

## PENERAPAN METODE *HARDFACING* UNTUK MENGATASI KEAUSAN AKIBAT ABRASI PADA *TRACK SHOE EXCAVATOR PC 75UU-3*

Mohamad Anas Fikri<sup>1\*</sup>, Auliana Diah Wilujeng<sup>2</sup>, Akhmad Khoirun Ni'am Hidayat<sup>3</sup>,  
Ayus Wahyudi<sup>4</sup>, Muhammad Farhan Abdillah<sup>5</sup>  
*Jurusan Teknik Mesin Alat Berat Politeknik Negeri Madura, Sampang*

### ABSTRACT

Hardfacing is the thickening of the material surface by welding process using an arc or plasma to melt the base metal, which aims to form a layer that is corrosion-resistant, wear-resistant, and resistant to heat that occurs. In this research, hard facing with SMAW welding process for track shoe excavator components PC75UU-3 was carried out. The parameters that are varied the differences of the 3 types of electrodes, namely HV-450/AWS A5. 13 EFe2, HV-600/AWS A5.13 EFe3, and ESAB/AWS EZ Fe14 and current variations of 120 A, 140 A, and 160 A. Hardfacing results were tested by tensile test and hardness test method (Vickers method). This study found that the greatest tensile strength value was obtained from the use of the ESAB/AWS EZ Fe14 electrode with a current of 160 A, which was 469.76 MPa. The highest hardness value was obtained from the use of the ESAB/AWS EZ Fe14 electrode with a current of 160 A, which was 48.5 HRC. Based on the comparison of trackhoe material specification data, with a target hardness threshold value of 42-49 HRC and tensile strength >455.71 MPa, the hardfacing test results are in the range of eligibility criteria according to the required specifications.

**Keywords:** *Hardfacing, Current, Elektrode, Tensile, Vickers*

### ABSTRAK

Hardfacing adalah penebalan permukaan material dengan proses pengelasan menggunakan busur api atau plasma untuk melebur logam dasar, yang bertujuan membentuk lapisan yang tahan korosi, tahan keausan dan tahan terhadap panas yang terjadi pada permukaan material. Pada penelitian ini dilakukan hardfacing dengan proses las SMAW untuk komponen trackshoe excavator PC75UU-3. Parameter yang divariasikan dalam proses hardfacing ini adalah perbedaan karakteristik dari 3 jenis elektroda yaitu HV-450/AWS A5. 13 EFe2, HV-600/AWS A5.13 EFe3 dan ESAB/AWS EZ Fe14 dan variasi arus 120 A, 140 A dan 160 A. Pengujian hasil hardfacing dilakukan dengan metode uji tarik dan uji kekerasan (metode vickers). Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa nilai kekuatan tarik terbesar diperoleh dari penggunaan elektrode ESAB/AWS EZ Fe14 dengan arus 160 A yaitu sebesar 469,76 MPa. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh dari penggunaan elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 dengan arus 160 A yaitu sebesar 48,5 HRC. Berdasarkan komparasi data spesifikasi material trackshoe, dengan target nilai ambang batas kekerasan 42-49 HRC dan kekuatan tarik >455,71 MPa, maka hasil pengujian hasil hardfacing berada pada range kriteria kalayakan sesuai spesifikasi yang dibutuhkan sehingga metode hardfacing dengan karakteristik elektroda dan arus terpilih direkomendasikan sebagai metode repair permukaan pada trackshoe excavator.

**Kata Kunci:** *Hardfacing, Arus, Elektroda, Tensile, Vickers*

### 1. PENDAHULUAN

Frekuensi penggunaan alat berat yang sangat tinggi dan menjadi peranan vital dalam perkembangan teknologi industri seperti *infrastructure*, pertambangan, *property*, pertanian dan masih banyak lagi. Salah satu unit alat berat yang memiliki peran penting dalam industri alat berat adalah *excavator*[1]. *Excavator* memiliki dua jenis roda penggerak, ada yang menggunakan roda dari ban yang disebut *wheel excavators* digunakan untuk medan yang rata dan padat, dan ada yang menggunakan roda dari rantai besi yang disebut *crawler excavator*, roda penggerak ini biasanya digunakan pada medan yang berkerikil atau berbatu. Kerusakan yang sering terjadi biasanya terdapat pada *undercarriage excavator*. Bagian dari *undercarriage* yang langsung bergesekan dengan tanah adalah *track shoe*. Salah satu kerusakan yang terjadi pada *track shoe* adalah adanya abrasi, bengkok maupun aus pada *track shoe*, sehingga pemilihan *track shoe* pada *undercarriage* harus disesuaikan dengan medan kerja.

*Undercarriage* merupakan komponen yang sangat vital dari sebuah *crawler tracktor*. Komponen-komponen *undercarriage* harus dilakukan perbaikan atau penggantian secara berkala, sebab jika tidak dilakukan tindakan tersebut, maka akan berakibat pada menurunnya performa dari unit tersebut, sehingga

\* Korespondensi penulis: Mohammad Anas Fikri, email: [fikri@poltera.ac.id](mailto:fikri@poltera.ac.id)

\*\* Mahasiswa tingkat Diploma (D3)

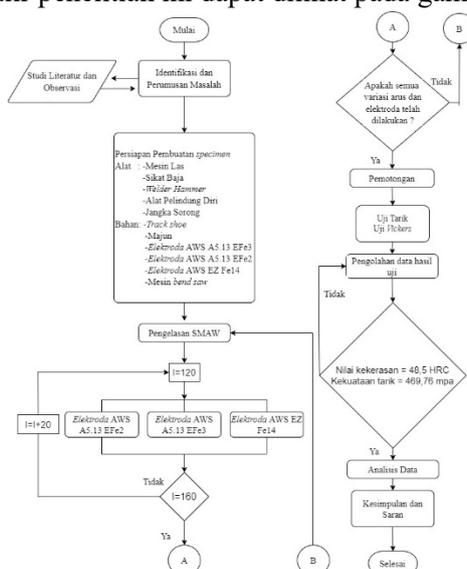
pengguna harus mengeluarkan banyak biaya untuk perawatan *undercarriage*. Untuk meminimalisir biaya perawatan alat tanpa menggunakan sparepart yang biaya penggantinya cukup mahal, maka dapat dilakukan salah satu cara *rebuild* atau perbaikan pada keausan adalah dengan menggunakan proses pengelasan yaitu metode *hardfacing* [1].

Berdasarkan penjelasan pada alinea sebelumnya akan dilakukan penelitian tentang penerapan metode *hardfacing* untuk mengatasi keausan akibat abrasi pada *trackshoe excavator PC 75UU-3*.

## 2. METODE PENELITIAN

### Diagram Alir

Dalam proses pengerjaan penerapan metode *hardfacing* maka diperlukan diagram alir agar penelitian menjadi terarah. Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### Alat dan Bahan

Proses penelitian ini menggunakan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membantu dalam proses penelitian. Alat yang digunakan adalah: Mesin las SMAW, Mesin *bench saw*, Alat pelindung diri, Mesin uji kekerasan Vickers, dan Mesin uji tarik. Sedangkan Bahan yang digunakan dalam proses pengelasan dengan metode *hardfacing* ini adalah sebagai berikut: Elektroda AWS A5. 13 EFe2, AWS A5.13 Efe3 dan AWS EZ Fe14, *Track shoe excavator PC 75UU-3* dengan material bahan AISI 1526, *Plastic mounting*, dan Mesin Amplas

### Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Pembuatan spesimen uji tarik dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode *hardfacing* terhadap kekuatan tarik. Adapun cara pembuatan spesimen uji tarik adalah sebagai berikut: Menyiapkan alat dan bahan, Proses *hardfacing* dilakukan pada seluruh spesimen uji tarik satu sisi menggunakan variasi elektroda AWS A5. 13 EFe2, AWS A5.13 Efe3 dan AWS EZ Fe14. Variasi arus dari setiap elektroda adalah 120A, 140A dan 160A, dan Pemotongan plat AISI 1526 sesuai dengan spesimen uji tarik.

### Proses Pembuatan Spesimen Uji Kekerasan

Proses pembuatan *spesimen* uji kekerasan diawali dengan langkah-langkah pengerjaan yang sesuai. Kemudian dilanjutkan dengan pemotongan *track shoe* hasil *hardfacing* secara melintang. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan spesimen uji kekerasan. Pembuatan *spesimen* uji dimulai dengan memotong *track shoe* hasil *hardfacing* menggunakan mesin potong *bench saw*.

### Proses Pengujian

#### Proses Uji Vickers

Untuk melakukannya perlu prosedur sebagai berikut: Menyiapkan alat uji *rockwell vickers*, mempersiapkan *specimen* uji, membersihkan dan menghaluskan permukaan *specimen* uji, membuat *plastic mounting*, mengambil data pada alat *Vickers*, memasang indenter sesuai jenis pengujian dan skala yang ditentukan, meletakkan spesimen yang akan diuji pada landasan alat uji *hardness vickers*, menyetel beban yang disesuaikan dengan proses penekanan, dan untuk mengetahui nilai kekerasan yang dihasilkan, dapat dilihat pada *dial indicator*.

#### Proses Uji Tarik

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut: Menyiapkan mesin dan spesimen uji tarik, Spesimen uji tarik harus memenuhi standar dan spesifikasi ASTM E 8M-04, Benda uji mulai menerima beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik mulai dari 0 kg sampai benda patah pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut, Benda uji yang telah putus kemudian diukur seberapa besar penampang dan panjang benda uji setelah patah, dan Mencatat kuat tarik, kuat luluh, elongasi.

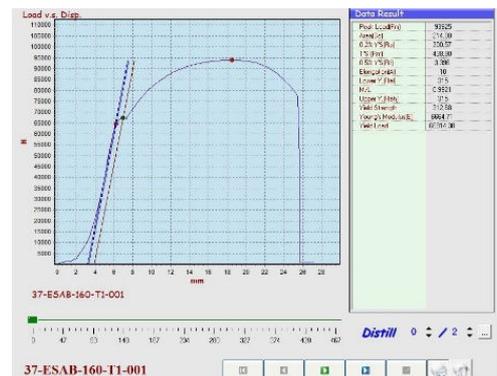
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Perhitungan Uji Tarik

Berikut adalah contoh perhitungan untuk mengetahui kekuatan tarik pada spesimen ESAB/AWS EZ Fe14 pada arus 160.



Gambar 2. Desain, hardfacing, dan specimen tensile



Gambar 3. Hasil uji tarik spesimen ESAB 160A

Tegangan yield ( $\sigma_y$ )

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{P_y}{A_o} \\ &= \frac{6.825,26676 \text{ kgf}}{200 \text{ mm}^2} \\ &= 34,1263338 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \\ &= 34,1263338 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} * 9,80665 \\ &= 334,66501136 \text{ mpa} \end{aligned}$$

Beban yield ( $P_y$ )

$$\begin{aligned} P_y &= 66.914,38 \text{ N} \\ &= \frac{66.914,38 \text{ N}}{1000} \\ &= 66,91438 \text{ kN} = 66,91438 * 102 \\ &= 6.825,26676 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Tegangan yield ( $\sigma_y$ )

Beban ultimate ( $P_u$ )

$$\begin{aligned} P_u &= 93.925 \text{ N} \\ &= \frac{93.925 \text{ N}}{1000} = 93,925 \text{ kN} \\ &= 93,925 * 102 = 9.580,35 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Tegangan ultimate/Kekuatan Tarik ( $\sigma_u$ )

$$\begin{aligned} \sigma_u &= \frac{P_u}{A_o} = \frac{9.580,35 \text{ kgf}}{200 \text{ mm}^2} \\ &= 47.90175 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} * 9,80665 \\ &= 469,76 \text{ mpa} \end{aligned}$$

Elongation ( $\epsilon$ ) =  $\frac{\Delta L}{L_o}$

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_1 - L_o \\ &= 280 - 254 = 26 \\ \epsilon &= \frac{\Delta L}{L_o} 100\% = \frac{26}{254} 100\% = 10 \end{aligned}$$

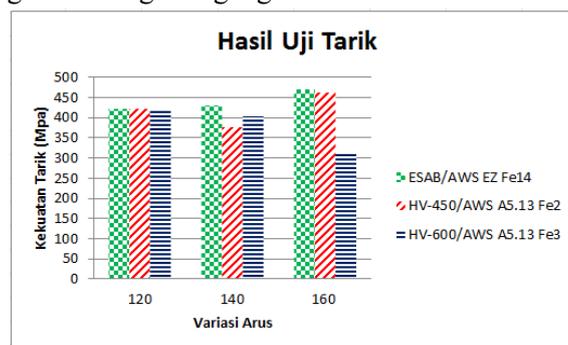
$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{P_y}{A_s} = \frac{6.825,26676 \text{ kgf}}{200 \text{ mm}^2} \\ &= 34,1263338 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \\ &= 34,1263338 \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} * 9,80665 \\ &= 334,66501136 \text{ MPa.} \end{aligned}$$

Tabel 1 merupakan data yang diperoleh setelah melakukan pengolahan data.

Tabel 1. Hasil Olah Data Uji Tarik

Elektroda	Arus	$\sigma_{yield}$ (Mpa) (Tegangan Tarik)	$\sigma_{Ultimate}$ (Mpa) (Kekuatan Tarik)
Raw Material	-	314,19	455,71
ESAB/AWS EZ Fe14	120	266,54	422,68
	140	277,72	429,77
	160	334,66	469,76
AWS A5.13 Efe2	120	343,40	422,59
	140	228,74	376,14
	160	340,25	462,95
AWS A5.13 Efe3	120	422,84	422,84
	140	403,33	403,32
	160	220,98	310,43

Berdasarkan tabel 1, kemampuan bahan dalam uji tarik memiliki nilai kekuatan tarik berbeda-beda, diketahui pada *raw material* didapatkan nilai kekuatan tarik sebesar 455,71 Mpa, untuk nilai kekuatan tarik tertinggi melebihi kekuatan tarik *raw material* adalah elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 pada arus 160A, yaitu dengan nilai kekuatan tarik sebesar 469,76 Mpa dan nilai kekuatan tarik tertinggi kedua yaitu pada elektroda HV450/AWS A5.13 Efe2 pada arus 160A dengan nilai kekuatan tarik sebesar 462,95 MPa, sedangkan elektroda HV-600/AWS A5.13 Efe2 tidak mencapai kekuatan tarik *raw material*. Dari tabel 1 tersebut dapat digambarkan dalam bentuk diagram batang sebagai gambar 4 berikut:



Gambar 4 Diagram Batang Hasil Perhitungan Uji Tarik

Pada diagram batang dapat diketahui pengaruh dari setiap elektroda berdasarkan arus yang diterapkan. Pada elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 dengan variasi arus 120A, 140A, 160A memiliki hasil kekuatan tarik yang stabil. Semakin tinggi arus maka nilai kekuatan tarik semakin besar. Hal ini disebabkan arus pengelasan tinggi menghasilkan ukuran butir yang lebih besar, jarak antar butiran semakin dekat, semakin kuat ikatannya sehingga menyebabkan kekuatan tarik akan meningkat.

### Hasil Uji Kekerasan

Tabel 2 berikut ini merupakan data yang diperoleh setelah melakukan pengolahan data hasil uji kekerasan.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan

Arus	Elektroda	d1	d2	HVN	Rata-rata HVN	HRC
120	ESAB/AWS EZ Fe14	0,2222	0,2263	369,0	374,4	38,2
		0,2307	0,2370	361,4		
		0,2243	0,2242	393,0		
	HV-600/ AWS A5.13 Efe3	0,2700	0,2608	280,4	268,7	25,3
		0,2765	0,2728	262,0		
		0,2685	0,2788	263,8		
	HV-450/ AWS A5.13 Efe2	0,2435	0,2540	319,3	362,2	37,0
		0,2256	0,2339	374,4		
		0,2265	0,2370	393,0		
140	ESAB/AWS EZ Fe14	0,2575	0,2605	294,6	404,6	41,3
		0,2072	0,2156	442,0		
		0,2042	0,2028	477,4		
	HV-600/ AWS A5.13 Efe2	0,2855	0,2903	238,4	256,1	23,5
		0,2585	0,2594	294,7		
		0,2893	0,2904	235,2		
	HV-450/ AWS A5.13 Efe2	0,2251	0,2327	377,2	371,5	38,1
		0,2328	0,2399	353,8		
		0,2238	0,2301	383,6		
160	ESAB/AWS EZ Fe14	0,2444	0,2434	332,2	492,2	48,5
		0,1816	0,1902	571,7		
		0,1836	0,1879	572,9		
	HV-600/ AWS A5.13 Efe3	0,2841	0,2799	248,4	339,8	34,5
		0,2440	0,2477	326,9		
		0,2083	0,2135	444,3		
	HV-450/ AWS A5.13 Efe2	0,2542	0,2657	292,4	404,5	41,2
		0,2085	0,2123	446,3		
		0,1998	0,2081	475,0		

Berdasarkan tabel 2 nilai rata-rata uji kekerasan perbandingan antara variasi arus dan variasi elektroda memiliki nilai kekerasan yang berbeda-beda. Nilai aturan spesifikasi kekerasan pada *Raw Material Track shoe* adalah 42-49 HRC. Dari hasil proses pengujian didapatkan nilai kekerasan tertinggi adalah pada elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 arus 160 dengan nilai 48,5 HRC. Untuk nilai kekerasan yang mendekati nilai aturan spesifikasi penggunaan nilai *Raw Material Track shoe* adalah elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 dengan parameter arus 140 didapat nilai kekerasan 41,3 HRC. Untuk elektroda HV-450/AWS A5.13 Efe2 dengan parameter 160 didapatkan nilai kekerasan sebesar 41,2 HRC.

**Perhitungan**

Berikut adalah contoh perhitungan untuk mengetahui kekuatan tarik pada spesimen ESAB/AWS EZ Fe14 pada arus 120.

$$HVN = \frac{2P \sin \left(\frac{\theta}{2}\right)}{D^2} \tag{1}$$

$$HVN = \frac{2P \sin \left(\frac{136^\circ}{2}\right)}{D^2} \tag{2}$$

$$HVN = \frac{2P \sin 68}{D^2} \tag{3}$$

$$HVN = (1,854 \frac{P}{D^2}) \tag{4}$$

$$HVN = (1,854 \frac{P}{\left(\frac{d1+d2}{2}\right)^2}) \tag{5}$$

Diketahui:

d1 = 0,2222

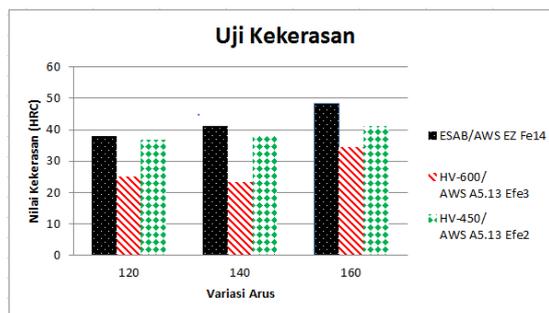
d2 = 0,2263

$$HVN = (1,854 \frac{10}{\left(\frac{0,2222+0,2263}{2}\right)^2})$$

HVN = 18,54\*0,0502432225

HVN = 369,0

Dari hasil uji kekerasan pada tabel 5 dan contoh perhitungan, didapatkan diagram batang pada gambar 5, berikut ini:



**Gambar 5** Hasil Uji Kekerasan

Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 memiliki nilai kekerasan tertinggi disetiap variasi arus. Oleh karena itu disarankan untuk menggunakan elektroda tipe ini dengan parameter arus 160 untuk melakukan *hardfacing*. Untuk elektroda HV-600/AWS A5.13 Efe3 nilai yang dihasilkan dari setiap variasi parameter memiliki nilai kekerasan yang jauh dari nilai acuan spesifikasi kekerasan *raw material*. Oleh karena itu elektroda tipe ini tidak memenuhi dan tidak disarankan digunakan dalam proses *hardfacing*.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) Pengaruh variasi elektroda dan arus pengelasan terhadap kekerasan material adalah bahwa elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 dengan arus 160A memiliki nilai kekerasan tertinggi, yaitu 47,0 HRC; 2) Pada pengujian tarik, pengaruh variasi elektroda dan arus pengelasan terhadap kekuatan tarik adalah elektroda ESAB/AWS EZ Fe14 pada arus 160A memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu 469,76 Mpa; 3) Elektroda HV-600/AWS A5.13 Efe3 tidak direkomendasikan dalam proses *hardfacing*. Hal ini disebabkan nilai kekerasan dan nilai kekuatan tarik yang didapatkan berada diluar *range* acuan spesifikasi material.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada para pembimbing penelitian atas dedikasinya dalam Tridarma Perguruan Tinggi di Politeknik Negeri Madura sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sumar H. S. & Bambang Y, 2018, Pengaruh Kekuatan Bahan pada *Track Shoe Excavator* Menggunakan Pengujian *Abrasive Wear* dengan Metode *Ogoshi Universal High Testing*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] United Tractor. 2011. *Final Drive & Undercarriage, Basic Mechanicac Course*. Jakarta: PT United Tractor Tbk.
- [3] R.R Garbade, & N.B. Dhokey. 2020, *Overview on Hardfacing Processes, Materials and Applications, Departement of Metalurgy and Material Science, Collage of Engineering Pune 411005, India*.
- [4] S. Balaguru, & M. Gupta, 2020, *Hardfacing Studies of Ni Alloys*, VIT Bhopal University, Sehore, Madhya Pradesh, 466114, India.
- [5] M. L. Hakim dkk, 2020, Pengaruh Kekeuatan Bahan pada Carrier Roller Menggunakan Pengujian Kekerasan dan Keausan Ogoshi, Departement Teknik Mesin Universitas Islam Assyafi'iyah, Jakarta.
- [6] Dedy I, Rachmasari P.W, 2020, Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW dan MIG pada Pelat ASTM 36, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridharma, Balikpapan.