



Pengaruh Tebal Deposit Lasan Terhadap Properti Lapisan Menggunakan Elektroda HV 450

Effect Thickness on Layer Properties using HV 450 Electrodes

Syaripuddin^{1*}, Sopiyan¹, Alpi Cahyadi¹, Sigit Dwi Yudanto², Muhammad Yunan Hasbi² dan Ferry Budhi Susetyo³

¹Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

²Pusat Riset Metalurgi-Badan Riset dan Inovasi Nasional, Serpong, Indonesia

³Teknologi Rekayasa Manufaktur, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

Informasi artikel:

Diterima:
14/05/2023
Direvisi:
22/05/2023
Disetujui:
23/05/2023

Abstract

This study investigates the effect of the increased welding layers welded by the SMAW process on distortion, thickness, microstructure, hardness, and corrosion. The method used in this research is experimental. Low-carbon steel with a size of 150x10x10 mm was welded by the SMAW technique using an HV 450 electrode. Variations in the welding layers are single, double, and triple. The three variations of the samples were observed with a digital camera and an optical microscope. Moreover, samples were tested with a hardness tester. Corrosion testing was also carried out to determine the corrosion rate of the layers formed. The results showed that the number of SMAW welding layers affected the thickness, phase, hardness, and corrosion rate. The hardness of one layer is less than that of thicker specimens, while the corrosion rate of three layers is lower than that of less-thick samples.

Keywords: sample distortion, layer thickness, surface hardness, layer corrosion.

SDGs:



Abstrak

Penelitian ini menyelidiki tentang pengaruh jumlah lapisan pengelasan SMAW terhadap pertambahan jumlah lapisan terhadap distorsi, peningkatan ketebalan, struktur mikro, kekerasan, serta korosi. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Baja karbon rendah dengan ukuran 150x10x10 mm dilas dengan teknik SMAW menggunakan elektroda HV 450. Variasi jumlah lapisan pengelasan yaitu satu, dua, dan tiga lapis. Ketiga sampel variasi diamati dengan kamera digital, mikroskop optik serta di uji dengan alat uji kekerasan. Pengujian korosi juga dilakukan untuk melihat laju korosi dari lapisan yang terbentuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah lapisan pengelasan SMAW berpengaruh terhadap ketebalan, fasa, kekerasan, dan laju korosi. Kekerasan pada satu lapis lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang lebih tebal, sedangkan tingkat korosi pada tiga lapis lebih rendah dibandingkan dengan sampel yang lebih tipis.

Kata Kunci: distorsi sampel, ketebalan lapisan, kekerasan permukaan, korosi lapisan.

*Penulis Korespondensi
email : syaripuddin_andre@unj.ac.id



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Baja karbon rendah merupakan bahan logam yang banyak digunakan dalam industri karena memiliki karakteristik mekanik yang baik serta memiliki harga yang murah (Iswar dan Syam, 2012). Selain itu baja karbon memiliki karakteristik mudah dibentuk menjadi berbagai komponen. Akan tetapi memiliki sifat tidak bisa dikeraskan langsung melalui *heat treatment*. Namun dapat dikeraskan dengan melakukan proses pengerasan permukaan (*hardfacing*) (Wardoyo, 2005).

Proses *hardfacing* dapat dilakukan dengan pengelasan. Umumnya banyak pengelasan yang digunakan adalah jenis SMAW karena mobilitas yang tinggi serta praktis untuk digunakan (Manalu, 2022). Proses *hardfacing* dengan proses SMAW dapat menggunakan elektroda komersial seperti HV 450. Elektroda ini direkomendasikan untuk pengerasan roda gigi, rel, sproket, rel pengarah, dan landasan roda.

Dalam pengelasan jenis SMAW, arus menjadi faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan. Semakin tinggi arus las, semakin tinggi hasil uji kekerasan yang diperoleh. Sebaliknya, jika arus yang digunakan rendah, maka akan menyebabkan kekerasan rendah (Susetyo, Sutrisno dan Suryadewi, 2021). Namun semakin tinggi arus yang digunakan maka akan semakin tinggi panas yang dihasilkan. Amat dkk., menemukan semakin tinggi arus las, maka akan semakin tinggi distorsi yang terjadi (Amat, Baskoro dan Budi, 2023).

Terdapat dua jenis pengelasan yang sering dilakukan yaitu *single layer* dan *multi layer*. *Single layer* adalah pengisi dilakukan hanya sekali. Jenis ini sering kali digunakan untuk logam tipis. *Multi layer* merupakan pengelasan berulang untuk bahan yang tebal. Kelebihan dari pengelasan *multi layer* dapat menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengelasan *single layer* (Sitepu dan Sukino, 2021). Pengelasan dengan elektroda E6013 tiga dan enam lapis menghasilkan semakin tinggi lapisan maka akan semakin tinggi kekerasan yang dihasilkan (Pratiwi dan Wibowo, 2019). Kecenderungan material yang memiliki kekerasan tinggi memiliki ketahanan abrasi yang tinggi sehingga memiliki

umur pakai yang lebih panjang jika dibandingkan dengan material dengan kekerasan yang rendah.

Selain kekerasan, ketahanan terhadap korosi juga merupakan faktor yang harus diperhitungkan untuk umur pakai dari komponen suatu mesin. Penelitian menemukan semakin tinggi kekuatan tarik dari lasan akan menghasilkan laju korosi yang lebih rendah (Anggaretno, Rochani dan Supomo, 2012). Penelitian yang lain juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kekuatan tarik maka akan semakin tinggi kekerasannya (Nugroho dan Setiawan, 2018). Sehingga dapat disimpulkan bahwa kekerasan yang tinggi akan menghasilkan laju korosi yang rendah.

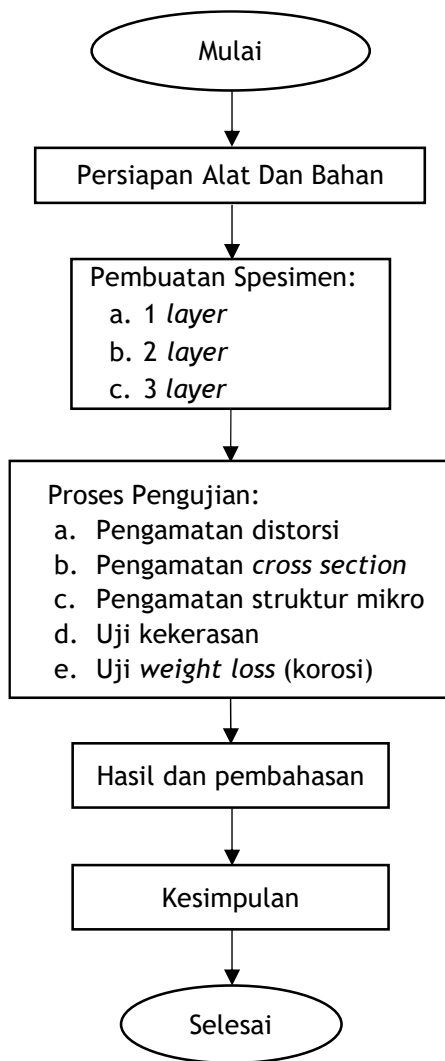
Berdasarkan yang telah disebutkan pada paragraf di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk melihat fenomena pertambahan jumlah lapisan terhadap distorsi, peningkatan ketebalan, struktur mikro, kekerasan, serta korosi dari lasan elektroda HV 450. Harapan dari penelitian ini adalah dengan bertambahnya lapisan lasan maka akan semakin tebal, kekerasan dan ketahanan korosi meningkat.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dari bulan Desember 2022 hingga Mei 2023 dan dilaksanakan di dua lokasi yaitu:

- 1) Persiapan bahan, proses pembuatan sampel dan pengamatan *cross section* di Laboratorium Produksi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- 2) Pengamatan struktur mikro Lembaga Uji Metalurgi, Teknik Metalurgi, Universitas Indonesia.
- 3) Pengujian kekerasan Vickers di Laboratorium Material Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Alur penelitian ini dijelaskan lengkap pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1, penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan seperti: mesin SMAW, tang jepit, palu terak, sikat kawat, sarung tangan las, topeng las, jangka sorong, mesin gerinda tangan, gerinda sikat, mistar, oven pemanas, baja karbon rendah, elektroda HV 450 dengan diameter 3,2 mm, resin epoksi, mesin poles, dan timbangan digital.



Gambar 1. Alur penelitian

Penelitian ini menggunakan mesin SMAW -Fro BF 443 (lihat gambar 2 (a)), oven pemanas elektroda (lihat gambar 2 (b)), dan 3 buah baja karbon (lihat gambar 2 (c)). Komposisi baja karbon yang digunakan sebagai sampel pengelasan 0.128 wt.% C, 0.359 wt.% Si, 0.996 wt.% Mn, 0.225 wt.% Cr, 0.167 wt.% Cu dan sisanya Fe.

Proses pengelasan menggunakan elektroda HV 450 (Nikko Steel) dengan Arus 90 A serta polaritas positif. Elektroda HV 450 memiliki komposisi 0,25 wt.% C, 0,6 wt.% Mn, 0,3 wt.% Si, 0,02 wt.% S, 0,02 wt.% P, 2,2 wt.% Cr, 0,4 wt.% Mo dan Sisanya Fe (*typical composition*). Pengelasan pada sampel dilakukan satu, dua dan tiga lapis pada masing-masing sampel (sampel A, B dan C). Sebelum proses pengelasan elektroda di panaskan di dalam oven dengan suhu 150 °C selama 1 jam.



(a). Mesin SMAW



(b). Oven elektroda



(c). Baja karbon

Gambar 2. Alat dan bahan

Semua sampel dilakukan pendingin secara alami pada udara terbuka (*natural coolant*). Hasil pengelasan dengan tiga variasi jumlah lapisan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Lasan

Hasil lasan seperti [Gambar 3](#), dipotong untuk dilakukan pengamatan struktur mikro, *cross section* uji kekerasan, dan korosi. Pengamatan struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik Olympus BX41M (ASTM E3 dan E407). Pengamatan *cross section* dan distorsi lasan dengan kamera digital serta busur derajat. Uji kekerasan (FV-300e) dilakukan sebanyak 5 kali indentasi dengan beban 5 kg selama 10 detik (ASTM E92). Uji korosi dilakukan dalam larutan analitis 3,5% NaCl menggunakan metode *weight loss*. Pengambilan data pengurangan massa diambil secara periodik setiap 24 jam dengan menimbang sampel menggunakan timbangan digital. Laju korosi di dapatkan dengan persamaan sebagai berikut ([Fontana, 1986](#)):

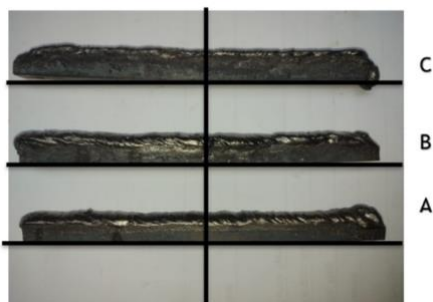
$$CR = \frac{W.K}{D.A.T} \quad (1)$$

Dimana CR adalah laju korosi (mpy), W adalah kehilangan massa (gram), konstanta faktor (mpy = $3,45 \times 10^6$), densitas (gram/cm³), luas permukaan (cm²) dan waktu (jam).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengamatan Distorsi

Pengamatan distorsi dilakukan pada semua sampel seperti yang terlihat pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Pengamatan distorsi

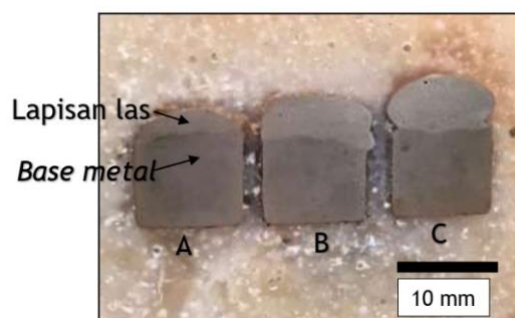
Menurut penelitian lain ada enam jenis distorsi yang terjadi saat pengelasan, diantaranya: *transverse*, *longitudinal*, *rotational*, *angular*, *bending*, dan *buckling distorsion* ([Pazooki, Hermans dan Richardson, 2017](#)). Berdasarkan [Gambar 4](#), dapat terlihat semua sampel mengalami *longitudinal distorsion*. Salah satu penyebab terjadinya longitudinal distorsi

adalah peningkatan arus dalam proses pengelasan ([Amat, Baskoro dan Budi, 2023](#)). Dengan meningkatnya arus maka akan semakin meningkatnya panas yang dihasilkan. Oleh sebab itu distorsi akan semakin besar.

Hasil pengukuran nilai deformasi dari 3 sampel dengan busur derajat didapatkan: sampel A, sampel B dan sampel C masing-masing mengalami distorsi sebesar 1°, 2,5° dan 5° (lihat [Gambar 4](#)). Oleh karena itu semakin banyak lapisan yang di las pada sampel maka akan sampel akan terkena panas secara berulang. Dimana semakin banyak lapisan maka akan semakin banyak panas yang terkena sampel. Untuk itu akan mengalami distorsi yang lebih tinggi. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti lain, dimana *heat input* yang tinggi akan menyebabkan distorsi yang lebih besar ([Wibowo, Iلمان dan Iswanto, 2016](#)).

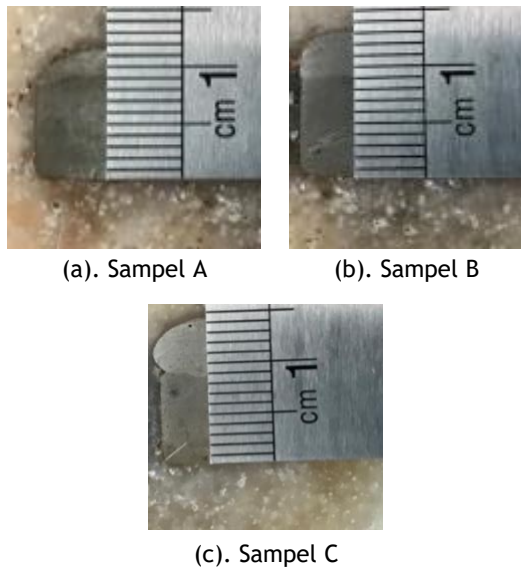
3.2. Pengamatan Cross Section

Pengamatan *cross section* dapat dilihat pada [Gambar 5](#). Dari [Gambar 5](#) dapat terlihat bahwa antara lapisan las (*weld metal*) dengan *base metal* ter aglomerasi dengan baik. Tidak terlihat adanya porositas pada lapisan las, maupun antara lapisan las dengan *weld metal*. Sehingga arus yang digunakan saat pengelasan cukup digunakan untuk melebur elektroda HV 450 dengan baja karbon rendah.



Gambar 5. Cross section lasan

Berdasarkan [Gambar 6](#) dapat terlihat hasil pengukuran sampel. Sampel A, B, C memiliki tinggi awal 10 mm (sebelum di las). Setelah di las terjadi perubahan tinggi masing-masing sampel menjadi 11,5 mm, 13 mm dan 14,5 mm. Artinya terjadi penambahan sebesar 1,5 mm, 3 mm dan 4,5 mm.



Gambar 6. Pengamatan ketebalan lasan

3.3. Pengamatan Struktur Mikro

Pada Gambar 7, menunjukkan hasil observasi metalografi pada masing-masing sampel didaerah pengelasan pada sampel A, B dan C. Berdasarkan data struktur mikro yang diperoleh, fasa yang terbentuk pada masing-masing sampel adalah fasa martensit. Secara umum, fasa martensit pada material baja dipengaruhi oleh proses pendinginan yang terjadi secara cepat. Pendinginan cepat pada penelitian ini dihasilkan dari perbedaan suhu antara *base metal* dan elektroda, karena *base metal* tidak dilakukan pemanasan awal (*pre-heat*).

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang diungkapkan oleh Turichin dkk., faktor lain yang mempengaruhi kecepatan pendinginan pada produk las terjadi karena adanya fenomena difusi karbon yang terhambat akibat pengaruh unsur paduan pembentuk karbida baik dari elektroda dan logam induk ketika transformasi polimorf (Turichin dkk., 2018). Hal tersebut akan meningkatkan kecepatan pendinginan pada produk las sehingga menghasilkan martensit.

Lebih lanjut, pada Gambar 7a dan Gambar 7c menunjukkan morfologi besar butir martensit yang hampir sama, sedangkan Gambar 7b memiliki ukuran butir yang lebih halus. Ukuran butir pada produk las dipengaruhi oleh panas yang terlibat baik sebelum maupun setelah proses pengelasan. Ketika material logam diberikan *heat*

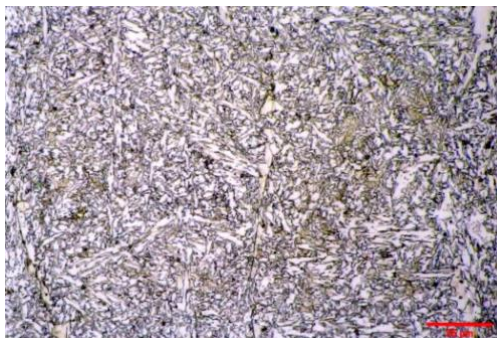
input atau *pre heating* akan memiliki ukuran butir yang lebih besar dibandingkan dengan material logam tanpa melibatkan pemanasan sebelum pengelasan (Su dkk., 2019).



(a). Sampel A



(b). Sampel B



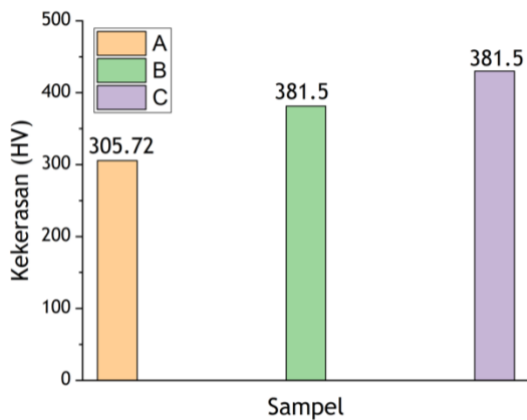
(c). Sampel C

Gambar 7. Struktur mikro

3.4. Uji Kekerasan

Pada Gambar 8, dapat terlihat kekerasan rata-rata pada permukaan dari sampel yang di las. Semakin tebal lapisan maka akan semakin tinggi kekerasannya. Hal ini disebabkan karena pada lapisan pertama terjadi pencampuran antara elektroda dengan *base metal* sehingga menghasilkan kekerasan yang lebih rendah. Semakin ditambah lapisannya maka akan semakin banyak logam hasil leburan elektroda yang di

deposisikan. Sehingga hal ini yang menyebabkan kekerasan semakin meningkat.

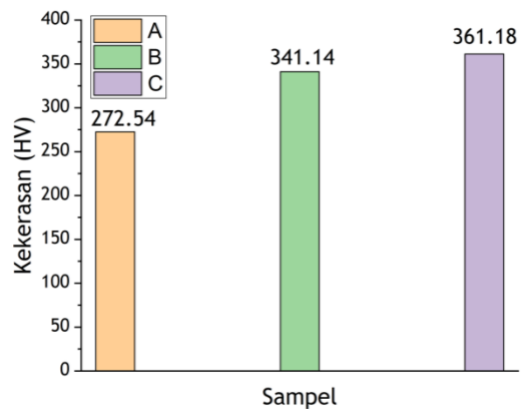


Gambar 8. Hasil uji kekerasan permukaan lapisan

Elektroda HV 450 memiliki kekerasan 450 HV. Berdasarkan *manufacturers of a diverse range of advanced welding consumable HV 450*, kekerasan satu, dua dan tiga lapis menghasilkan kekerasan masing-masing antara <350 HV, 340-420 HV dan 390-480 HV. Sampel A dan B sesuai dengan *manufacturers of a diverse range of advanced welding consumable HV 450* namun untuk sampel C tidak sesuai. Hal ini disebabkan karena penggunaan arus yang digunakan adalah 90 A, sedangkan rekomendasi dari *manufacturers of a diverse range of advanced welding consumable HV 450* adalah 90-130 A, maka hal ini yang menyebabkan sampel C menghasilkan kekerasan lebih rendah jika dibandingkan *manufacturers of a diverse range of advanced welding consumable HV 450*.

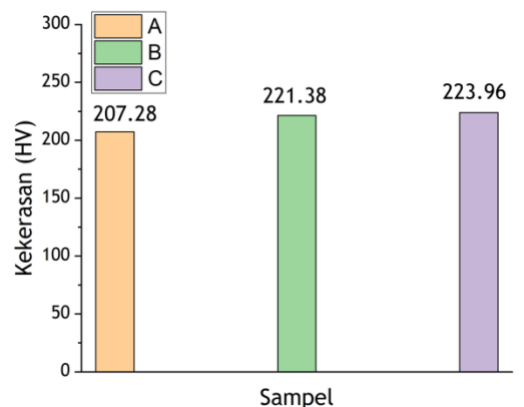
Penelitian yang dilakukan oleh Sopiyan dkk., menemukan semakin tinggi arus yang digunakan, maka akan semakin tinggi kekerasan lapisan yang terbentuk (Sopiyan, Susetyo dan Syamsuir, 2018).

Pada Gambar 9, dapat terlihat hasil uji kekerasan rata-rata dari lapisan (*cross section*) sampel yang di las. Terlihat fenomena yang sama dengan hasil uji kekerasan pada permukaan. Akan tetapi kekerasan lebih rendah jika dibandingkan dengan kekerasan pada permukaan lapisan. Hal disebabkan seperti yang telah disebutkan sebelumnya karena terjadinya pencampuran antara *base metal* dengan elektroda las lebih tinggi pada lasan satu lapis pada bagian *cross section*.



Gambar 9. Hasil uji kekerasan lapisan (*cross section*)

Pada saat proses pengelasan terjadi induksi panas pada *base metal*. Induksi tersebut akan mempengaruhi kekerasan pada *base metal* (Swasono dan Azriadi, 2018). Terlihat pada Gambar 10 semakin tebal lapisan maka akan semakin tinggi kekerasannya karena semakin banyak panas yang terkena *base metal* yang disebabkan oleh berulangnya proses pengelasan.



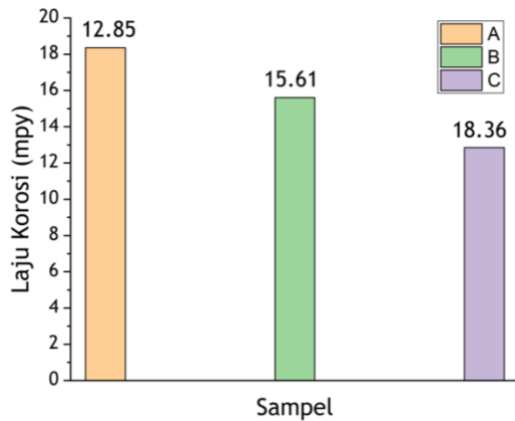
Gambar 10. Hasil uji kekerasan *base metal* (*cross section*)

3.5. Uji Korosi

Uji korosi dilakukan dengan metode *weight loss*. Secara periodik dilakukan penimbangan pada waktu 0, 24, 48, 72, dan 96 jam. Setelah didapatkan hasil pengurangan berat kemudian dimasukkan dalam persamaan (1) untuk mendapatkan laju korosi. Hasil laju korosi semua sampel dapat dilihat pada Gambar 11.

Dari Gambar 11, terlihat sampel C dapat dikatakan lebih tahan terhadap korosi dibandingkan sampel A dan B karena korosi pada sampel A dan B cenderung lebih tinggi

dibandingkan sampel C. Hal ini disebabkan pada sampel A dan B terjadinya pencampuran antara *base metal* dengan elektroda las lebih tinggi sehingga menyebabkan laju korosinya tinggi.



Gambar 11. Grafik laju korosi

Elektroda HV 450 memiliki kandungan krom (Cr) sebesar 2,2 wt.%. Cr memiliki karakteristik dapat meningkatkan kekerasan dan korosi dari suatu material (Rachmadi, Noerochiem dan Nurdiansah, 2019). Sehingga dengan semakin tebal lapisan yang terbentuk maka akan semakin baik ketahanan korosinya serta kekerasannya.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat terlihat antara lapisan las (*weld metal*) dengan *base metal* teraglomerasi dengan baik ketika dilas dengan arus 90A. Proses pengelasan secara berulang menyebabkan lasan semakin tebal dan distorsi semakin besar. Kenaikan nilai kekerasan serta penurunan laju korosi erat kaitannya dengan kandungan Cr dalam elektroda HV 450. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui distorsi, ketebalan, kekerasan, serta korosi dari lapisan yang terbentuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta atas Hibah Penelitian Dasar Fakultas berdasarkan surat keputusan Rektor Universitas Negeri Jakarta No.866/UN39/HK.02/2023 tanggal : 28 Maret 2023 Dan Surat Perjanjian Penugasan Dekan Fakultas

Teknik No. T/023/5.FT/Kontrak-
Penelitian/PT.01.03/III/2023 tanggal 3 April 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Amat, M.A., Baskoro, A.S. dan Budi, D.R. (2023) 'Pengaruh besaran arus dan kecepatan las terhadap angular distorsi pada SS304 dengan GMAW', *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 3(1), hal. 16-22.
- Anggaretno, G., Rochani, I. dan Supomo, H. (2012) 'Analisa Pengaruh Jenis Elektroda terhadap Laju Korosi pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 dengan Media Korosi FeCl₃', *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), hal. G123-G128.
- Fontana, M.G. (1986) *Corrosion Engineering*. McGraw-Hill [Cetak].
- Iswar, M. dan Syam, R. (2012) 'Pengaruh Variasi Parameter Pengelasan (Putaran Dan Temperatur) Terhadap Kekuatan Sambungan Las Hasil Friction Welding Pada Baja Karbon Rendah', *Jurnal MEKANIKAL*, 3(1), hal. 254-260.
- Manalu, S.L.P. (2022) 'Analisa Hasil Pengelasan Bawah Air Baja A36 Dengan Elektroda Air AWS E7018', *Jurnal Teknik Perkapalan*, 10(3), hal. 31-40.
- Nugroho, A. dan Setiawan, E. (2018) 'Pengaruh Variasi Kuat Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Sambungan Las Plate Carbon Steel ASTM 36', *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), hal. 134-132.
- Pazooki, A.M.A., Hermans, M.J.M. dan Richardson, I.M. (2017) 'Control of welding distortion during gas metal arc welding of AH36 plates by stress engineering', *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 88, hal. 1439-1457.
- Pratiwi, Y.R. dan Wibowo, S.S. (2019) 'Pengaruh Jenis Elektroda Dan Jumlah Pass Terhadap Uji Kekerasan Hasil Pengelasan Dan Struktur Mikro Pada Proses Pengelasan Shielded Metal Arch Welding', *Briant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 4(2), hal. 159-166.
- Rachmadi, M.A., Noerochiem, L. dan Nurdiansah, H. (2019) 'Analisis Pengaruh Waktu Pencelupan Terhadap Ketebalan Kekerasan dan Ketahanan Korosi Hasil Elektroplating Nikel-Hard Krom', *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), hal. F257-F262.
- Sitepu, N. dan Sukino, S. (2021) 'Analisa Kekuatan Tarik Terhadap Jumlah Layer Pada Proses Pengelasan Kombinasi GTAW Dan SMAW Sambungan ST37 Posisi 3G', *Jurnal Teknologi Mesin UDA*, 2(1), hal. 151-159.

- Sopiyan, S., Susetyo, F.B. dan Syamsuir, S. (2018) 'Pengaruh Arus Terhadap Kenyamanan Welder, Cacat Las Dan Kekerasan Hasil Hardfacing Baja Karbon', *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 3(2), hal. 83-88.
- Su, J. dkk. (2019) 'Effect of Preheating Temperature on Microstructure and Properties of 42CrMo4/38MnVS6 Heterogeneous Laser Welded Joint', *Metals*, 9(870), hal. 1-13.
- Susetyo, F.B., Sutrisno, H.H. dan Suryadewi, R.A. (2021) 'Studi Lapisan Hasil Hardfacing Dengan Variasi Arus Dan Elektroda AWS A5.13 EFe2/A5.1 E7018', *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa Dan Inovasi*, 3(2), hal. 97-104.
- Swasono, T. dan Azriadi, E. (2018) 'Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekerasan Hasil LasPelat Baja Karbon S45c Dengan Proses SMAW', *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*, 1(2), hal. 19-25.
- Turichin, G. dkk. (2018) 'Influence of heat input and preheating on the cooling rate, microstructure and mechanical properties at the hybrid laser-arc welding of API 5L X80 steel', in *Procedia CIRP. 10th CIRP Conference on Photonic Technologies [LANE 2018]*, Germany: Elsevier, hal. 748-751.
- Wardoyo, J.T. (2005) 'Metode Peningkatan Tegangan Tarik dan Kekerasan pada Baja Karbon Rendah Melalui Baja Fasa Ganda', *Teknoin*, 10(3), hal. 237-248.
- Wibowo, H., Ilman, M.N. dan Iswanto, P.T. (2016) 'Analisa Heat Input Pengelasan terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36', *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(1), hal. 5-12.