Analisis Laju Korosi Pelapisan Logam Besi oleh Nikel di Lingkungan Air Laut

Ninik Nigusti Ayu Sunardi
Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pasuruan
nns@itsnupasuruan.ac.id

Abstrak

Logam besi adalah logam yang sering ditemukan dalam berbagai komponen kendaraan dan mesin. Kualitas besi pada komponen mesin kendaraan sangat dipengaruhi oleh perawatan dan lingkungan sekitarnya. Agresivitas perairan laut dapat memicu timbulnya korosi pada besi. Elektroplating dapat menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan ketahanan korosi pada besi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis laju korosi serta efisiensi pelapisan logam besi oleh nikel di lingkungan air laut. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan memberikan variasi waktu pelapisan. Perhitungan laju korosi diukur dengan metode pertambahan berat. Hasil pengujian menunjukan bahwa logam besi yang telah dilapisi Nikel (Ni) dengan waktu pelapisan 1200 detik memiliki nilai laju reaksi terendah yaitu sebesar 0.001 mpy dan laju korosi terhadap logam besi yang tidak dilapisi sebesar 0,193 mpy.

Kata kunci : elektroplating, logam nikel, laju korosi, air laut

Abstract

Iron (Fe) is the most metal that found in various components of vehicals and engines. The quality of iron asa a component of the engine is depend on environment. Sea water aggressiveness can lead to corrosion of iron. Electroplating can be one of the efforts to increase corrosion resistance in iron. The aim of this research is to analyze the corrosion rate and the efficiency of nickel metal coatings in seawater. This is an experimental research b manipulating the coating time. Corrosion rate is measured by weight gain method. The result of this research show that nickel-coated iron in 1200 seconds has the greatest resistance to corrosion. Its corrosion rate is about 0,001 mpy. The corrosion rate of uncoated iron metal is about 0,193 mpy

Keywords : electroplating, nickel, corrosion rate, seawater

Article Info

Received date:28 June 2021 Revised date:1 July 2021 Accepted date: 12 July 202

PENDAHULUAN

Kehidupan masyarakat di era modern kini tidak bisa terlepas dari peralatan atau mesin-mesin berbahan dasar logam. Logam besi merupakan logam yang sering dijumpai dan memilik peran lebih banyak pada kehidupan manusia. Logam besi sering dimanfaatkan dalam konstruksi bangunan, komponen aksesori kendaraan hingga perkakas rumah tangga. Namun dalam penggunaannya sering kali dikaitkan dengan peristiwa korosi. Korosi merupakan kehancuran atau kerusakan material karena reaksi dengan lingkungannya (Fontana, 1988)

Daerah pesisir pantai merupakan daerah yang memiliki resiko korosi lebih besar terhadap logam termasuk besi. Maka diperlukan suatu tindakan untuk dapat memperkecil terjadinya korosi sehingga peralatan dari logam utamanya besi dapat terhindar dari penurunan kualitas yang dapat menjadikannya cepat rusak. Salah satu langkah pencegahan dan perlindungan yang dapat dilakukan adalah dengan melapisi permukaannya dengan logam lain yang lebih tahan korosi dengan bantuan aliran listrik. Langkah tersebut dikenal dengan istilah elektroplating. Elektroplating didefinisikan sebagai perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit sehingga ion logam mengendap pada benda padat konduktif membentuk lapisan logam. Ion logam diperoleh dari elektrolit maupun berasal dari pelarutan anoda logam ke dalam elektrolit. Pengendapan terjadi pada benda kerja yang berlaku sebagai katoda. Lapisan logam yang mengendap disebut juga sebagai deposit (Sutomo, 2013)

Pada proses elektroplating biasanya digunakan tembaga, nikel, dan krom sebagai logam pelapis material [2]. Proses pelapisan dalam penelitian ini hanya akan menggunakan nikel sebagai logam pelapis pada besi. Penggunaan logam nikel didasarkan pada pertimbangan untuk meningkatkan sifat teknis dan mekanis dari suatu logam, melindunginya dari korosi, dan dekoratif. Nikel amat popular dalam plating, terutama pada sistem plating tembaga-nikel-khrom (dekoratif/protektif). Nikel merupakan logam plating yang paling peka responnya atas aditif-aditif bak platingnya (Sutomo, 2013).

Perlu diketahui pula komponen-komponen lain yang berperan dalam proses elektroplating seperti arus listrik. Arus listrik pada dasarnya merupakan aliran elektron. Aliran elektron tersebut dapat mengalir dari suatu atom ke atom lainnya yang dibedakan menjadi dua jenis yakni AC dan DC. Arus listrik yang dipakai pada elektroplating adalah arus searah. Sumber arus DC dapat diperoleh dari *accumulator*, batu baterai atau dengan mengubah arus AC menjadi DC dengan menggunakan adaptor atau rectifier (Sunardi, 2006). Arus listrik tersebut nantinya dihantarkan oleh larutan yang mengandung ion-ion bebas yang disebut larutan elektrolit. Pemilihan larutan elektrolit pun disesuaikan dengan garam dari logam yang akan dilapis, garam-garam tersebut sebaiknya dipilih yang mudah larut, tetapi anionnya tidak mudah tereduksi.

Untuk dapat mengetahui ketahanan suatu logam terhadap korosi dapat dianalisis menggunakan metode laju korosi. Laju korosi merupakan kecepatan rambatan atau kecepatan

penurunan kualitas bahan terhadap waktu (Afandi, 2015). Dalam menghitung laju reaksi *(corrosion rate)* satuan yang biasa digunakan adalah mm/th (standar internasional) atau mill/year (mpy, standar British). Tingkat ketahanan suatu material terhadap korosi umumnya memiliki niai laju korosi antara 1–200 mpy (Trethewey, 1991). Kelebihan metode ini adalah kita langsung dapat mengetahui tingkat ketahanan logam terhadap korosi (laju korosi) tanpa memakan waktu yang lama. Selanjutnya pengujian laju korosi dengan metode elektrokimia dengan polarisasi dari potensial korosi bebasnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang didasari pada Hukum Faraday dan data yang diperoleh dapat dilakukan penggolongan tingkat ketahanan material berdasarkan laju korosinya berdasarkan tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Ketahanan Korosi

Tingkatan Korosi	**Nilai Laju Korosi (mpy)**
Luar biasa (*Outstanding*)	<1
Baik sekali (*Excellent*)	1-5
Baik (*Good*)	5-20
Cukup (*Fair*)	20-50
Buruk (*Poor*)	50-200
Tidak dapat diterima (*Unacceptable*)	>200

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental, yaitu hasil penelitian diperoleh melaui percobaan yang dilaksanakan di laboratorium dengan melalui pengujian, pengamatan dan analisis data yang diperoleh. Dalam penelitian ini, digunakan 5 buah logam besi pada ruji kendaraan bermotor sebagai sampel uji , 1 (satu) yang tidak dilapisi dan 4 (empat) yang dilapisi nikel.

Proses eksperimen dibagi dalam beberapa tahapan utama yaitu tahap persiapan, pelapisan dan pengujian. Pada tahap persiapan dilakukan beberapa perlakuan yaitu :

1. Pembersihan

   Pada tahapan pembersihan terbagi menjadi dua kegiatan yakni penghilangan minyak dan penghiilangan kerak. Pada kegiatan penghilangan minyak, sampel yang akan dilapisi dibersihkan menggunakan pelarut organik seperti bensin dan kerosin dengan merendam lalu menggosok permukaannya dengan bantuan busa atau kuas. Setelah itu dicuci menggunakan deterjen untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut tersebut. Selanjutnya untuk menghilangkan kerak dilakukan pengasahan menggunakan *sand blasting* atau penyikatan lalu dilanjutkan dengan proses *pickling*. Jika kerak sulit terlepas dapat dilakukan pemanasan.
2. Pengasahan/pemolesan

   Tujuan dari tahapan ini adalah untuk menghasilkan permukaan sampel/logam yang halus dengan cara pengasahan dengan ukuran yang bertahap mulai dari kasar, sedang sampai halus.
3. Pembersihan lanjut

   Kotoran yang tersisa dari proses sebelumnya pun perlu dihilangkan sebelum dilakukan tahapan plating. Penghilangan kotoran-kotoran ini dilakukan melalui tiga tahap pembersihan yaitu dengan solven organik, pembersihan alkali dan celup asam.
4. Pencelupan

   Setelah tahapan lanjut, sampel/logam dibilas menggunakanair, dilanjutkan dengan pencelupan dalam larutan asam encer.
5. Pengukuran

Pada tahapan ini dilakukan pengukuran berat logam serta pengukuran luas permukaan sebelum dilapisi logam lain yang nantinya digunakan dalam tahap perhitungan.

Selanjutnya pada tahapan pelapisan dilakukan proses elektroplating atau pelapisan listrik atau
penyepuhan yang merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam lain dengan menggunakan bantuan arus listrik melalui suatu elektrolit. Pada proses pelapisan ini digunakan arus 6 A, dengan jarak antar elektroda sebesar 10 cm dan variasi waktu selama 150, 300, 600 dan 1200 detik. Dasar penggunaan arus sebesar 6 A dalam penelitiaan ini yakni hasil dari penelitian Sutomo (2013) yang menyatakan bahwa terjadi kenaikan ketebalan yang lebih menguntungkan saat pelapisan dengan menggunakan arus sekitar 5-7 ampere. Demikian halnya dengan penelitian Widayatno (2016) yang menyatakan bahwa efisiensi proses elektroplating bisa ditingkatkan dengan melalui evaluasi kesesuaian geometri sel, ukuran anoda, proses galvanostatis, jarak elektroda, posisi elektroda, komposisi dan konsentrasi elektrolit.

Pada tahapan pengujian, logam besi yang telah terlapisi oleh nikel kemudian direndam menggunakan air laut selama 3 hari (72 jam). Selanjutnya laju korosi dihitung menggunakan persamaan *corrosion rate* :

$$CR = \frac{k \; x \; \Delta W}{\rho \; x \; A \; x \; T}$$

Dimana,

CR = laju korosi (mils per year atau mpy)

K = konstanta laju korosi dalam satuan mpy = 534

ΔW = selisih berat

ρ = densitas benda kerja (gr/cm^3)

A = luas permukaan (cm^2)

T = waktu (jam)

(Hadi, 2015)

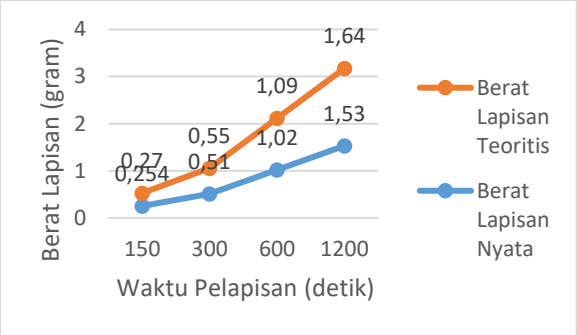
Efisiensi proses elektroplating adalah perbandingan antara jumlah logam yang terlarut dalam elektrolit dibanding dengan jumlah teoritis yang dapat larut menurut Hukum Faraday. Untuk mengetahui besar efisiensi proses elektroplating yang dilakukan dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\% \; E = \frac{berat \; lapisan \; logam \; percobaan}{berat \; lapisan \; logam \; secara \; teori} x \; 100\%$$

(Prasetyaningrum, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data berupa hubungan berat lapisan dengan waktu pelapisan yang disajikan dalam grafik 1.



Grafik 1. Hubungan Berat Lapisan dengan Waktu Pelapisan Nikel

Dari data tersebut, dapat diamati bahwa semakin lama waktu pelapisan akan meningkatkan berat lapisan nikel pada logam besi. Hal tersebut sejalan dengan perhitungan secara teoritisnya. Sesuai dengen Hukum Faraday dimana lama waktu pelapisan berbanding lurus berat endapan yang dihasilkan. Terlihat pada logam besi yang dilakukan elektroplating selama 150 detik hanya menghasilkan 0,25 gram endapan Nikel. Sedangkan pada logam besi yang dilakukan elektroplating lebih lama yakni selama

1200 detik ukur selisih beratnya dari berat mula-mula didapatkan hasil penambahan berat sebesar 1,53 gram. Seluruh logam besi yang terlapisi menunjukkan penambahan berat sesuai dengan lama waktu pelapisannya namun terdapat selisih antara hasil berat lapisan teoritis dengan hasil lapisan nyata yang didapatkan. Hal tersebut dikarenakan adanya faktor lain yang tidak dapat terkontrol oleh peniliti seperti halnya kemurnian dari larutan elektrolit, adanya kontaminan dan ketelitian alat yang digunakan memungkinkan adanya perbedaan selisih berat lapisan nyata dan lapisan teoritis.

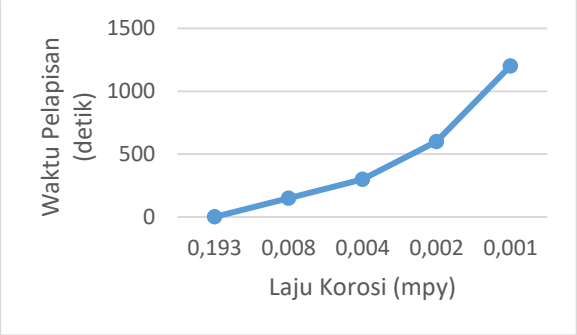
Selanjutnya untuk data pengujian laju korosi disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Laju Korosi Besi yang Dilapisi Nikel

No	ΔW (gr)	P (gr/cm^3)	A (cm)	T (Jam)	CR (mpy)
1	3,9	8,92	384,65	72	0,008
2	1,8				0,004
3	0,5				0,002
4	0,3				0,001

Selisih berat didapatkan dari hasil pengukuran berat logam sebelum dan sesudah pengujian dengan cara direndam menggunakan air laut yang diambil dari Pantai Boom Tuban selama 72 jam. Perendaman menggunakan air laut dipilih dengan pertimbangan bahwa daerah yang paling agresif pada lingkungan laut adalah zona atmosferik dan zona percikan (*splashing*) karena pada zona tersebut kandungan oksigennya sangat tinggi, sehingga meningkatkan laju korosi. Agresifitas lingkungan laut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti: Laut merupakan elektrolit yang memiliki sifat konduktifitas yang sangat tinggi, kandungan oksigen terlarut cukup tinggi, serta temperatur permukaan laut yang cukup tinggi sehingga ion-ion klorida pada air laut umumnya tinggi pula (Manurung, 2012).

Pengujian dilakukan pada seluruh logam besi. Terdapat 1 buah logam besi tanpa lapisan dan 4 buah logam besi yang telah dilapisi nikel dengan variasi waktu tertentu yakni 150, 300, 600 dan 1200 detik dengan arus 6 amepere. Dari hasil pengujian laju korosi pada besi yang telah dilapisi nikel terjadi kecenderungan berkurangnya berat dari keseluruhan logam yang telah dilapisi Nikel (Ni). Data hubungan antara waktu pelapisan dengan laju korosinya disajikan dalan grafik 2.



Grafik 2. Hubungan antara Waktu Pelapisan dan Laju Korosi

Pada sampel ke 4 dimana logam besi tersebut memiliki lapisan nikel yang lebih dibandingkan sampel yang lain, jika diuji dengan cara direndam dalam air laut hanya 0,3 gram permukaan logamnya yang terkorosi. Berdasarkan data tersebut maka dapat ditentukan laju korosinya melalui perhitungan yakni sebesar 0,001 mpy. Sehingga jika dikonversikan kedalam satuan standar internasional laju korosi per tahunnya yakni 2,54 x 10^{-6} mm. Sedangkan pada sampel ke 1 yang mana memiliki lapisan nikel yang paling sedikit, permukaan logam yang terkorosi justru lebih banyak dengan mengalami penurunan berat sebesar 3,9 gram dengan laju

korosi sebesar 0,008 mpy. Laju korosi terhadap logam besi yang tidak dilapisi sebesar 0,193 mpy. Hal ini menunjukkan bahwa logam besi tanpa lapisan nikel memiliki laju reaksi tertinggi dan termasuk dalam tingkat korosi dengan kriteria luar biasa (*outstanding*). Sejalan dengan hasil penelitian Manurung (2012) yang menyatakan bahwa logam yang diberi perlindungan dengan dilapisi oleh logam lain yang lebih tidak reaktif memiliki ketahanan yang lebih baik dan dapat menghambat laju korosi.

Efisiensi proses pelapisan logam besi dengan menggunakan logam nikel dalam penelitian ini pun juga diperhitungkan. Data efisiensi proses pelapisan logam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi Proses Elektroplating

Sampel No.	W lapisan nyata (gr)	W lapisan teoritis (gr)	Efisiensi (%)
1	0,254	0,27	92,79
2	0,51	0,55	93,16
3	1,02	1,09	93,16
4	1,53	1,64	93,16

Berdasarkan data tersebut, tingkat efisiensi proses pelapisan logam besi jika di rata-rata yakni sekitar 93%. Hal tersebut dapat diartikan bahwa proses pelapisan logam besi telah dilakukan dengan sangat baik dan efisien. Semakin besar persentase efisiensi proses elektroplating artinya benda kerja terlapisi dengan baik karena logam pelapis menempel dengan baik dan merata pula (Prasetyaningrum, 2018).

Selain itu terdapat beberapa hal yang menjadi tolak ukur sebuah hasil plating yang baik yakni kecemerlangan tampilan hasil pelapisan (Dewi, 2016). Tampilan hasil plating untuk nikel dapat dikatakan baik jika permukaan benda kerja tampak cemerlang pada seluruh permukaan dengan sedikit warna kuning senja, permukaannya halus dan tidak kusam.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin meningkat waktu yang digunakan pada proses pelapisan logam besi oleh nikel (Ni) akan memperlambat proses lajunya korosinya.
2. Proses pelapisan logam besi menggunakan nikel tergolong efisien dengan menggunakan arus sebesar 6 A dengan jarak antar elektroda sebesar 10 cm pada larutan elektrolit bersuhu 25^{o}C.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, Yudha Kurniawan, dkk. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik ITS.* Vol. 4, No. 1

Dewi, Citra Ayu. (2016). Pengaruh Waktu pada Elektroplating Krom Dekoratif. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia "Hydrogen".*

Fontana, Mars Guy. (1988). *Corrosion Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.

Hadi, Syafrul. (2015). Pengaruh Pelapisan Nikel terhadap Laju Korosi pada Impeler Pompa. *Jurnal Momentum*. Vol.17 No.1, pp.73-77.

Manurung, Charles. (2012). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan dan Laju Korosi (Mpy) Hasil Elektroplating Baja Karbon Rendah dengan Pelapis Nikel. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro.* Vol.8 No.1, pp.7-11.

Sunardi. (2006). *Unsur Kimia*. Yrama Widya: Bandung.

Sutomo, dkk. (2013). Pengaruh Arus dan Waktu pada Pelapisan Nikel dengan Elektroplating untuk Bentuk Plat. *Jurnal Seminar Nasional MIPA UNY.*

Prasetyaningrum, Aji. (2018). Peningkatan Efisiensi Pengolahan Limbah Elektroplating melalui Proses Koagulasi-Flokulasi pada Industri Logam Juwana Pati. *Proceeding SNK-PPM Vol.1*. Retrieved from https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snkppm

Trethewey, KR. (1991). *Korosi* . Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Widayatno , Tri dan Hamid. (2016). Simposium Nasional RAPI XV – 2016 FT UMS.

PROFIL SINGKAT

Ninik Nigusti Ayu Sunardi. Lahir di Sidoarjo pada hari minggu 13 Desember 1992. Pernah menempuh pendidikan di Universitas Negeri Surabaya, jenjang sarjana pada prodi pendidikan kimia lulus pada tahun 2014 dilanjutkan ke jenjang magister pada prodi pendidikan sains dan lulus tahun 2017. Saat ini menjadi pengajar di Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pasuruan.