan (*storage*) mengangkat (*handling*) ataupun memindahkan material DSS 2205. Penanganan material *stainless steel* pada umumnya dan pelat DSS 2205 pada khususnya, harus extra hati-hati yang mana pada prinsipnya material tersebut tidak boleh bersentuhan langsung dengan benda-benda yang mengandung elemen Carbon. (6)

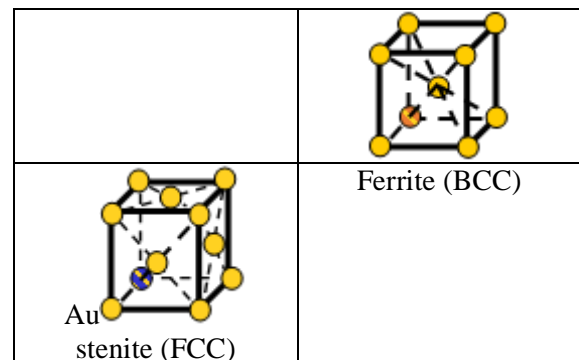
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Duplex Stainless Steel (DSS) 2205

Material DSS termasuk dalam kelompok bahan baja tahan karat yang memiliki sifat khusus yaitu mempunyai struktur *Body Center Cubic (BCC) Ferrite* dan *Face Center Cubic (FCC) Austenite* yang seimbang masing-masing sekitar 50%, sehingga DSS juga dapat disebut *ferritic-austenitic SS*. (3)(4). Pada dasarnya, Ferrit berkontribusi pada kekuatan tinggi, sementara Austenit berkontribusi pada ketangguhan. Ferrit dan austenit SS berkontribusi pada sifat tahan korosi.. Karena karakteristik ini, bahan Duplex lebih disukai untuk aplikasi struktur kapal tanker kimia. Struktur mikro Duplex diilustrasikan pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar.1 - Mikrostruktur Duplex



Gambar 2 Struktur Kristal Duplex
Sifat-sifat mekanik dan komposisi kimia material DSS 2205 dan HSS VL D36 dapat dilihat pada tabel di bawah ini (5, 8)

Tabel 1 Sifat mekanik

	Yield Strength (Mpa). Min	Tensile Strength (Mpa). Min	Elongation (%). Min
DSS 2205	510	750	35
HSS VL D36	355	490-630	21

Tabel 2 Komposisi kimia DSS 2205 (dalam %)

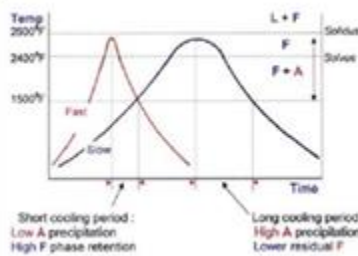
Carbon (%)	Nitrogen (%)	Chromium (%)	Nickel (%)	Molibdenium (%)
Max. 0,02	Max. 0,17	22	5,7	3,1

Tabel 3 Komposisi kimia HSS DH 36

Carbon (C)	0,18	Nickel (Ni)	0,40
Silikon (Si)	0,5	Copper (Cu)	0,35
Manganese (Mn)	0,9-1,6	Aluminium (Al)	Min. 0,02
Phosphor (P)	0,035	Niobium (Nb)	0,02-0,05
Sulphur (S)	0,035	Vanadium (V)	0,05-0,10
Chrom (Cr)	0,20	Titanium (Ti)	0,007-0,02
Molibdenum (Mo)	0,08	Nitrogen (N)	---

2.2 Pengelasan DSS 2205 dan VL D36

Pada dasarnya material DSS dapat dilakukan pengelasan. Disampaikan pada bab sebelumnya bahwa material DSS terdiri dari fase Ferrit dan Austenit yang seimbang yaitu masing-masing sebesar 50%. (3). Hal inilah yang menyebabkan material DSS sulit dilakukan pengelasan dikarenakan panas pengelasan akan sangat mempengaruhi keseimbangan antara ferit atau austenit tersebut. Kurva di bawah ini (gambar 2) menggambarkan bahwa apabila DSS dipengaruhi oleh panas pengelasan yang berlebih, maka menyebabkan kecepatan pendinginan melambat. Sebagai konsekuensinya fase Austenit akan lebih dominan (>50%) dari pada fase ferit. Selainya, apabila material DSS dipengaruhi oleh panas yang kurang maka akan menyebabkan kecepatan pendinginan material relatif lebih cepat. Sebagai konsekuensinya fase ferit lebih dominan (>50%) dari pada fase austenit.



Gambar 3 Kurva laju pendinginan

Hal tersebut di atas tentunya berpengaruh terhadap sifat-sifat dari material DSS. Apabila austenit yang lebih dominan maka kekuatan dan ketahanan terhadap korosi material akan menurun, sedangkan apabila fase ferit lebih dominan maka berpengaruh terhadap menurunnya sifat ketangguhan material DSS dan juga menurunkan ketahanan terhadap korosi sumuran (pitting corrosion)

III. METODOLOGI

3.1 Proses pengelasan

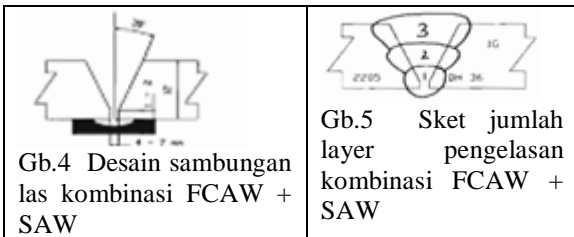
Macam proses las yang pada umumnya dipakai di industri berat dan khususnya industri kapal adalah las busur listrik misalnya *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), *Gas Tungsten Arc*

Welding (GTAW), *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), *Flux Cored Arc Welding* (FCAW), serta *Submerged Arc Welding* (SAW). Dalam memilih macam proses las dan juga penyetelan parameter las (arus, tegangan, dan kecepatan pengelasan) pada umumnya berdasarkan aspek produktivitas, sifat mekanik material, dan tidak kalah pentingnya adalah aspek ketahanan korosi. Untuk DSS 2205, dipersyaratkan oleh peraturan klasifikasi kapal bahwa kandungan fase ferit yang diijinkan adalah dalam rentang 30-65%. (8)

Dalam meningkatkan produktivitas pekerjaan pengelasan, perlu mempelajari dan menganalisa desain sambungan las, posisi pengelasan, dan lingkungan dimana dilakukan pekerjaan pengelasan. Sifat umum dari proses las FCAW adalah mempunyai sifat semi otomatis, pengelasan menerus, dan angka meleburnya kawat las per jamnya (deposition rate) adalah sangat tinggi. Dengan proses las ini memungkinkan mengaplikasikan teknik pengelasan dari satu sisi dengan menggunakan *backing ceramic*. Sementara itu proses las SAW adalah proses las otomatis dan dikenal dengan sifat deposition rate paling tinggi dan sangat cocok untuk pengelasan mendatar serta bagus walaupun pengelasan dilakukan di luar bengkel atau lapangan terbuka. Dari pertimbangan tersebut di atas kombinasi antara FCAW dengan *backing ceramic* dan SAW adalah pilihan yang tepat untuk aplikasi pengelasan konstruksi geladak termasuk penegarinya (HSS VL D36) dan ruang muat (DSS 2205)

3.2 Prosedur Pengelasan

Pada paragraf sebelumnya telah diilustrasikan bahwa parameter yang sangat penting dalam pengelasan DSS 2205 adalah heat input yang mana harus dijaga pada rentang 0,5-2,5 kJ/mm. (6) Sedangkan untuk suhu interpas adalah sekitar 150°C. Pada umumnya, parameter tersebut diatas dapat menjaga perubahan ferit masih dalam batas yang diijinkan oleh Klasifikasi.



Gb.4 Desain sambungan las kombinasi FCAW + SAW

Gb.5 Sket jumlah layer pengelasan kombinasi FCAW + SAW

Spesifikasi kawat las FCAW yang dipakai adalah:

AWS class : A5.22 E 309L T1-4

Diameter : 1,2 mm

Arus : 150-240 amper

Tegangan : 22-32 volt

Kecepatan las : 15-30 cm/menit

Sedangkan spesifikasi kawat las SAW adalah:

AWS class : A5.9 ER 309L

Diameter : 3,2 mm

Arus : 400-600 amper

Tegangan : 28-34 volt

Kecepatan las : 30-50 cm/menit



Gambar 6 Pengelasan DSS dengan SAW

3.3 Penyimpanan, proses angkat dan angkut

Pada prinsipnya material DSS tidak boleh kontak langsung dengan material yang mengandung karbon atau benda yang berlapis seng. Jadi dalam proses penyimpanan, teknik angkat dan angkut, material DSS harus dipisahkan. Untuk menggambarkan bahwa dalam proses menyimpan bahan duplex harus ditempatkan pada area khusus yang tidak boleh bersentuhan dengan bahan yang mengandung karbon, di mana area kontak harus dilapisi dengan stainless steel, aluminium, atau bahan yang tidak mengandung karbon. seperti kayu, plastik dll. Demikian pula, dalam proses angkat dan angkut, tidak diperbolehkan menggunakan

tali kawat baja. Dalam proses pemotongan, material harus diletakkan di atas lantai kisi yang di area kontak harus dipisahkan



Gambar 6. Proses angkat-angkut

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan peruntukannya material DSS selain mempunyai kekuatan tarik yang tinggi juga mempunyai daya tahan terhadap korosi maka fasa Austenit dan Ferrit harus dijaga seimbang. Sehingga panas akibat pengelasan (heat input) harus benar-benar tidak boleh kurang dari 0,5 kjoule/mm, dan tidak melebihi 2,5 kJ/mm. Hal ini adalah kendala yang paling utama dalam pengelasan material DSS. Tidak boleh bersentuhan langsung dengan material yang mengandung carbon. Untuk itu, fasilitas (bengkel, crane, lattice floor dll) harus dilapisi dengan stainless steel, aluminium, kayu, ataupun plastik. Sedangkan peralatan (gerinda, palu, sikat) dll harus terbuat dari bahan stainless steel. Pemotongan plat, maupun pengelasannya, harus menggunakan peralatan yang khusus untuk pekerjaan stainless steel. Artinya peralatan tidak dianjurkan dipindah-pindah.

V. KESIMPULAN

- Material Duplex mempunyai fasa Austenit (mampu las, tangguh) dan Ferrit (kuat) seimbang (50% / 50%).

- Keseimbangan fasa tersebut akan berubah dengan adanya panas dari proses pemotongan, apalagi dari proses pengelasan. Panas pengelasan (heat input) rendah berarti cooling ratenya cepat maka berakibat kandungan ferrit akan lebih banyak terbentuk (>50%) sehingga sifat

- ketangguhan material menurun. Sebaliknya, apabila panas pengelasan tinggi berarti cooling ratenya lambat maka berakibat kandungan ferrit menurun (<50%) yang mana berakibat kekuatan tarik material menurun.
- Sifat phisik (daya tahan korosi) akan menurun apabila material duplex bersentuhan langsung dengan material yang mengandung bahan karbon.
-

-
-
-
-
-
-
-

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.marineinsight.com/types-of-ships/different-types-of-tankers-extensive-classification-of-tanker-ships/>
- [2] Jacques Charles, Bruno Vincent, Duplex stainless steels 97 - 5th World conference, KCI
- [3] <https://www.marineinsight.com/shipping-news/first-chemical-tanker-use-combination-duplex-stainless-steel-stainless-clad-steel-delivered/> World's first chemical tanker to use combination of duplex stainless steel and
- [4] Fred Neessen, Plet Bansma, Tankers---A composition in duplex stainless, Welding Innovation Vol, XVIII, No.3 2001
- [5] How to weld type 2205 code plus two duplex stainless steel, Outokumpu stainless, Imc 2004
- [6] How to weld duplex stainless steels, Avesta welding, Avesta 2006
- [7] Practical guidelines for fabrication of duplex stainless steel, The International Molybdenum

