

Analisa Laju Pelapisan *Chromming* Terhadap Corrosion Rate Baja ST 40

Edi Widodo^{1*}

^{1,2} Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Article history: Recieved 23/10/2016 Revised 12/11/2016 Accepted : 25/12/2016

ABSTRAK

Korosi pada logam mengakibatkan penurunan mutu bahan logam, akibat reaksi elektrokimia antara permukaan logam dengan lingkungan sekitarnya. Baja ST 40 merupakan logam yang umum dipakai dalam industri dan peralatan rumah tangga. Pelapisan khrom secara elektroplating pada bahan ini dapat meningkatkan kekerasan dan mencegah terjadinya kontak langsung material dengan lingkungan luar, dengan demikian reaksi oksidasi penyebab korosi dapat dihindari. Laju pelapisan memberikan pengaruh terhadap kualitas permukaan logam, meliputi kekerasan dan ketahanan terhadap korosi. Laju pelapisan dengan khrom diukur dengan parameter perubahan suhu dan arus selama proses elektroplating. Spesimen dari masing parameter memberikan rata-rata laju pelapisan. Laju pelapisan tertinggi dicatat pada kondisi pelapisan selama 10 menit dengan rata-rata laju pelapisan dari tiga spesimen sebesar 5,3 gram. Sedangkan laju terendah pada pelapisan selama 25 menit dengan rata-rata laju pelapisan sebesar 2,5 gram. Laju korosi logam baja ST 40 diperoleh nilai terbesar pada spesimen dengan waktu pelapisan 5 menit, sebesar 235,37 mpy. Sedangkan laju korosi terendah pada spesimen ke dengan lama pelapisan 20 menit sebesar 50,02 mpy.

Keyword : laju korosi, pelapisan khrom, elektroplating

ABSTRACT

Metal corrosion cause quality degradation from electrochemistry reaction between surface and the surrounding environment. Steel 40 known as general metallurgy for industry and household equipment. Chrome electroplating to the material surface will increase hardness number and prevent direct contact with surrounding environment, and then corrosion oxidation reaction can be avoided. Corrosion rate influence to the surface performance such as hardness number and corrosion resistant. Corrosion rate of chromed surface is measured based on temperature changes and electric current during electroplating. Specimens of each parameter giving an average rate of coating. The highest rate of coating is recorded for 10 minutes coating processes, with an average of three specimen coating 5.3 grams. The lower rate of coating recorded for 25 minutes coating processes, with an average of three specimens coating 2.5 grams. Corrosion rate of STEEL 40 which is recorded as the most highest are 25 minutes coating processes, 235.37 mpy. And the lower corrosion rate are reached specimens with 20 minutes coating processes, 50.02 mpy.

Keywords : corrosion rate, electroplating, chrome coating,



Edi Widodo, ST, MT, Lahir di Semarang, pada tanggal 4 Juni 1980. Telah menamatkan program sarjana di Universitas Brawijaya Malang pada tahun 1999, Tahun 2007 mendapat kesempatan melanjutkan studi Magister pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, pada Fakultas Teknologi Kelautan. dan diwisuda pada tahun 2009 dengan penelitian pada Teknologi Transportasi bidang pengembangan pembangunan pelabuhan perikanan. Penulis aktif dalam kegiatan penelitian dalam bidang elektroplating dan kajian korosi.

*Corresponding author.

E-mail address: ediwidodo@umsida.ac.id, Telp. (+62) 85645020211

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2017 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

PENDAHULUAN

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki.[1] Korosi pada logam dipengaruhi lingkungan di sekitar, yang menyebabkan menurunnya mutu logam dan berkurangnya umur. Korosi pada umumnya terjadi karena bereaksi dengan udara O₂ dan air H₂O. Unsur lain yang juga berpengaruh dalam pertumbuhan laju korosi misalnya CO₂. [2]. Dan

NaCl.[3]Disamping itu, korosi juga terjadi karena disebabkan derajat deformasi plastik pada saat pembentukan logam dengan *cold working*. Laju korosi semakin meningkat jikaderajat deformasi semakin tinggi. [4] Solusi untuk menghindari korosi, logam dilapisi dengan unsur yang antikorosi. Pelapisan yang umum adalah chromming atau pelapisan khrom.*Chromizing* atau pemberian lapisan khrom, dilakukan untuk mendapat permukaan logam yang keras, anti korosi, serta memberikan nilai estetika yang banyak disenangi. Lapisan yang mengkilap memberikan nilai tambah yang dipertimbangkan dalam dunia industri. Pelapisan dilakukan dengan menggunakan metode elektroplating (pelapisan secara elektrolisis dengan memanfaatkan arus searah DC) dalam media larutan kimia. Faktor yang mempengaruhi kualitas lapisan adalah waktu pelapisan[5], tegangan listrik,[6] besar arus listrik, konsentrasi larutan dan temperatur. Kuat arus memiliki pengaruh yang signifikan dalam peningkatan ketebalan lapisan yang dihasilkan. Semakin tinggi arus maka semakin tinggi ketebalan pelapisan yang didapat. Hal ini akan memberikan dampak terhadap kekerasan permukaan. Semakin tebal kualitas lapisan semakin baik dan nilai kekerasan semakin tinggi.[7]

Dalam aktivitas sehari-hari, korosi dikenal dengan proses perkaratan besi dan logam lainnya. Perkaratan ini menimbulkan perubahan warna permukaan logam, timbulnya lapisan baru dari permukaan logam, lapisan ini disebut karat. Lapisan karat terbentuk dari reaksi permukaan logam dengan oksigen dan lingkungan yang membentuk lapisan baru yang bersifat rapuh dan tidak dapat kembali ke bentuk semula. Semakin banyak lapisan karat yang terbentuk semakin banyak lapisan logam yang rusak berubah menjadi lapisan karat. Kecepatan proses pengkaratan logam dikenal dengan laju korosi (*corrosion rate*). Ketebalan lapisan dapat meningkatkan perlindungan terhadap korosi. Diperlukan pelapisan yang baik dan mampu melindungi permukaan logam dari korosi. Laju korosi dapat dikurangi dengan penambahan inhibitor.[8][9][10] pada logam. Untuk permukaan logam, laju korosi bisa dicegah dengan penambahan lapisan anti korosi. Perubahan Temperatur pelapisan akan memberikan perubahan ketebalan lapisan. Temperatur proses pelapisan 60⁰ memberikan ketebalan yang optimal. [11]. Sedangkan temperatur diluar itu akan memberikan efek yang kurang baik terhadap pertumbuhan lapisan.

METODOLOGI

Perhitungan laju korosi (*corrosion rate*) dilakukan dengan dua cara, yaitu Metode kehilangan berat dan Metode elektrokimia.

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu

penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi yang terjadi. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut :

$$Mpy = \frac{534.W}{D.A.T} \quad (1)$$

Mpy = laju korosi (miles/year)
W = massa yang hilang (mg)
D = densitas benda uji korosi (g/m)
A = luas permukaan , in²
T = waktu (hour)

Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya). Kekurangan berat dari berat awal merupakan nilaikehilangan berat.Kekurangan berat dikembalikan ke dalam rumus untuk mendapat laju kehilangan beratnya.

Metode ini bila dijalankan dengan jangka waktu yang lama dan sustainable dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut),jugadijadikan referensi untuk treatment yang harus diterapkan pada daerah dan kondisi tempat objek tersebut.

Pengujian immerse/pencelupan dilakukan dengan mencelupkan spesimen ke dalam HCl dengan konsentrasi 0,5 M. Pada pengujian ini yang dicari adalah kehilangan berat (weighth loss) dalam variable waktu pelapisan specimen 5 menit, 10 menit, 15 menit 20 menit, 25 menit dan 30 menit. Dengan pengujian immerse interval waktu pencelupan 168 jam. Dari hasil pengujian didapatkan hubungan antara meningkatnya durasi waktu pengekhroman dengan penurunan laju korosi pada plat speseimen. Lama proses pengekhroman memberikan tren semakin bertambah durasi waktu pengekhroman maka laju korosi semakin turun.

Perhitungan laju korosi

Tujuan dari percobaan adalah Mengukur laju korosi lapisan nikel dengan media larutan asam HCl 0.5 M

Pengujian mengacu pada Standar :ASTM G 31 – 72

Kondisi pengujian yang dilakukan adalah:

- Kondisi lingkungan uji sesuai dengan mensimulasikan lingkungan dengan kadar HCl 0,5 M
- Pengujian dilakukan dengan merendam spesimen uji pada 4 liter larutan HCL 0,5 M
- Pengukuran berat dilakukan pada sampel sebelum dilakukan perendamam atau sertelah 168 jam

Peralatan yang digunakan selama melakukan uji sebagai berikut:

- Neraca digital
- Tempat perendaman
- Timer

Spesimen uji ditentukan sebagai berikut:

- Spesimen uji berjumlah 6 buah seperti yang ditunjukkan pada gambar spesimen berbentuk plat persegi panjang
- Spesifikasi masing-masing spesimen dibedakan dengan penomoran : Spesimen no 1, no 2, no 3, sampai dengan nomer 6

- c. Dimensi spesimen : panjang 150 mm, lebar 40 mm, dan tebal 3 mm

Prosedur pengujian dilaksanakan dengan prosedur:

1. Pengukuran awal spesimen meliputi:
 - a. Panjang spesimen
 - b. Lebar spesimen
 - c. Ketebalan spesimen
 - d. Berat spesimen
2. Posisi spesimen pada tempat perendaman adalah sejajar dengan jarak spesimen satu dengan yang lain adalah sama
3. Perendaman spesimen dilakukan dengan menggunakan larutan asam HCl 0,5 M selama 168 jam
4. Setelah perendaman 168 jam material dikeringkan dan ditimbang berat akhirnya
5. Selisih berat awal sebelum perendaman dan berat akhir setelah perendaman dijadikan data untuk mengukur laju korosi masing-masing spesimen

HASIL

Laju pelapisan khrom

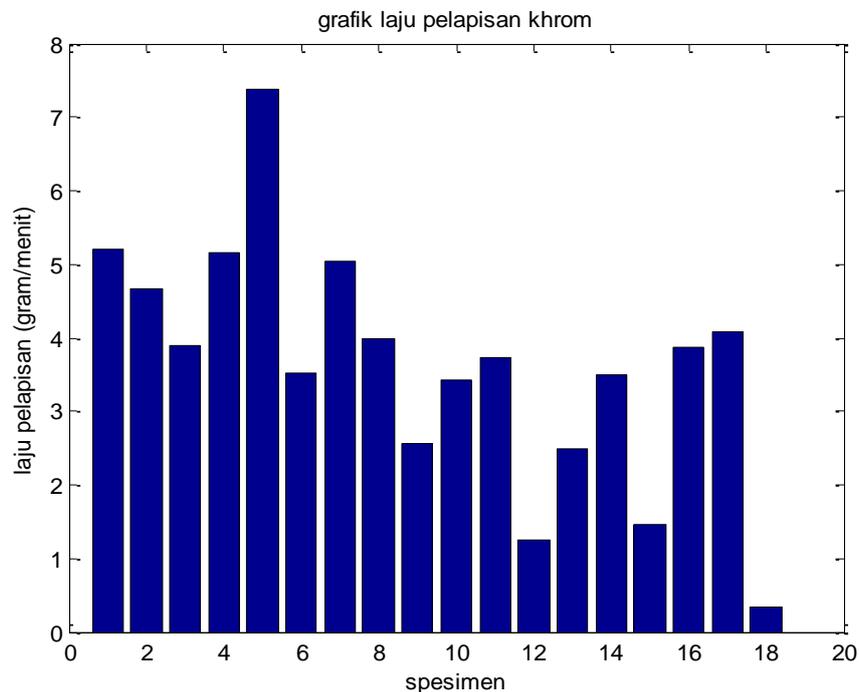
Proses pelapisan khrom dilakukan dengan memberikan variasi perbedaan waktu pelapisan. Setiap spesimen diambil data laju pelapisan berdasarkan waktu. Spesimen 1, 2, 3, dikrom selama 5 menit, selanjutnya spesimen 4, 5, 6, dilakukan proses pengekhroman selama 10 menit. Demikian seterusnya hingga spesimen

16, 17, 18 dilakukan proses pelapisan selama 30 menit. Perbedaan waktu ini diberikan untuk mendapatkan laju proses pelapisan. Parameter pengukuran yang diambil adalah perbedaan peningkatan massa pelapis. Dari table 1 merupakan table data uji laju pelapisan khrom dengan mengukur pertambahan massa yang terjadi.

Dari grafik. 1 laju pelapisan berdasarkan waktu diperoleh bahwa pada awal-awal proses pelapisan terjadi laju pelapisan yang cepat. Pelapisan berlangsung simultan. Laju pelapisan tertinggi dicatat pada kondisi pelapisan selama 10 menit dengan rata-rata laju pelapisan dari tiga spesimen sebesar 5,3 gram/menit. Sedangkan laju terendah pada pelapisan selama 25 menit dengan rata-rata laju pelapisan sebesar 2,5 gram/menit.

Spesimen adalah lempeng Baja ST 42, yang dipotong dengan dimensi (150 x 40 x 3) mm. Dikrom dengan suhu khrom 41⁰ C kuat arus 20 Ampere arus searah.

Kondisi spesimen dikrom selama 5 menit, ditunjukkan pada gambar 2. Hasil analisa pengujian korosi dengan media imersi asam khlorida HCL 0,5 M. Tampak hasil pengujian korosi, korosi terjadi pada sebagian besar permukaan spesimen. Hal ini disebabkan karena lapisan khrom belum terbentuk dengan baik. Waktu pelapisan selama 5 menit memberi lapisan tipis pada permukaan spesimen. Korosi terjadi dengan laju yang tinggi.



Gambar 1. Grafik laju pelapisan

Tabel 1. Perhitungan Laju Korosi Lapisan Nikel Dalam Media HCl 0,5 M

Massa	Spesimen					
	1	2	3	4	5	6
Mo	185.851	186.578	185.493	187.712	190.176	187.259
M1	172.396	181.713	181.988	184.852	187.295	182.503
$\Delta M(Mo-M1)$	13.455	4.865	3.505	2.86	2.881	4.756

Analisa spesimen

Terjadi pengurangan massa sebesar 13,455 gram, menunjukkan korosi terjadi dengan cepat. Pada permukaan pertama, korosi yang terjadi setelah lapisan khrom terkikis, terjadi laju korosi tinggi, korosi terpusat pada lapisan tanpa khrom. Sehingga laju korosi akan semakin cepat dan terpusat pada permukaan tanpa pelindung/pelapis khrom.

Dari perhitungan laju korosi diperoleh nilai laju korosi pada specimen 1 sebesar

235,37 mpy. Laju korosi memiliki nilai yang paling besar jika dibandingkan dengan lima specimen yang lainnya. Kecepatan korosi ini disebabkan karena lapisan khrom yang terbentuk masih rendah. Specimen belum memiliki lapisan pelindung yang memadai untuk mencegah korosi.



Gambar 2. Uji Korosi Specimen dengan khrom 5 menit



Gambar 3 Uji Korosi Specimen dengan khrom 10 menit



Gambar 4. Uji Korosi Specimen dengan khrom 15 menit



Gambar 5. Uji Korosi Specimen dengan khrom 20 menit



Gambar 6. Uji Korosi Specimen dengan khrom 25 menit



Gambar 7. Uji Korosi Specimen dengan khrom 30 menit

Pemusatan korosi terjadi pada permukaan yang terlebih dulu terjadi korosi, laju korosi semakin cepat mengikis logam. Korosi akan merambat setelah korosi terjadi pada suatu titik. Perluasan ini akan mempercepat korosi yang terjadi.

Specimen dengan kondisi pelapisan khrom selama 15 menit dapat dilihat pada gambar 4. Korosi diperoleh dari pengukuran massa spesimen sebesar 3.505 gram. Korosi terjadi pada permukaan yang tidak rata, dengan ketebalan lapisan khrom yang rendah. Lapisan khrom yang cukup tebal dilihat dari durasi waktu terlihat dari penurunan laju korosi. Pengurangan massa yang terjadi lebih rendah bila dibandingkan dengan specimen yang dikrom dengan waktu yang lebih pendek. Hal ini terjadi karena lapisan yang terbentuk lebih tebal. Permukaan logam mulai merata di seluruh permukaan.

Korosi specimen dengan durasi khrom selama 20 menit, ditunjukkan gambar 5. Korosi diukur dari pengurangan massa sebesar 2,86 gram. Korosi terjadi pada titik-titik tertentu yang memiliki kekasaran rendah. Dengan distribusi khrom yang kurang merata.

Karakteristik korosi pada specimen dengan khrom 25 menit ditunjukkan pada gambar 6. Laju korosi pada plat specimen dengan khrom 25 menit memiliki nilai lebih rendah. Hal ini disebabkan pembentukan lapisan khrom pada permukaan lebih sempurna. Dibuktikan dengan laju korosi permukaan yang rendah bila dibandingkan dengan specimen dengan waktu khrom lebih pendek.

Dikrom dengan suhu khrom 41⁰ C dan kuat arus 20 Ampere arus searah, selama 25 menit. Laju korosi plat pada kondisi ini terjadi dengan timbulnya alur korosi berupa garis. Dari karakteristik permukaan specimen, lapisan khrom mengalami korosi dimulai dari titik –titik tertentu kemudian memanjang membentuk suatu jalur khusus. Dari jalur korosi akan timbul perluasan daerah korosi. Keadaan ini menunjukkan laju korosi berlangsung semakin meningkat.

Specimen dengan kondisi pelapisan khrom selama 30 menit ditunjukkan pada gambar 7. Dikrom dengan suhu khrom 41⁰ C kuat arus 20 Ampere arus searah, selama 30 menit. Laju korosi plat specimen pada kondisi ini berlangsung cepat. Lebih cepat dibanding pada kondisi sebelumnya. Jalur perambatan korosi permukaan yang terbentuk lebih banyak dan lebih panjang. Kondisi ini menimbulkan tumbuhnya permukaan korosi yang lebih luas dan lebih panjang.

Pengurangan berat masing-masing specimen

$$Mpy = \frac{534.W}{D.A.T} \quad (2)$$

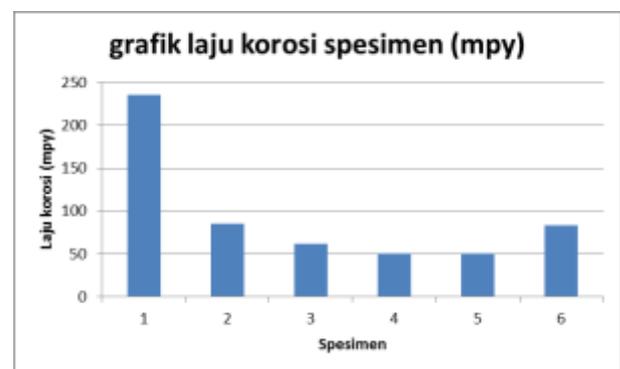
Mpy = laju korosi (miles/year)
 W = massa yang hilang (mg)
 D = densitas benda uji korosi (g/m)
 A = luas permukaan, in²
 T = waktu (hour)
 Diketahui :

Densitas nikel = 8.908 g/cm³ⁱ
 Waktu = 168 hours
 Dimensi = (150 x 40 x3) mm
 Luas permukaan = 2 x (pl + pt +lt)
 = 13.140 mm² ≈ 20,398 in²

Hasil perhitungan laju korosi dalam miles per year (Mpy):

Specimen ke-1 = 235,37 mpy
 Specimen ke-2 = 85,10 mpy
 Specimen ke-3 = 61,31 mpy
 Specimen ke-4 = 50,03 mpy
 Specimen ke-5 = 50,40 mpy
 Specimen ke-6 = 83,20 mpy

Analisa laju korosi pada baja ST 40 berdasarkan perbedaan waktu pengekroman
 Laju korosi specimen 1



Gambar 8. Grafik Laju Korosi Spesimen

Dari gambar grafik laju korosi specimen, didapatkan bahwa laju korosi terjadi secara cepat pada specimen 1, sebesar = 235,37 mpy. Laju korosi selanjutnya semakin turun sampai pada specimen 4. Pada specimen 4 laju korosi sebesar 50,03 mpy. Pada specimen 5 dan 6 laju korosi semakin meningkat. Spesimen 5 dan 6 memiliki waktu khrom yang lebih lama yaitu 25 menit dan 30 menit. Dari data specimen penelitian menunjukkan lama waktu pengekroman memberikan dampak ketahanan korosi yang semakin baik, yang ditunjukkan pada specimen 1 sampai dengan 4. Namun penambahan waktu setelah 25 menit menunjukkan laju korosi justru meningkat. Specimen menjadi lebih cepat mengalami proses korositas pada kondisi ini.

KESIMPULAN

Laju korosi menjadi lambat untuk specimen dengan waktu pengekroman yang semakin lama. Namun pada batas waktu 25 menit, semakin lama waktu pengekroman justru meningkatkan laju korosi. Waktu pengekroman memiliki waktu optimal dalam menghasilkan laju korosi yang lambat untuk specimen, yaitu 20 menit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Pemurah, atas limpahan rahmatNya. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kemenristek DIKTI yang telah membiayai penelitian,

serta LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memfasilitasi kegiatan peneliti, sehingga jurnal ini dapat disusun dengan baik. Harapan penulis penelitian ini dapat memberikan manfaat dan masukan khazanah keilmuan.

vol. 2, no. 3, 2013.

- [11] E. Widodo and S. R. Yulianto, "Optimization of Temperature Nickel Chrome Coating to Get Best Quality of Hardness and Thickness of Steel ST 40," in *Proceeding of International Conference on Green Technology*, 2014, pp. 88–90.

REFERENSI

- [1] S. R. Yulianto and E. Widodo, "Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pelapisan Nikel Khrom Terhadap Kualitas Ketebalan Dan Kekerasan Pada Baja St 40," in *SNFT UMSIDA, Indonesian*, 2013, vol. 2, no. 2013, pp. 145–150.
- [2] A. Rustandi, M. Adyututama, E. Fadly, and N. Subekti, "Corrosion Rate Of Carbon Steel For Flowline And Pipeline As Transmission Pipe In Natural Gas Production With Co2 Content," *Makara, Teknol.*, vol. 16, no. 1, pp. 57–62, 2012.
- [3] A. L. Murabbi and F. T. Industri, "Pengaruh konsentrasi larutan garam terhadap laju korosi dengan metode polarisasi dan uji kekerasan serta uji tekuk pada plat bodi mobil," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2012.
- [4] I. G. A. Kade and I. K. Suarsana, "Prediksi laju korosi dengan perubahan besar derajat deformasi plastis dan media pengkorosi pada material baja Karbon," *J. Ilm. Tek. Mesin CAKRAM*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2007.
- [5] I. K. Suarsana, "Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan khrom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan," *J. Ilm. Tek. Mesin CAKRAM*, vol. 2, no. 1, pp. 48–60, 2008.
- [6] S. Raharjo, "Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom," in *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 2010, pp. 296–308.
- [7] D. Tarwijayanto, W. P. Raharjo, and T. Triyono, "Pengaruh Arus Dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Tingkat Kekerasan Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah Aisi 1026 Dengan Menggunakan Cro3 250 Gr/Lt Dan H2so4 2,5 gr/Lt Pada Proses Elektroplating," *Mekanika*, vol. 11, no. Dc, pp. 109–115, 2013.
- [8] G. Rina and S. L. Butarbutar, "Analisis Laju Korosi Dengan Penambahan Inhibitor Korosi Pada Pipa Sekunder Reaktor Rsg-Gas," In *Seminar Nasional Vi Sdm Teknologi Nuklir*, 2010, no. 18 November, pp. 615–620.
- [9] S. Hermawan, Y. Rizky, A. Nasution, and R. Hasibuan, "Penentuan Efisiensi Inhibisi Korosi Baja Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 1, no. 2, pp. 31–33, 2012.
- [10] D. M. Sari, S. Handani, Y. Yetri, J. Fisika, F. Mipa, and U. Andalas, "Pengendalian Laju Korosi Baja St-37 Dalam Medium Asam Klorida dan Natrium Klorida Menggunakan Inhibitor Ekstrak Daun Teh (Camelia Sinensis)," *J. Fis. Unand*,