

ANALISIS *HARDFACING* HV 800 SEBAGAI PENGGANTI CTC 6000 PADA *DISCHARGE CHUTE DUMP HOPPER*

Indriani Putri Suryo Ningrum¹, Dika Anggara², Rikat Eka Prastyawan³

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Email: indrianipsn1111@gmail.com¹

Abstract – *CTC 6000 overlay products is used as a protection for the main material from abrasion attacks. However, the drawback of this product is the limited availability of materials that can hamper the production process. Performing the overlay hardfacing method on ASTM A36 material is expected to replace CTC 6000 overlay products. The hardfacing welding process is carried out using special electrodes with high hardness, one of which is HV 800 (JIS DF3C-700-B). In welding the type of current polarity is important, because the electric current and the right welding procedure will affect the quality and mechanical properties of the weld. This study aims to determine the effect of polarity on the hardfacing process using HV 800 electrodes on the hardness value, microstructure and wear resistance properties. Hardness test results on specimens using AC polarity have a hardness value of 648.13 kgf/mm² and specimens using DCEP polarity have a hardness value of 629.65 kgf/mm². The wear resistance test results of the AC polarity specimen wear rate value of 0.82 μm/hour and the wear rate value of DCEP polarity specimens of 0.83 μm/hour. The results of microstructure testing of the hardfacing layer area were dominated by primary carbide dan austenite.*

Keyword: *hardfacing, HV 800, wear resistance, metallography, AC DC polarity, hardness test*

1. PENDAHULUAN

Dump hopper merupakan salah satu bagian dari *loading conveyor* berupa wadah untuk penyimpanan sementara material yang kemudian menuju pada *discharge chute*. Fungsi dari *discharge chute* adalah sebagai saluran keluarnya material yang dimuat oleh *hopper*. Salah satu komponen penting pada *discharge chute* ini adalah *liner*, dimana *liner* berfungsi untuk lapisan pelindung dinding dalam *discharge chute*. *Liner* didesain menggunakan bahan dasar yang sangat keras guna meningkatkan ketahanan aus akibat abrasi dan benturan dari material yang melewatinya. CTC 6000 merupakan salah satu material yang biasa digunakan sebagai material *liner*. Material ini memiliki sifat tahan aus yang sangat ekstrem dan dirancang untuk aplikasi yang mengalami abrasi parah dan benturan sedang.

Metode *hardfacing* merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja karbon rendah [1]. Selain meningkat kekerasan, manfaat *hardfacing* pun dapat meningkatkan ketahanan aus pada benturan, temperatur tinggi, ketahanan korosi serta sebagainya [2]. *Hardfacing* bukanlah sesuatu yang baru. Banyak industri yang menggunakannya sebagai material pada mesin produksi yang bekerja dengan cara bergesekan, hal ini bertujuan untuk mengurangi potensi kerusakan dalam waktu singkat sehingga dapat memperpanjang usia pemakaian dari alat tersebut.

Proses *hardfacing* dapat dilakukan dengan proses pengelasan menggunakan elektroda khusus yang memiliki kekerasan yang relatif tinggi [3]. Dalam praktek pengelasan benda kerja dengan arus AC dan arus DC sangat penting untuk diperhatikan. Karena dengan penggunaan arus listrik dan prosedur pengelasan yang tepat akan mempengaruhi kualitas lasan. Penggunaan las busur AC ataupun DC ketika pengelasan, hal tersebut memiliki pengaruh terhadap hasil mekanik las [4]. Selain itu, hasil mekanik las juga dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: jenis material, pemilihan *filler metal*, *position*, *preheat temperature*, *interpass temperature*, *post weld heat treatment*, dan teknik yang akan digunakan (*multiple to single layer*) [5].

Maka dari itu diharapkan metode *hardfacing* dapat menggantikan material CTC 6000 sebagai sebuah *liner*. CTC 6000 diketahui memiliki kekerasan sekitar 700 HV. Elektroda HV 800 akan digunakan sebagai logam pengisi pada proses *hardfacing* karena memiliki spesifikasi kekerasan yang serupa. Proses pengelasan dilakukan dengan variasi polaritas AC dan DCEP untuk membandingkan hasil pengelasan sehingga didapatkan kualitas pengelasan yang terbaik.

2. METODOLOGI .

Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah ASTM A36 dengan dimensi 150x150x10 mm. Tes kupon sebanyak 1

buah pada masing-masing variasi polaritas, sehingga total tes kupon sebanyak 2 buah. Variasi polaritas yang digunakan adalah AC dan DCEP. Elektroda yang digunakan adalah E309 sebagai *buffer layer* dan HV 800 sebagai *hardfacing layer*. Parameter pengelasan disesuaikan spesifikasi elektroda, dimana arus yang digunakan pada kedua variasi sebesar 120A untuk *buffer layer* dan 150A untuk *hardfacing layer*. Setelah proses pengelasan selesai dilakukan, tes kupon dipotong dan dibentuk menjadi spesimen siap uji. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian kekerasan, pengujian metallografi, dan pengujian ketahanan aus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengamatan Visual

Pengamatan visual yang dilakukan mengacu pada standar kriteria ASME section IX QW-193.1.1. Hasil pengamatan visual pada hasil *hardfacing* ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Visual

Dari hasil uji visual yang telah dilakukan pada kedua spesimen *hardfacing* menunjukkan adanya indikasi *crack* pada spesimen yang menggunakan polaritas AC. Selain itu terdapat perbedaan bentuk pada hasil pengelasan. *Layer* pada spesimen A yang dilas menggunakan polaritas AC terlihat bercampur sehingga tidak nampak jalur las pada antar *pass*, berbeda dengan spesimen B yang dilakukan pengelasan menggunakan polaritas DCEP jalur las terlihat lebih jelas.

3.2 Hasil Uji Liquid Penetrant

Pengujian *liquid penetrant* dilakukan untuk mengetahui adanya indikasi baik *linier* maupun *rounded* yang muncul pada permukaan pengelasan. Hasil pengujian *liquid penetrant* pada hasil pengelasan *hardfacing* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Hasil Uji Liquid Penetrant

Pada pengujian *liquid penetrant* diatas dapat dikatakan bahwa spesimen yang menggunakan polaritas AC menunjukkan adanya indikasi linier pada permukaan, sedangkan pada spesimen dengan polaritas DCEP tidak ditemukan adanya indikasi.

Pengelasan *hardfacing* yang dilakukan pada spesimen polaritas AC menunjukkan adanya keretakan pada deposit las nya. Beberapa literatur menyebutnya dengan *cross-checking*, atau biasa disebut dengan *relief-check cracks*. Hal ini disebabkan oleh sistem paduan yang terdiri dari kromium karbida didalam *iron-base matrix*. Kemunculan ini wajar terjadi karena *check crack* ini membantu melepaskan tegangan yang dihasilkan dari proses pembekuan hasil pengelasan dan proses pendinginan pada temperatur ruangan [6].

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan

Berikut merupakan nilai pada hasil pengujian kekerasan pada spesimen polaritas AC dan DCEP.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Spesimen	Daerah	ID	Nilai Kekerasan (kgf/mm ²)	Rata-rata Kekerasan (kgf/mm ²)
A (Polaritas AC)	Base Metal	1	147,44	142,66
		2	139,43	
		3	141,12	
	Buffer Layer	1	208,94	211,4
		2	215,61	
		3	209,77	
	Hardfacing Layer 1	1	517,94	512,99
		2	511,21	
		3	509,82	
	Hardfacing Layer 2	1	590,52	596,95
		2	599,48	
		3	600,86	
Hardfacing Layer 3	1	654,57	648,13	
	2	645,90		
	3	643,92		
B (Polaritas DCEP)	Base Metal	1	147,44	142,66
		2	139,43	
		3	141,12	
	Buffer Layer	1	210,28	212,31
		2	211,76	
		3	214,89	
	Hardfacing Layer 1	1	542,66	557,57
		2	556,65	
		3	573,40	
	Hardfacing Layer 2	1	586,12	588,98
		2	582,34	
		3	598,49	
Hardfacing Layer 3	1	634,17	629,65	
	2	624,44		
	3	630,34		
C	Base Metal	1	159,62	159,24
		2	161,69	
		3	156,42	

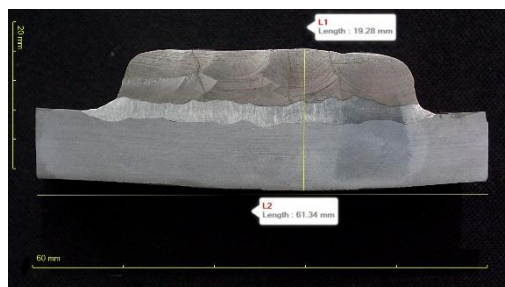
Spesimen	Daerah	ID	Nilai Kekerasan (kgf/mm ²)	Rata-rata Kekerasan (kgf/mm ²)
(Material CTC 6000)	Hardfacing Layer 1	1	666,63	669,04
		2	673,84	
		3	666,64	
	Hardfacing Layer 2	1	700,16	700,65
		2	701,40	
		3	700,40	

Dari di atas dapat diketahui *base metal* pada material CTC 6000 memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi. Pada daerah *buffer layer* hasil pengelasan yang menggunakan polaritas AC dan DCEP memiliki nilai kekerasan yang relatif sama, sedangkan material CTC 6000 tidak memiliki nilai kekerasan *buffer layer* karena tidak menggunakan *buffer layer* sebagai perantara antara *base metal* dengan *hardfacing layer*.

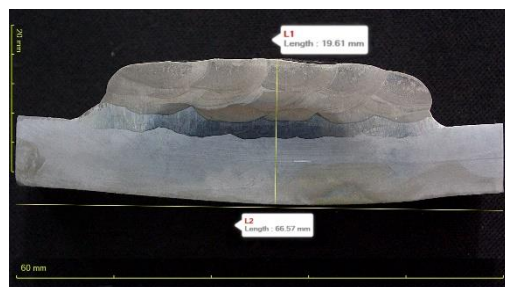
Nilai kekerasan pada daerah *hardfacing layer* yang menggunakan elektroda HV 800 telah sesuai dengan nilai kekerasan spesifikasi elektroda tersebut pada tiap *layer*-nya. Pada *layer* teratas, proses pengelasan *hardfacing* menggunakan polaritas AC cenderung memiliki nilai kekerasan yang lebih besar daripada proses yang menggunakan polaritas DCEP. Polaritas dapat dikatakan berpengaruh pada kekerasan *layer* hasil *hardfacing*, khususnya pada *layer* teratas. Hal ini diakibatkan panas yang dihasilkan oleh polaritas AC cenderung lebih besar sehingga cairan elektroda cenderung cepat melebur dan menyebar.

3.4 Hasil Pengujian Metallografi

Hasil pengamatan makro pada masing-masing spesimen dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



(a)

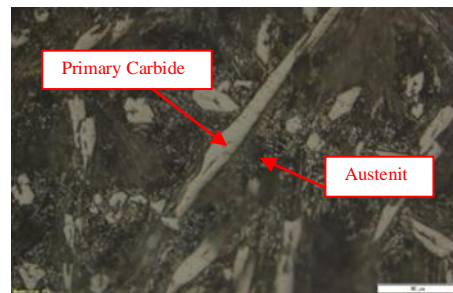


(b)

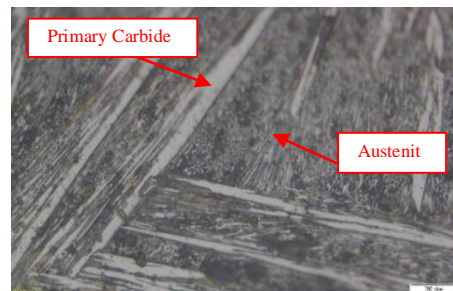
Gambar 3. Hasil Pengamatan Makro (a)polaritas AC; (b)polaritas DCEP

Gambar di atas menunjukkan potongan melintang pada hasil proses *hardfacing* ASTM 36 dengan penambahan *layer* menggunakan elektroda E309 dan HV 800. Terlihat pada penampang logam las spesimen *hardfacing* pada variasi polaritas AC ditemukan *crack*. Selain itu hasil foto makro diatas menunjukkan perbedaan kedalaman penetrasi pada masing-masing spesimen. Pada spesimen yang menggunakan polaritas DCEP memiliki penetrasi yang lebih dalam dibandingkan dengan spesimen yang menggunakan polaritas AC.

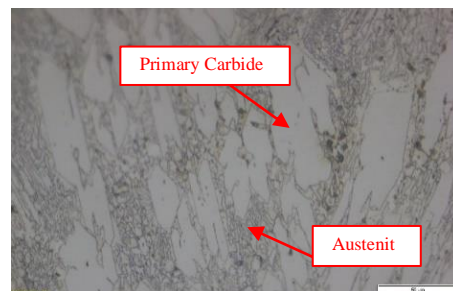
Hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *hardfacing layer* spesimen polaritas AC dan DCEP serta material CTC 6000 ditunjukkan pada gambar berikut ini:



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Hasil Struktur Mikro *Hardfacing Layer* Perbesaran 500x (a) Polaritas AC (b) Polaritas DCEP (c) Material CTC 6000

Gambar diatas merupakan struktur mikro pada daerah hasil *hardfacing layer* teratas. Dari pengujian struktur mikro ini menunjukkan bahwa fasa yang terbentuk dari hasil *hardfacing* mirip dengan fasa yang terbentuk pada material CTC 6000.

Fasa yang terbentuk pada ketiga spesimen adalah *primary carbide* dan austenit dimana

partikel *primary carbide* merata dalam matrik austenit. Matrik austenit terlihat berwarna gelap dan *primary carbide* yang tampak berwarna putih atau terang. Nilai kekerasan *primary carbide* jauh lebih tinggi daripada austenit, maka dari itu semakin banyak *primary carbide* yang dihasilkan daripada austenit maka semakin tinggi pula nilai kekerasan yang dicapai pada hasil logam las tersebut.

3.5 Hasil Pengujian Ketahanan Aus

Pengujian Ketahanan aus merupakan pengujian yang digunakan untuk melihat nilai laju keausan daripada material hasil proses *hardfacing*. Pengujian yang dilakukan menggunakan alat *Universal Tribometer*. Prinsip pengujian ini adalah dengan menghitung nilai keausan yang terjadi setelah spesimen diekspos dengan piringan abrasif yang berputar dengan kecepatan 200-250 rpm selama kurang lebih 1 jam. Nilai pengujian ketahanan aus dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Ketahanan Aus

Spesimen	Nilai Laju Keausan ($\mu\text{m}/\text{jam}$)
A (Polaritas AC)	0,82
B (Polaritas DCEP)	0,83
C (Material CTC 6000)	0,75

Tabel diatas menunjukkan hasil pengujian ketahanan aus pada masing-masing spesimen. Data yang dihasilkan berupa nilai dari laju keausan dari masing-masing spesimen pada *layer* teratas hasil pengelasan *hardfacing*. Pada spesimen A yang menggunakan polaritas AC memiliki nilai laju keausan sebesar 0,82 $\mu\text{m}/\text{jam}$ sehingga nilai ini lebih kecil daripada spesimen B yang menggunakan polaritas DCEP dengan nilai laju keausan sebesar 0,83 $\mu\text{m}/\text{jam}$. Hal ini sebanding dengan nilai kekerasannya. Nilai laju keausan pada material CTC 6000 merupakan nilai laju keausan paling kecil diantara 3 spesimen yang diuji dengan nilai sebesar 0,75 $\mu\text{m}/\text{jam}$, yang juga sebanding dengan nilai kekerasannya yang paling keras diantara 2 spesimen uji lainnya.

3.6 Pembahasan

Pada hasil pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa variasi polaritas pada proses pengelasan *hardfacing* berpengaruh pada nilai kekerasan dan nilai ketahanan aus. Hal tersebut dapat disebabkan oleh *heat input* yang berbeda pada masing-masing variasi polaritas.

Kekerasan yang didapat pada variasi polaritas AC pada *layer hardfacing* teratas sebesar 648,13

kgf/mm² dan pada variasi polaritas DCEP pada *layer hardfacing* teratas sebesar 629,65 kgf/mm². Dari nilai tersebut dapat dikatakan bahwa nilai kekerasan yang didapat pada variasi polaritas AC lebih besar dibandingkan dengan variasi polaritas DCEP. Selain itu didapat juga nilai kekerasan pada material CTC 6000 *layer* teratas sebesar 700,65 kgf/mm².

Nilai laju keausan yang didapatkan pada variasi polaritas AC sebesar 0,82 $\mu\text{m}/\text{jam}$ dan pada variasi polaritas DCEP didapatkan nilai sebesar 0,83 $\mu\text{m}/\text{jam}$. Sehingga nilai laju keausan yang didapat pada variasi polaritas AC lebih kecil dibandingkan dengan variasi polaritas DCEP. Selain itu didapat juga nilai laju keausan pada material CTC 6000 sebesar 0,75 $\mu\text{m}/\text{jam}$. Dari data pengujian diatas dapat dikatakan ada hubungan antara nilai kekerasan dengan laju keausan, dimana semakin besar nilai kekerasan maka semakin kecil nilai laju keausannya.

Namun perbedaan masukan panas tidak membuat perbedaan pada struktur mikro yang dihasilkan pada masing-masing spesimen. Pada daerah *hardfacing layer* terdapat struktur mikro berupa *austenite* dan *primary carbide*. Karbida ini yang menyebabkan kenaikan kekerasan yang cukup signifikan dari *buffer layer* hingga *hardfacing layer*. Selain itu karbida dapat meningkatkan ketahanan aus pada material. Hal ini juga selaras dengan struktur mikro yang terjadi pada material CTC 6000 yang juga terdapat fasa karbida sehingga material ini memiliki nilai kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian kekerasan *hardness vickers* menunjukkan bahwa jenis polaritas mempengaruhi nilai kekerasan pada material hasil pengelasan *hardfacing*. Pengelasan menggunakan polaritas AC memiliki nilai kekerasan lebih tinggi daripada menggunakan polaritas DCEP.
2. Dari hasil pengujian ketahanan aus menunjukkan bahwa jenis polaritas mempengaruhi nilai ketahanan aus pada material hasil *hardfacing*. Pengelasan menggunakan polaritas AC memiliki nilai laju keausan lebih kecil daripada menggunakan polaritas DCEP. Selain itu, dari hasil pengujian ketahanan aus menunjukkan bahwa nilai ketahanan aus sebanding dengan nilai kekerasan.
3. Struktur mikro yang didapatkan dari proses *hardfacing* pada daerah *hardfacing layer* struktur mikro yang dihasilkan adalah *primary carbide* dan *austenite*.

5. PUSTAKA

- [1] Chotěborský, R. (2008). Abrasive wear of high chromium Fe-Cr-C hardfacing alloys. *Research in Agricultural Engineering*, 192-198.
- [2] Singh, H. (2014). Studies the Effect of Iron Based Hardfacing Electrodes on Stainless Steel Properties Using Shield Metal Arc Welding Process. *International Journal of Research in Advent Technology*, 2321-963.
- [3] Susteyo, F., Basori, I., & Maryanto, D. (2020). Pengaruh Direct dan In-Direct Quenching Dengan Media Air Terhadap Kekerasan Hasil Hardfacing Baja Karbon. *Jurnal Asimetrik*, 125-131..
- [4] Group, W. A. (2017). *Fundamental of Hardfacing by Fusion Welding*.
- [5] ASME. (2019). *Sec IX Welding Brazing and Fusing Qualification*. New York.
- [6] *Materials and Applications* vol. 4 (2011).