

KEKERASAN DAN KETAHANAN KOROSI LAPISAN KERAS DI ATAS PERMUKAAN BAJA KARBON

Hardness and Corrosion Resistance of Hardfacing Layer on Carbon Steel

Yunita Sari^{1*}, Akmal Nashrullah¹, Sopiyan¹

¹ Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur, Indonesia

* Email Korespondensi : yunitasariunj@gmail.com

Artikel Info - : Diterima : 11-11-2021; Direvisi : 02-12-2021; Disetujui : 07-12-2021

ABSTRAK

Baja karbon rendah banyak diaplikasikan untuk membuat alat-alat berat, misalnya *bucket excavator* karena memiliki kombinasi sifat material seperti kekuatan, keuletan, tahan korosi dan sifat mampu bentuk yang baik. Dalam operasional *bucket excavator* dibutuhkan kekuatan dan ketahanan korosi yang tinggi. Karena dalam pemakaian *bucket excavator* selalu bergesekan dengan tanah, maka perlu dilakukan *hard facing* untuk meningkatkan kekerasan pada *bucket excavator* ini. Penelitian ini menguji pengaruh pelapisan dan perlakuan panas pada baja karbon rendah terhadap peningkatan kekerasan dan ketahanan korosi. Proses pelapisan memakai baja paduan mangan dan baja paduan krom, lalu diberi perlakuan panas sampai temperatur 1000°C dan diberi waktu tahan selama 10 menit, kemudian didinginkan menggunakan media air. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pelapisan menggunakan baja paduan krom lebih tinggi nilai kekerasannya dan ketahanan korosinya dibandingkan dengan pelapisan menggunakan baja paduan mangan karena krom lebih keras dan tahan korosi dibandingkan dengan mangan.

Kata Kunci: *Hard facing*, Pelapisan, Baja Paduan Krom, Baja Paduan

ABSTRACT

Low carbon steel is widely applied to make heavy equipment, such as bucket excavators because it has a combination of material properties such as strength, ductility, corrosion resistance, and good formability. The use of this excavator bucket requires high strength and high corrosion resistance. Because the excavator bucket always rubs against the ground, it is necessary to do hard facing to increase the hardness of this excavator bucket. This research examines the effect of coating and heat treatment on low carbon steel to increase hardness and corrosion resistance. The plating process uses manganese alloy steel and chrome alloy steel, then heat-treated to a temperature of 1000°C and holding time for 10 minutes, then cooled using water media. From the test results, it was found that coating using chrome alloy steel has higher hardness and corrosion resistance than coating using manganese alloy steel because chrome is harder and corrosion-resistant than manganese.

Key Words: *Hard facing*, Plating, Chrome Alloy Steel, Alloy Steel

1. Pendahuluan

Baja merupakan suatu material dasar utama yang paling banyak digunakan dalam bidang industri. Seiring perkembangan teknologi dibidang pertambangan dan alat berat baja mempunyai peranan penting, karena hampir pada setiap pelaksanaan suatu konstruksi selalu melibatkan baja [1]. Perusahaan dalam bidang pertambangan sering mengeluhkan tentang tingkat keausan dan ketahanan korosi pada baja yang dihadapkan pada hilangnya waktu dan biaya penggantian untuk mengganti komponen yang aus dan korosi. Sebagian besar keausan dan korosi pada baja dikaitkan dengan gesekan alat atau komponen dengan bahan. Pada *bucket excavator* keausan dan korosi disebabkan oleh benturan, abrasi, dan reaksi kimia. Keausan dan korosi perubahan bentuk pada *bucket excavator*

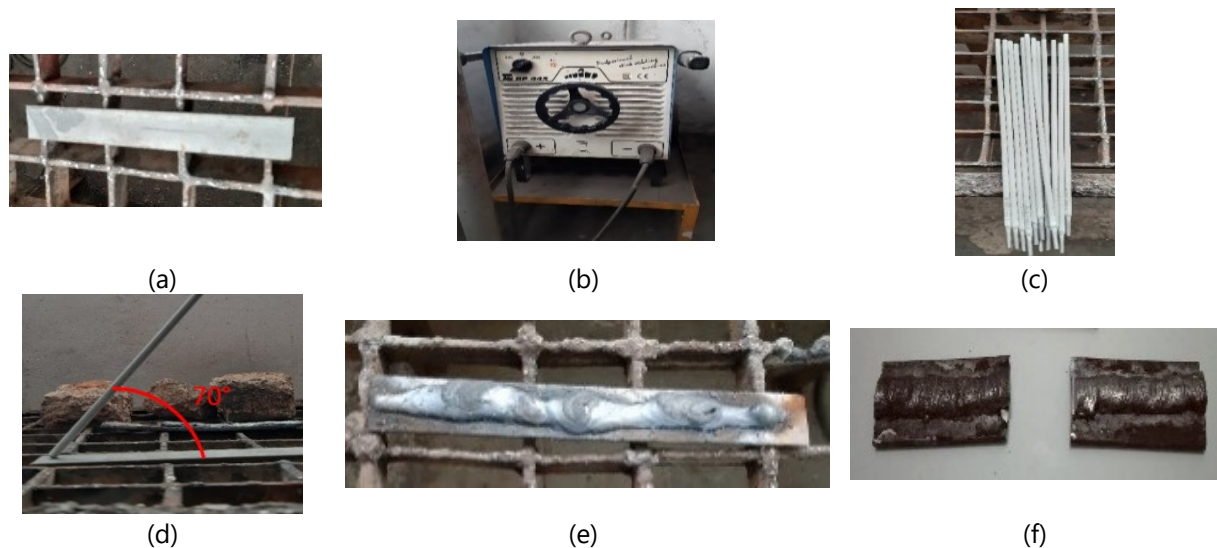
mengakibatkan hilangnya waktu dan menurunnya produktivitas pertambangan. Pada kondisi seperti ini sangat dibutuhkan baja tahan aus dan tahan korosi dikarenakan pada saat penggunaannya yang terus menerus bergesekan dengan material lainnya.

Ada beberapa cara untuk meningkatkan ketahanan aus dan tahan korosi pada *bucket excavator*, salah satunya adalah menaikkan tingkat kekerasan dari material [2]. Peningkatan kekerasan berbanding lurus dengan meningkatnya ketahanan aus [3]. Dalam penelitian kali ini metode yang digunakan untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan korosi pada *bucket excavator* ialah *hard facing* dan *quenching*. *Hard facing* yang juga dikenal sebagai permukaan keras adalah penerapan pembentukan deposit paduan khusus dengan cara proses pelapisan untuk menahan abrasi, korosi, temperatur tinggi atau benturan, paduan semacam itu dapat diendapkan pada permukaan, ujung atau hanya titik bagian yang harus dipakai [4]. Menurut perdana *quenching* adalah proses pendinginan cepat sebuah logam atau pengeluaran panas dari suatu logam dengan kecepatan tertentu yang berada pada kondisi suhu austenisasi, untuk baja pada umumnya pada rentang suhu 815°C s/d 870°C [5]. Menurut kurniawan untuk mencapai fasa full austenit pada baja yaitu dengan suhu 1000°C yang kemudian ditahan dengan waktu tertentu dan didinginkan secara cepat dengan media pendingin [6].

Baja paduan mangan umumnya digunakan sebagai elektroda dengan hidrogen rendah (E 7018). Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa elektroda jenis ini memiliki sifat mekanik yang baik [7], [8]. Selain itu baja paduan krom juga digunakan sebagai elektroda HV 450, dimana memiliki kekerasan yang relatif tinggi dengan polaritas yang tepat [9]. Pada penelitian ini akan dilakukan proses *Hard facing* dengan cara pelapisan dan perlakuan panas, dimana proses pelapisan menggunakan baja paduan mangan dan baja paduan krom. Proses pelapisan menggunakan alat las untuk mencairkan baja paduan. Setelah proses pelapisan selesai, selanjutnya dilakukan perlakuan panas pada lapisan tersebut guna meningkatkan kekerasan dan ketahanan korosi pada permukaannya. Spesimen dipanaskan sampai suhu 1000°C lalu diberi waktu tahan sampai 10 menit kemudian didinginkan menggunakan media air.

2. Metodologi Penelitian

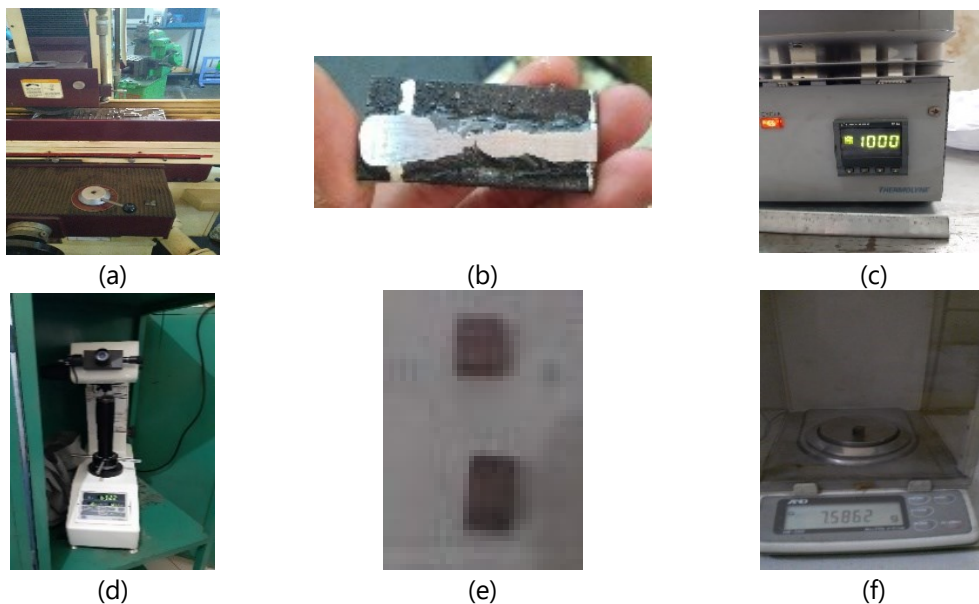
Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah (0,233%C) seperti yang terlihat pada Gambar 1 (a). Elektroda yang digunakan adalah E 7018 (baja paduan mangan) dan HV 450 (baja paduan krom) seperti yang terlihat pada Gambar 1. (c).



Gambar 1. Proses Pembuatan Spesimen (a) Material, (b) Mesin Las, (c) Elektroda Las, (d) Sudut Pengelasan, (e) Hasil Lasan, dan (f) Spesimen Setelah dipotong

Dalam penelitian dibuat multilapis yaitu spesimen lapisan 1 E7018 kemudian lapisan 2 HV 450 dan spesimen lapisan 1 HV 450 kemudian lapisan 2 HV 450. Proses pelapisan dilakukan dengan menggunakan mesin las (Gambar 1. (b)) untuk mencairkan baja paduan. Arus yang digunakan 70A dengan polaritas DC+ serta sudut elektroda saat proses pelapisan adalah 70° (lihat Gambar 1. (d)). Hasil pelapisan dapat dilihat pada Gambar 1. (e). Setelah selesai proses pelapisan kemudian spesimen dibersihkan dan di potong menjadi 2 seperti yang terlihat pada Gambar 1. (f).

Selesai dilapisi lalu spesimen di haluskan dengan mesin *surface grinding* (lihat Gambar 2. (a)) dengan hasil *grinding* dapat dilihat pada Gambar 2. (b). Kemudian dipanaskan pada suhu 1000°C menggunakan *muffle furnace* dan diberi waktu tahan selama 10 menit seperti yang terlihat pada Gambar 2. (c). Menurut penelitian Basori dkk, kekerasan tertinggi didapatkan saat waktu tahan 10 menit [10]. Spesimen yang dipanaskan lalu didinginkan dengan pendinginan air (suhu 30°C). Kemudian dilakukan meliputi pengujian kekerasan menggunakan *Vickers Hardness Tester FV-300e* (Gambar 2. (d)) dengan keakurasian $\pm 0,1\text{HV}$ dan dan uji ketahanan korosi pada media 3,5% NaCl menggunakan metode *weight loss* (Gambar 2. (e) dan (f)). Dimana keakurasian timbangan digital adalah $\pm 0,0001\text{ g}$.

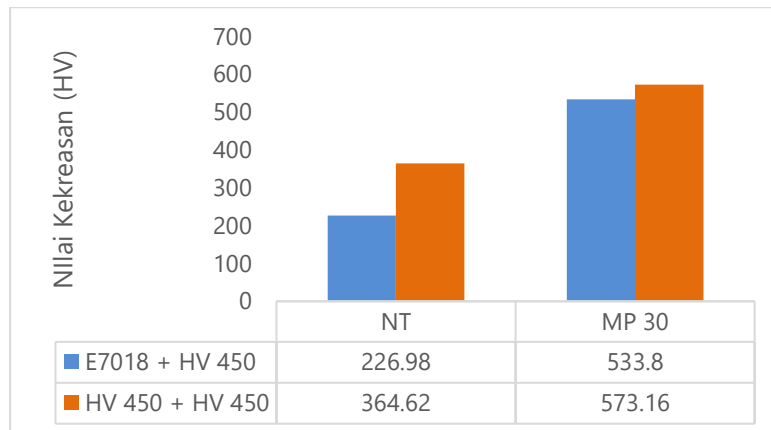


Gambar 2. Proses Preparasi Spesimen Uji dan Pengujian (a) *Surface Grinding*, (b) Spesimen Selesai *Grinding*, (c) *Muffle Furnace*, (d) Alat Uji Keras, (e) Uji Korosi, (f) Timbangan

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Kekerasan

Pada hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai rata-rata kekerasan pada hasil lapisan baja paduan mangan dan baja paduan krom (Gambar 3). Nilai pada lapisan baja mangan dengan nilai rata-rata uji kekerasan 226,98 VHN dan baja paduan krom memiliki rata-rata nilai kekerasan 364,62 VHN. Data hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa baja paduan krom lebih keras dibandingkan dengan baja paduan mangan. Hal tersebut menunjukkan bahwa krom memiliki nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan mangan.



Gambar 3. Diagram Hasil Uji Keras

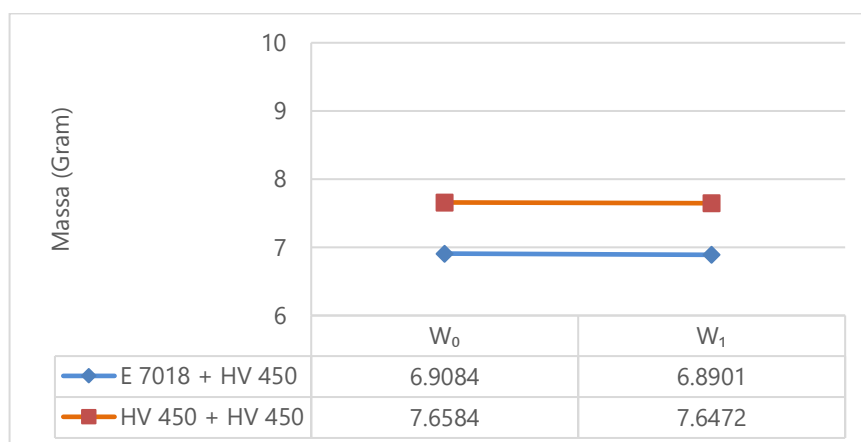
Berdasarkan Gambar 3 hasil uji kekerasan bahwa *quenching* dapat meningkatkan kekerasan pada lapisan baja paduan mangan dan baja paduan krom. Karena terjadi perubahan fasa yang terjadi pada baja, yang awal mula baja karbon memiliki fasa ferit dan perlit setelah dilakukan *quenching* berubah fasa menjadi martensit. Setelah *quenching* baja paduan mangan memiliki nilai kekerasan 533,8 VHN dan baja paduan krom memiliki nilai kekerasan 573,16 VHN. Hasil penelitian ini menunjukkan lebih tinggi kekerasannya jika dibandingkan dengan penelitian lain dimana menggunakan jenis yang sama, yaitu sebesar 418,66 VHN [9]. Hal ini mungkin disebabkan oleh jenis *base metal*, arus dan *holding time* yang berbeda.

3.2. Hasil Uji Ketahanan Korosi Sebelum *Treatment*

Tabel 1 di bawah ini adalah hasil pengujian laju korosi spesimen uji laju korosi yang tidak diberikan perlakuan (*non treatment*).

Tabel 1. Data Uji Ketahanan Korosi Sebelum *Treatment*

No	Spesimen	W ₀ (gram)	W ₁ (gram)	Waktu (jam)	Δ Massa (gram)	Laju Korosi (mm/year)
1	E 7018 + HV 450	6,9084	6,8901	168	0,0183	124,068
2	HV 450 + HV 450	7,6584	7,6472	168	0,0112	75,9321



Gambar 4. Grafik Pengurangan Berat Sebelum *Treatment*

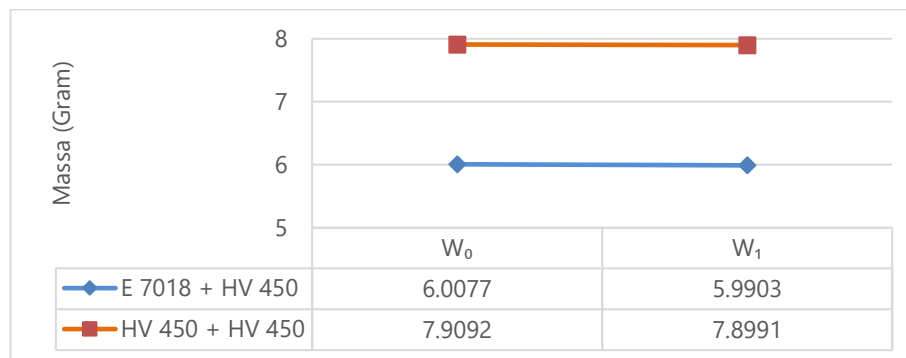
Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa spesimen yang dilapisi oleh baja paduan mangan (Mn) memiliki massa awal sebesar 6,9084 gram. Setelah dilakukan perendaman selama 168 jam di dalam larutan korosif mengalami kehilangan massa sebesar 0,0183 gram, sehingga massa akhirnya menjadi 6,8901 gram. Sedangkan, pada spesimen yang dilapisi baja paduan krom mempunyai massa awal sebesar 7,6584 gram. Lalu kemudian spesimen direndam di dalam larutan korosif selama 168 jam, mendapatkan kehilangan massa menjadi 0,0112 gram, sehingga massa akhirnya menjadi 7,6472 gram.

3.3. Hasil Ketahanan Krosi Setelah Treatment

Di bawah ini adalah hasil pengujian laju korosi untuk spesimen yang diberikan media pendingin *quenching* air 30°C dengan hasil seperti pada Tabel 2.

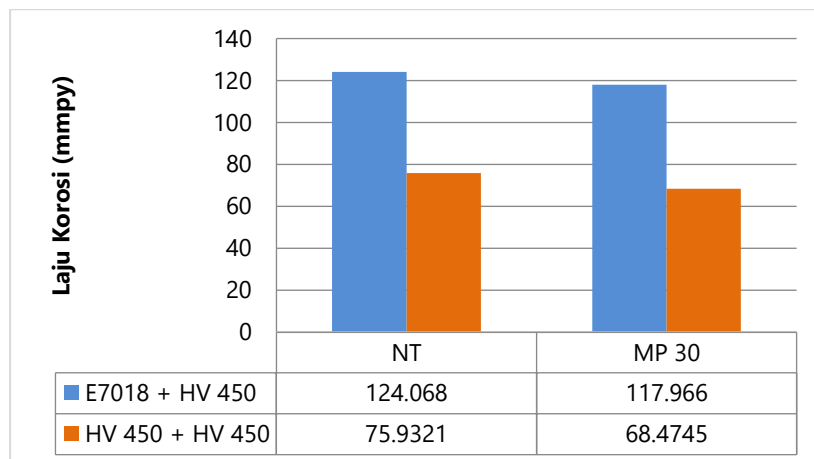
Tabel 2. Data Uji Ketahanan Korosi Setelah Treatment

No	Spesimen	W ₀ (Gram)	W ₁ (Gram)	Waktu (Jam)	Δ Massa (Gram)	Laju Korosi (mm/year)
1	E 7018 + HV 450	6,0077	5,9903	168	0,0174	117,966
2	HV 450 + HV 450	7,9092	7,8991	168	0,0101	68,4745



Gambar 5. Grafik Pengurangan Berat Setelah Treatment

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa spesimen dilapisi oleh baja paduan mangan (Mn) yang diberi *treatment* metode *quenching* dengan air bersuhu 30°C sebagai media pendinginnya memiliki massa awal sebesar 6,0077 gram. Kemudian setelah dilakukan perendaman pada larutan korosif selama 168 jam, spesimen mendapatkan kehilangan massa sebesar 0,0174 gram sehingga massa akhirnya menjadi 5,9903 gram. Sedangkan, untuk spesimen dilapisi oleh baja paduan krom (Cr) mempunyai massa awal sebesar 7,9092 gram yang kemudian dilakukan perendaman selama 168 jam di larutan korosif sehingga spesimen mendapatkan kehilangan massa sebesar 0,0101 gram, sehingga massa akhirnya menjadi 7,8991 gram.

**Gambar 6.** Grafik Ketahanan Korosi

Dari Gambar 6 bahwa laju korosi paling rendah terdapat pada spesimen yang dilapisi oleh baja paduan krom dengan *treatment* metode *quenching* media pendingin air bersuhu 30°C, sedangkan untuk laju korosi paling tinggi terdapat pada spesimen dilapisi oleh baja paduan mangan (Mn). Menurut [11] dari hasil penelitian ini, laju korosi tidak dapat diterima karena diatas ambang batas maksimal. Sehingga perlu dilakukan proteksi terhadap lapisan tersebut.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pelapisan dan *quenching* pada baja karbon rendah menggunakan baja paduan mangan dan baja paduan krom dapat meningkatkan nilai kekerasan sebelum dan sesudah *quenching*. Baja paduan krom memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan baja paduan mangan, dikarenakan krom lebih tinggi tingkat kekerasannya dibandingkan mangan. Baja paduan krom memiliki nilai kekerasan 364,62 VHN dan mangan memiliki nilai kekerasan 226,9 VHN. Setelah dilakukan *quenching* menjadi 533,8 VHN untuk baja paduan mangan dan 573,16 VHN nilai kekerasan baja paduan krom
2. Pelapisan dan *quenching* pada baja karbon rendah menggunakan baja paduan mangan dan baja paduan krom dapat meningkatkan ketahanan korosi sebelum dan sesudah *quenching*. Baja paduan krom memiliki ketahanan korosi lebih tinggi dibandingkan baja paduan mangan, dikarenakan krom lebih tinggi tingkat sifat tahan korosif. Baja paduan krom memiliki kehilangan berat 0,0112 gram selama direndam dalam larutan korosif selama 168 jam dan baja paduan mangan mendapat kehilangan berat sebesar 0,0183 gram dengan larutan dan waktu yang sama. Setelah dilakukan *quenching* kehilangan beratnya menurun menjadi 0,0174 gram untuk baja paduan mangan dan 0,0101 gram dengan larutan dan waktu perendaman yang sama. Hal ini dikarenakan *quenching* dapat meningkatkan ketahanan korosi pada baja karbon rendah.

5. Daftar Pustaka

- [1] H. Purwanto, "Analisa Quenching Pada Baja Karbon Rendah Dengan Media Solar," *Momentum*, vol. 7, no. 1, pp. 36–40, 2011.
- [2] Syaripuddin, K. Rohma, and F. B. Susetyo, "Pengaruh Penambahan Unsur Nikel/ Karbon Pada Deposit Las Elektroda E6013 Terhadap Sifat Mekanik," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 22–29, 2019.
- [3] A. Pramono, "Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk

- Aplikasi Sprochet Rantai," *J. Ilm. Tek. Mesin cakra*, vol. 5, no. 1, pp. 32–38, 2011.
- [4] B. Digambar and D. Choudhary, "A Review Paper On Hardfacing Processes , Materials , Objectives and Applications," *International J. Sci. Res.*, vol. 3, no. 6, pp. 2012–2014, 2014.
- [5] P. A. Perdana, "Pengaruh Quenching Terhadap Karakteristik Mekanis Dan Ketahanan Korosi Pada Material Super Duplex Uns S32750 Lasan," p. 82, 2008.
- [6] B. E. Kurniawan and Y. Setiyorini, "Pengaruh variasi Holding Time Pada Perlakuan Panas Quench Annealing Terhadap Sifat mekanik dan Mikro Struktur Pada Baja mangan," *J. Tek. Pomits*, vol. 3, no. 1, p. F-113-F-116, 2014.
- [7] F. B. Susetyo, J. Amirudin, and V. Yudianto, "Studi Karakteristik Pengelasan SMAW Pada Baja Karbon Rendah St 42 Dengan Elektroda E 7018," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 1, no. 1, pp. 32–39, 2013.
- [8] F. B. Susetyo, A. Dudung, S. Wiganda, A. Haris, and W. Nugroho, "Pengaruh Bentuk Kampuh Terhadap Karakteristik Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan SMAW," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 2, no. 2, pp. 59–64, 2015.
- [9] F. B. Susetyo, A. Kholil, and M. Fatihuddin, "Efek Polaritas Dan Media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Permukaan Hardfacing Baja Karbon Rendah," *J. Konversi Energi dan Manufaktur*, vol. 6, no. 1, pp. 1–5, 2019.
- [10] B. Basori and F. B. Susetyo, "Optimasi Suhu dan Waktu Tahan Furnace Terhadap Kekerasan dan Mikro Struktur Deposit Lasan Elektroda Hardfacing," *J. Kaji. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 83–86, 2020, doi: 10.52447/jktm.v5i2.4119.
- [11] Y. K. Afandi, I. S. Arief, and Amiadji, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," *J. Tek. Its*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2015.