



Studi Lapisan Hasil Hardfacing Dengan Variasi Arus Dan Elektroda AWS A5.13 EFe2/A5.1 E7018

Studies of Hardfacing Layers with Current Variations and AWS A5.13 EFe2/AWS A.51 E7018 Electrode

Ferry Budhi Susetyo*, Himawan Hadi Sutrisno dan Rizchi Ayu Suryadewi
Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Rawamangun, Jakarta Timur, Indonesia

Informasi artikel

Diterima:
06/04/2021
Direvisi:
04/05/2021
Disetujui:
22/05/2021

Abstract

The current becomes a factor influencing the hardness value in the welding. The higher the welding current would affect the higher the hardness test results. If the current were used is low it will make it difficult to ignite the electric arc. Aims of this study to determine the effect of welding current (90, 110 and 130 A) and buffer layer on hardness, macro and microstructure layers are result from hardfacing using AWS A5.13 EFe2/AWS A.51 E7018 electrodes. The hardfacing process uses a Shielded Arc Metal Welding (SMAW) welding machine with DC+ polarity. Hardfacing consists of three layers, 1st layer uses AWS A5.13 EFe2 electrode, 2nd layer uses AWS A.51 E7018 electrode, and 3rd layer uses AWS A5.13 EFe2 electrode. The increase in hardness will occur significantly after hardfacing on the base metal. The higher welding current is resulting the higher hardness value. The hardness of the 130 A specimen is higher than 90 A and 110 A specimen. In the 130 A specimen the hardness value was 468.1 VHN, and in the 90 A specimen the hardness value was 358.94 VHN.

Keywords: hardfacing, hardness, currents, AWS A5.13 EFe2, AWS A5.1 E7018.

Abstrak

Pada saat pengelasan, arus menjadi faktor pengaruh pada nilai kekerasan. Semakin tinggi arus pengelasan maka hasil uji kekerasanpun akan semakin tinggi. Bila arus yang digunakan rendah maka akan menyebabkan penyalaan busur listrik menjadi sukar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh arus (90, 110 dan 130 A) dan *buffer layer* terhadap nilai kekerasan, struktur makro dan mikro hasil *hardfacing* menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2/AWS A5.1 E7018. Proses *hardfacing* menggunakan mesin las *Shielded Arc Metal Welding* (SMAW) dengan polaritas DC+. *Hardfacing* terdiri dari tiga lapis, dimana lapisan satu menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2, lapisan dua menggunakan elektroda AWS A5.1 E7018, dan lapisan tiga menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2. Peningkatan kekerasan akan terjadi secara signifikan setelah dilakukan *hardfacing* pada base metal. Pada spesimen semakin tinggi arus maka nilai kekerasannya akan meningkat. Kekerasan spesimen pada arus 130 A lebih tinggi jika dibandingkan dengan arus 90 A dan 110 A. Pada spesimen 130 A nilai kekerasan adalah 468,1 VHN, dan pada spesimen 90 A nilai kekerasan adalah 358,94 VHN.

Kata Kunci: *hardfacing*, kekerasan, arus, AWS A5.13 EFe2, AWS A5.1 E7018.

*Penulis Korespondensi. Tel.: - ; Handphone: +62 852 8788 8842
email : fbudhi@unj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam segala bidang kehidupan kian maju, salah satunya yakni dibidang pengelasan. Pada umumnya las digunakan untuk menyambung dua material (Soebagyo, dkk., 2019). Tidak hanya untuk penyambungan, proses las bisa digunakan untuk mempertebal permukaan material dengan tujuan menghasilkan susunan yang lebih keras (Oo dan Muangjunburee, 2018). Proses ini dimaksudkan agar lebih efisien dari segi biaya, karena material dasarnya menggunakan bahan yang lunak sedangkan pelapisnya menggunakan bahan yang lebih keras. Harga material dasar yang lebih lunak biasanya lebih murah jika dibandingkan dengan yang lebih keras. Material yang lebih lunak dalam hal ini biasa dikenal dengan material baja karbon rendah. Proses las sendiri umumnya diaplikasikan pada material baja karbon rendah (Gunawan, dkk., 2017).

Bucket merupakan komponen utama *excavator* yang terbuat dari material baja karbon rendah. Aplikasi baja karbon rendah sering kali digunakan karena material mudah dibentuk dan harga relatif murah. Meningkatkan kekerasan permukaan *bucket* sangat penting karena *bucket* bergesekan langsung dengan material yang dikerjakan. Sifat ketahanan suatu bahan terhadap penekanan dapat diukur dari tingkat kekerasannya (Haryadi, 2006). Kekerasan permukaan benda yang meningkat menyebabkan ketahanan aus benda tersebut pun meningkat (Pramono, 2011).

Metode *hardfacing* merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja karbon rendah (Chotěborský, dkk., 2008). Selain meningkat kekerasan, manfaat *hardfacing* pun dapat tingkatkan kekerasan pada keausan pada benturan, temperatur besar, ketahanan korosi serta sebagainya (Singh, 2014).

Pada saat pengelasan, arus menjadi faktor pengaruh pada nilai kekerasan. Semakin tinggi arus pengelasan maka hasil uji kekerasapun akan semakin tinggi (Basori dan Syamsuir, 2019). Bila arus yang

digunakan rendah maka akan menyebabkan penyalaan busur listrik menjadi sukar. Akibatnya busur listrik menjadi tidak stabil, bahan dasar dan elektroda tidak meleleh karna panas yang terjadi tidak cukup sehingga menghasilkan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusannya kurang dalam (Soleh, dkk., 2017). Namun sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan. Selain itu polaritas juga akan memberikan efek pada sifat mekanik, polaritas DC+ menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan polaritas lainnya.

Pada penelitian (Sopiyan, dkk., 2018) yang mengemukakan proses pengelasan dengan arus 110, 130 dan 150 A dengan las SMAW menggunakan elektroda JIS Z 3251 DF2A-350-R. Polaritas yang digunakan adalah DC+ dan pengelasan dilakukan hanya satu lapis, menghasilkan nilai uji keras tertinggi terdapat pada spesimen arus 150 A dengan nilai kekerasan 294,00 VHN dan nilai uji keras terendah terdapat pada spesimen arus 110A menghasilkan nilai kekerasan 16,77 VHN.

Penggunaan *buffer layer* telah banyak digunakan, seperti Inconel 52M *Clad* pada AISI 316L *Stainles Steel* (Lin, 2013). Penggunaan *buffer layer* umumnya digunakan untuk maksud tertentu seperti mengurangi tegangan dan menghindari retak (Shibe dan Chaula, 2013; Oo dan Muangjunburee, 2018).

Berdasarkan paparan di atas, dilakukan penelitian tentang pengaruh arus dan *buffer layer* terhadap nilai kekerasan hasil *hardfacing* menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2/AWS A5.1 E7018, untuk mengetahui perbandingan nilai kekerasan antara masing-masing spesimen dengan arus berbeda yang terdiri dari tiga lapis.

2. METODOLOGI

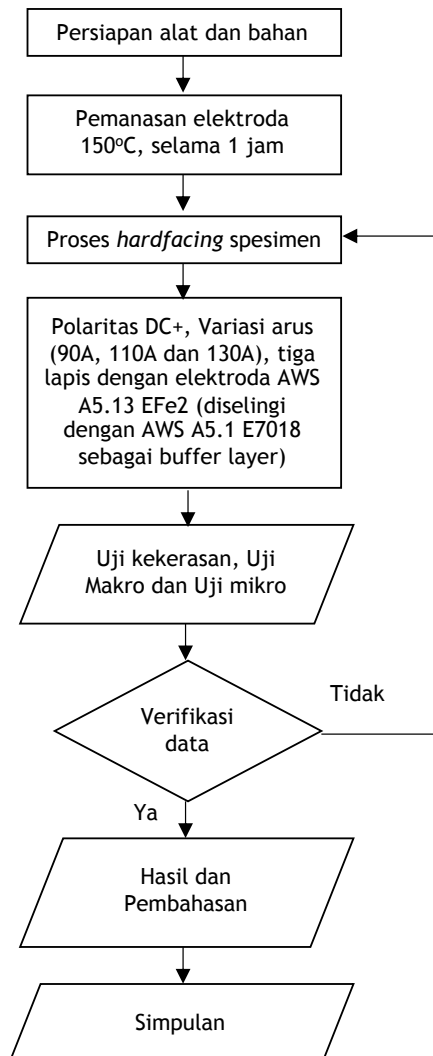
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium produksi dan material Teknik

Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta serta Laboratorium Metalurgi Universitas Indonesia.

Alur Penelitian

Penelitian diawali dengan proses *hardfacing*, kemudian proses uji keras, pengamatan struktur makro dan struktur mikro. Penjelasan mengenai prosedur penelitian dijelaskan dalam bentuk skema seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Sebelum proses *hardfacing* elektroda AWS A5.13 EFe2/AWS A5.1 E7018 dipanaskan dalam oven elektroda. Pemanasan dilakukan selama kurang lebih 1 jam dengan suhu 150 °C. Elektroda yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



(a)



(b)

Gambar 2. Elektroda (a) AWS A5.13 EFe2 dan (b) AWS A5.1 E7018

Proses *hardfacing* dilakukan dengan menggunakan arus (90, 110 dan 130 A) dan polaritas DC+. Mesin las yang digunakan yakni jenis SMAW (gambar 3) dengan sudut elektroda 70°(gambar 4).



Gambar 3. Mesin las



Gambar 4. Sudut pengelasan

Masing-masing spesimen 90, 110 dan 130 A dilakukan *hardfacing* sebanyak tiga lapis. Lapisan pertama menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2, lapisan kedua menggunakan elektroda AWS A5.1 E7018, dan lapisan ketiga menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2. Pada penelitian ini, pendinginan spesimen dilakukan secara alami. Artinya tidak menggunakan media apapun atau dibiarkan mendingin diruangan terbuka.

Sebelum proses *hardfacing* dilakukan, permukaan spesimen dibersihkan dari karat dengan menggunakan gerinda tangan. Setelah bersih kemudian proses *hardfacing* baru bisa dilakukan. Spesimen sebelum di *hardfacing* dapat dilihat pada gambar 5 dan spesimen yang telah di *hardfacing* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Spesimen sebelum di *hardfacing*



Gambar 6. Spesimen selesai *hardfacing*

Setelah dilakukan proses *hardfacing*, masing-masing spesimen dipotong menjadi dua bagian dengan ukuran ± 50 mm seperti pada gambar 7. Bagian pertama untuk dilakukan uji struktur mikro dan bagian kedua untuk dilakukan uji kekerasan serta struktur makro. Untuk spesimen akan diberikan nama sesuai dengan arus yang digunakan yaitu 90A, 110A dan 130A.



Gambar 7. Spesimen selesai di potong

Setelah spesimen selesai dipotong menjadi dua bagian kemudian spesimen dilakukan perataan pada daerah hasil lasan. Selanjutnya spesimen dilakukan uji kekerasan. Uji kekerasan menggunakan alat uji kekerasan *Vickers* tipe FV-3000e dengan beban 10kgf (gambar 8). Pengambilan data dilakukan sebanyak lima titik (pengulangan) pada masing-masing spesimen.



Gambar 8. Alat uji kekerasan

Setelah semua spesimen selesai dilakukan uji kekerasan kemudian dilakukan pemolesan untuk spesimen yang akan dilakukan uji makro, proses pemolesan hanya pada sisi kanan atau kiri spesimen. Proses pemolesan menggunakan amplas 80 dan 1000 kemudian spesimen dilakukan proses etsa dengan larutan H_2SO_4 selama kurang lebih dua menit waktu pencelupan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

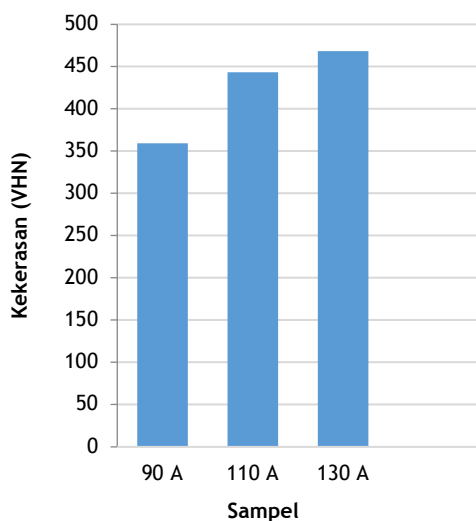
Hasil dan pembahasan pada penelitian ini meliputi Uji kekerasan, Foto makro dan mikro.

Hasil Uji Kekerasan

Hasil uji kekerasan dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil uji kekerasan

Spesimen	Titik Uji Kekerasan	Nilai Kekerasan (VHN)	Rata-Rata Kekerasan (VHN)
90 A	1	326,0	358,94
	2	353,6	
	3	389,1	
	4	361,4	
	5	364,6	
110 A	1	398,1	443,6
	2	429,8	
	3	472,0	
	4	436,9	
	5	481,2	
130 A	1	545,9	468,1
	2	464,0	
	3	447,7	
	4	439,1	
	5	443,8	



Gambar 9. Diagram hasil rata-rata uji kekerasan

Dapat dilihat pada tabel 1 dapat diketahui pada spesimen 90 A, 110 A dan 130 A, nilai kekerasan paling tinggi terdapat di spesimen 130 A yang dilakukan *hardfacing* dengan arus

130 A dengan nilai kekerasan 468,1 VHN. Sedangkan yang paling rendah terdapat pada spesimen 90 A dengan nilai kekerasan 358,94 VHN untuk lebih jelasnya bisa dilihat dalam gambar 9.

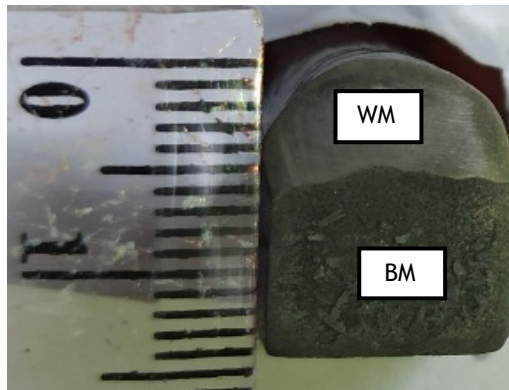
Tingkat kekerasan dari suatu material akan lebih tinggi seiring meningkatnya arus yang digunakan. Pada gambar 9 dapat diketahui nilai kekerasan rata-rata yang paling tinggi adalah pada spesimen 130 A yaitu 468,1 VHN, sedangkan nilai kekerasan rata-rata paling rendah adalah pada spesimen 90 A yaitu 358,94 VHN. Hal ini disebabkan karena kuat arus akan mempengaruhi hasil las, semakin tinggi arus pengelasan maka hasil uji kekerasanpun akan semakin tinggi. Bila arus pengelasan yang digunakan rendah maka akan menyebabkan penyalaan busur listrik menjadi sukar. Akibatnya busur listrik menjadi tidak stabil, bahan dasar dan elektroda tidak meleleh karena panas yang terjadi tidak cukup sehingga menghasilkan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusannya kurang dalam (Soleh, dkk., 2017).

Hal ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh (Sopiyan, dkk. 2018) yang mengemukakan kekerasan pada proses penebalan akan meningkat seiring meningkatnya arus. Terjadi kenaikan kekerasan secara signifikan ketika *base material* dilakukan proses *hardfacing*.

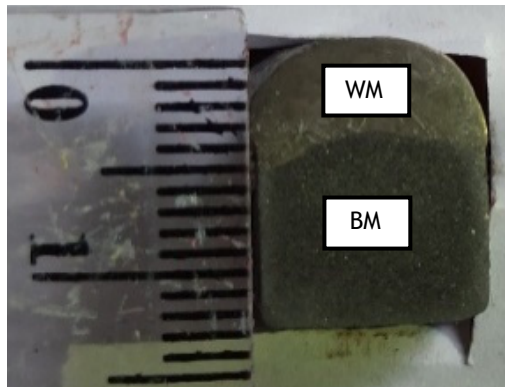
Hasil Foto Struktur Makro

Pada proses foto struktur makro ini bertujuan untuk mengetahui daerah batasan yang terdiri dari daerah *weld metal* (WM) dan daerah *base metal* (BM) pada *hardfacing* material di masing-masing spesimen. Foto makro didokumentasikan dengan menggunakan kamera digital dengan diberikan penggaris pada bagian kanan foto agar diketahui skala pada foto tersebut.

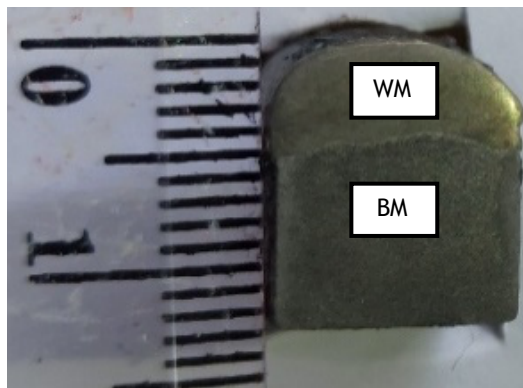
Pada gambar 10 dapat terlihat antara *weld metal* (WM) dan *base metal* (WM). Dapat diketahui hasil foto struktur makro bahwa tidak terdapat adanya cacat pengelasan baik pada daerah WM maupun BM, sehingga bisa dikatakan bahwa hasil lasan dapat diterima (Susetyo, dkk. 2020).



(a)



(b)

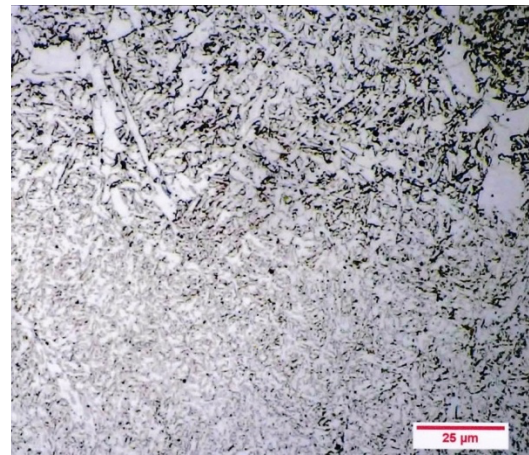


(c)

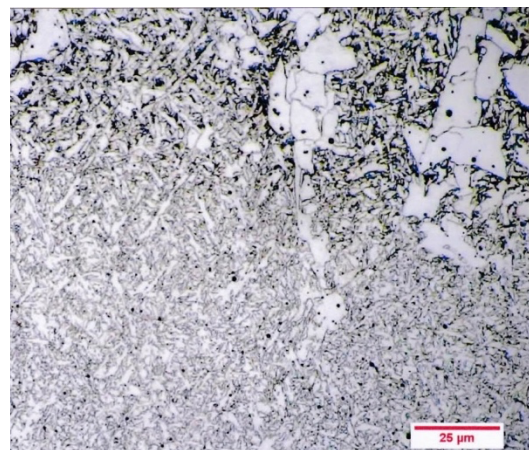
Gambar 10. Foto struktur makro (a) 90A (b) 110A (c) 130A

Hasil Foto Struktur Mikro

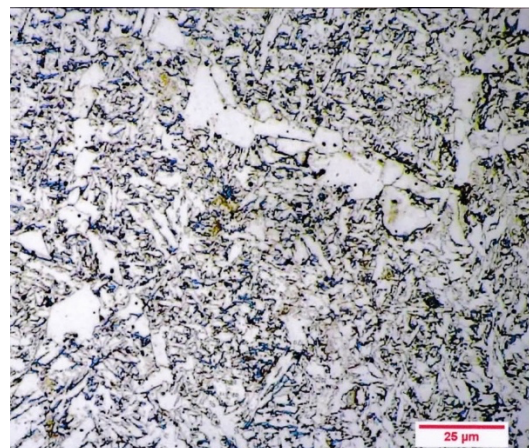
Pada proses foto struktur mikro ini bertujuan untuk mengetahui butir-butir yang terbentuk pada daerah *weld metal* (WM) pada *hardfacing* material di masing-masing spesimen. Foto mikro ini didokumentasikan dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 1000x. Sebelum didokumentasikan spesimen di etsa terlebih dahulu.



(a)



(b)



(c)

Gambar 11. Foto Struktur Mikro (a) 90A (b) 110A (c) 130A

Pada gambar 11 dapat terlihat bahwa hasil *hardfacing* menggunakan arus 90 A struktur mikro pada daerah WM menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit halus dan perlit.

Pada hasil *hardfacing* menggunakan arus 110 A struktur mikro pada daerah WM menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit dan perlit, butir perlit lebih halus jika dibandingkan dengan arus 90 A. Pada hasil *hardfacing* menggunakan arus 130 A struktur mikro pada daerah WM menunjukkan struktur yang terbentuk adalah ferit dan perlit, ukuran butir perlit lebih halus jika dibandingkan dengan arus 110 A. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh arus pengelasan terhadap hasil struktur mikro yang terbentuk.

Penelitian yang dilakukan oleh (Soleh, dkk., 2017) mengemukakan bahwa butir ferit berwarna putih (terang) dan cenderung lebih halus, sedangkan butir perlit lebih sedikit berwarna gelap dan butir lebih kasar. Butir perlit cenderung keras karena mengandung karbon, sedangkan butir ferit cenderung lunak.

Hal tersebut sebanding dengan penelitian yang dilakukan. Semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka butir-butir perlit yang terbentuk semakin mendominasi daerah WM pada *hardfacing* material.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil *hardfacing* tiga lapis pada baja karbon rendah menggunakan elektroda AWS A5.13 EFe2 dengan variasi arus dan *buffer layer* dapat disimpulkan :

1. Pada spesimen, arus mempengaruhi nilai kekerasan, pada spesimen 130 A lebih tinggi dibandingkan spesimen 90 A dan 110 A, dimana pada spesimen 130 A nilai kekerasan adalah 468,1 VHN, dan pada spesimen 90 A nilai kekerasan adalah 358,94 VHN. Semakin tinggi arus pengelasan maka nilai kekerasan semakin tinggi.
2. Pada hasil foto struktur makro menunjukkan hasil yang hampir sama antara pengelasan menggunakan arus 90 A, 110 A, dan 130 A. Tidak juga terlihat cacat pada foto struktur makro.
3. Pada hasil foto struktur mikro yang terbentuk pada spesimen 90 A adalah ferit halus dan perlit, pada spesimen 110

A adalah ferit dan perlit yang lebih halus jika dibandingkan dengan arus 90 A, pada spesimen 130 A adalah ferit dan perlit yang lebih halus jika dibandingkan dengan arus 110 A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Produksi dan Material Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta serta Laboratorium Metalurgi Universitas Indonesia karena telah memfasilitasi dalam penyelesaian riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Basori dan Syamsuir, 2019. Pengaruh arus terhadap struktur mikro dan kekerasan lasan JIS Z 3251 DF2a-350-R', *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 4(1), hal. 21-25.
- Chotěborský, R, dkk., 2008. Abrasive wear of high chromium Fe-Cr-C hardfacing alloys, *Research in Agricultural Engineering*, 54(4), hal. 192-198.
- Gunawan, Y., Endriatno, N. dan Anggara Hari, B., 2017. Analisa Pengaruh Pengelasan Listrik terhadap Sifat mekanik Baja Karbon rendah dan Baja Karbon Tinggi, *Enthalpy-Jurnal Ilmiah*, 2(1), hal. 1-12.
- Haryadi, G. D., 2006. Pengaruh Suhu Tempering Terhadap Kekerasan, Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Pada Baja K-460, *Teknik mesin FT-UNDIP*, 8(5), hal. 1-8.
- Lin, C. M., 2013. Relationships between microstructures and properties of buffer layer with Inconel 52M clad on AISI 316L stainless steel by GTAW processing, *Surface and Coatings Technology*. Elsevier B.V., 228, hal. 234-241. doi: 10.1016/j.surfcoat.2013.04.035.
- Oo, H. Z. dan Muangjunburee, P., 2018. Wear behaviour of hardfacing on 3 . 5 % chromium cast steel by submerged arc welding, *Materials Today: Proceedings*. Elsevier Ltd, 5(3), hal. 9281-9289. doi: 10.1016/j.matpr.2017.10.101.
- Pramono, A., 2011. Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprocket Rantai, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin cakra*, 5(1), hal. 32-38.
- Shibe, V. dan Chawla, V., 2013. *An overview of research work in hardfacing*, *Mechanica Confab*, 2(3), hal. 105-110.
- Singh, H., 2014. Studies the Effect of Iron Based Hardfacing Electrodes on Stainless Steel

- Properties Using Shielded Metal Arc Welding Process, *International Journal of Research in Advent Technology*, 2(4), hal. 2321-963.
- Soebagyo, H., Kusuma, G. C. dan Hernadi, 2019. Pemeriksaan Sambungan Las Aluminium Pada Struktur Kereta Api Ringan Dengan Metode Non-Destructive Test, *Jurnal Asimetrik*, 1(1), hal. 58-64.
- Soleh, A. A., Purwanto, H. dan Syafa'at, I., 2017. Analisa Pengaruh Kuat Arus Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon Rendah Dengan Las SMAW Menggunakan Jenis Elektroda E7016, *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 1(2), hal. 29-35.
- Sopiyan, Susetyo, F. B. dan Syamsuir. 2018. Pengaruh Arus Terhadap Kenyamanan Welder, Cacat Las Dan Kekerasan Hasil Hardfacing Baja Karbon, *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 3(2), hal. 57-107.
- Susetyo, F. B., Basori, I. dan Maryanto, D., 2020. Pengaruh Direct Dan In-Direct Quenching Dengan Media Air Terhadap Kekerasan Hasil Hardfacing Baja Karbon, *Jurnal Asimetrik*, 2(2), hal. 125-131.