



**ANALISIS PENGARUH JARAK ANODA-KATODA DAN WAKTU PROSES
ELEKTROPLATING TERHADAP KETAHAAN KOROSI PADA PELAPISAN BAJA
KARBON RENDAH ST-37**

Bagus Pamuji, Ir. Maula Nafi S.T., M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Jawa Timur Indonesia
email: bagusp7777@gmail.com

ABSTRAK

Korosi menjadi salah satu masalah utama yang umum dialami oleh baja karbon rendah, khususnya di sektor industri dan otomotif yang sering terpapar oleh hujan, kelembapan tinggi, serta zat polutan yang bersifat korosif. Korosi ini tidak hanya merusak struktur material secara perlahan, tetapi juga berdampak pada meningkatnya biaya perawatan dan penggantian komponen. Untuk mengatasi hal tersebut, salah satu teknik perlindungan yang sering diterapkan adalah pelapisan logam menggunakan metode elektroplating. Penelitian ini menganalisis pengaruh jarak anoda-katoda dan waktu elektroplating terhadap ketahanan korosi baja karbon rendah ST-37. Proses dilakukan dengan variasi jarak (40, 60, 80 mm) dan waktu (15, 30, 45 menit), serta diuji menggunakan larutan air hujan pH 5,72. Hasil menunjukkan bahwa kedua parameter berpengaruh signifikan terhadap ketebalan lapisan nikel dan ketahanan korosi. Kombinasi terbaik terdapat pada jarak 60 mm dan waktu 45 menit, dengan kehilangan berat paling rendah (0,001–0,002 gram) dan permukaan yang minim korosi. Sebaliknya, kombinasi 80 mm dan 15 menit menunjukkan hasil terburuk. Elektroplating yang optimal terbukti efektif dalam meningkatkan perlindungan baja ST-37 terhadap media korosif, sehingga potensial diterapkan pada komponen yang digunakan di lingkungan industri dan otomotif.

Kata Kunci : Baja Karbon Rendah ST-37, Elektroplating, Waktu Proses Elektroplating, Jarak Anoda-Katoda, Ketahanan Korosi, Struktur Mikro Metalografi.

ABSTRACT

Analysis of the Effect of Anode-Cathode Distance and Electroplating Time on the Corrosion Resistance of Low Carbon Steel ST-37 Coating

Corrosion is one of the major issues commonly encountered in low carbon steel, particularly in industrial and automotive sectors exposed to rainwater, high humidity, and corrosive pollutants. This phenomenon not only gradually deteriorates the structural integrity of the material but also increases maintenance and replacement costs. To address this issue, one widely applied protective technique is metal coating through the electroplating process. This study investigates the effect of anode-cathode distance and electroplating duration on the corrosion resistance of low carbon steel ST-37. The process was conducted using distance variations (40, 60, 80 mm) and time durations (15, 30, 45 minutes), tested in rainwater solution with a pH of 5.72. The results indicate that both parameters significantly influence the nickel coating thickness and corrosion resistance. The optimal condition was observed at a 60 mm distance and 45 minutes of plating time, resulting in the lowest weight loss (0.001–0.002 grams) and minimal surface corrosion. In contrast, the worst performance was recorded at 80 mm and 15 minutes. Properly optimized electroplating proved effective in enhancing the corrosion protection of ST-37 steel, making it a viable approach for components used in industrial and automotive environments.

Keywords: *Low-Carbon Steel ST-37, Electroplating, Electroplating Time, Anode-cathode distance, Corrosion Resistance, Metallographic Microstructure.*



PENDAHULUAN

Baja karbon rendah seperti ST-37 banyak digunakan dalam berbagai konstruksi, otomotif, dan manufaktur karena sifat mekaniknya yang baik dan harga yang terjangkau. Namun, baja ST-37 memiliki kelemahan utama yaitu rentan terhadap korosi, terutama di lingkungan dengan kondisi lembab atau terpapar zat kimia korosif. Korosi dapat menyebabkan penurunan kekuatan material dan memperpendek umur pakai komponen logam.

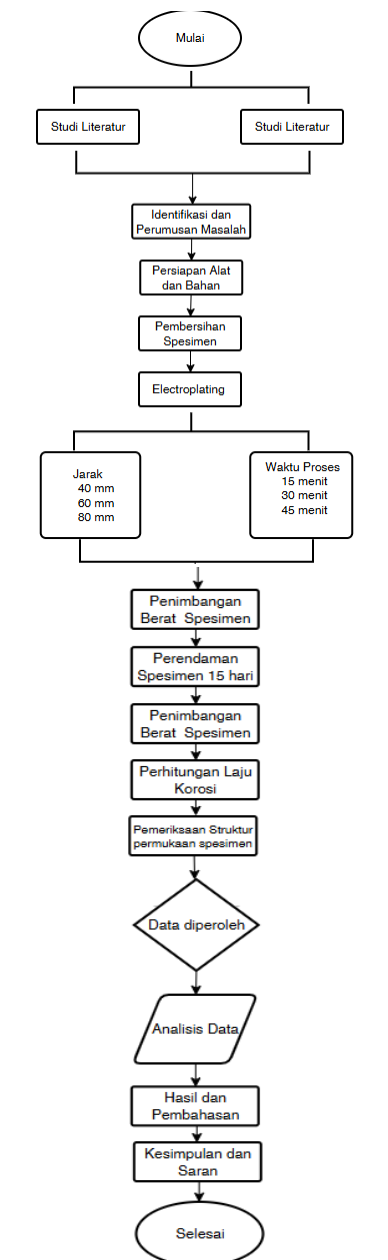
Salah satu metode efektif untuk meningkatkan ketahanan korosi pada baja adalah dengan cara pelapisan logam melalui Electroplating. Proses ini melibatkan pengendapan logam pelindung seperti nikel, krom, ataupun seng pada permukaan logam menggunakan arus listrik searah dalam larutan elektrolit. Pelapisan nikel dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan memperbaiki penampilan estetika komponen logam. Namun, kualitas lapisan pelindung sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter proses, Jarak antara anoda dan katoda dalam proses elektroplating merupakan salah satu parameter penting yang memengaruhi distribusi arus listrik dan efisiensi perpindahan ion logam dalam larutan elektrolit. Bila jarak terlalu dekat, maka arus cenderung lebih tinggi pada permukaan dekat elektroda, yang dapat menyebabkan lapisan logam tidak merata atau terlalu tebal pada titik tertentu. Sebaliknya, jarak yang terlalu jauh dapat menyebabkan turunnya efisiensi pelapisan karena hambatan listrik yang meningkat dan penurunan distribusi ion logam ke permukaan katoda. Variasi jarak anoda–katoda menunjukkan pengaruh signifikan terhadap ketebalan dan keseragaman lapisan nikel. Jarak yang terlalu dekat meningkatkan ketebalan tetapi menurunkan keseragaman, sedangkan jarak optimal menghasilkan distribusi lapisan yang lebih merata (Azmi, Haris, & Dharma, 2023).

Waktu pelapisan juga merupakan parameter proses yang secara langsung mempengaruhi **ketebalan lapisan** logam yang terbentuk pada permukaan benda kerja. Semakin lama waktu elektroplating, semakin banyak ion logam yang tereduksi dan mengendap di permukaan katoda, sehingga lapisan menjadi lebih tebal. Lama proses pelapisan yang ditingkatkan akan menghasilkan ketebalan lapisan yang lebih besar, namun jika terlalu lama dapat menyebabkan tegangan berlebih atau lapisan retak karena tegangan internal” (Rozak, 2017).

Dengan demikian, kajian ini bertujuan untuk menjabarkan pengaruh variasi jarak anoda-katoda dan waktu pelapisan terhadap ketahanan korosi pelapisan nikel pada baja ST-37. Hasil pengkajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan proses electroplating yang lebih efisien dan menghasilkan lapisan pelindung yang optimal untuk meningkatkan ketahanan korosi baja ST-37.

LANGKAH PENELITIAN

pengkajian yang dipergunakan adalah metode percobaan dengan alur penelitian dibuat pada Gambar 1



Gambar 1. Alur penelitian

Alat dan bahan

Pada penelitian ini, proses elektroplating dilakukan untuk memperoleh lapisan pelindung pada bahan baja ST 37 dengan dimensi 30 x 20 mm. Proses electroplating ini bermaksud untuk memperbaiki sifat material baja, seperti ketahanan akan korosi dan keausan. Berikut adalah tahapan persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam metode electroplating.

Alat yang digunakan :

1. Catu Daya DC (*Power Supply*)
2. Tangki Elektroplating
3. Anoda (*Electrode Positive*)
4. Katoda (*Electrode Negative*)
5. Pengaduk (*Stirrer*)
6. Termometer
7. Kabel dan Klem
8. *Timer*

Bahan yang digunakan :

1. Larutan Elektrolit
2. Asam atau Basa Pembersih
3. Air Distilasi

Prosedur persiapan benda uji:

1. Pemotongan dan Pengukuran Benda Uji
2. Pembersihan Permukaan
3. Pencucian dan Pengeringan
4. Pemasangan pada Katoda

Prosedur persiapan larutan elektroda :

1. Pencampuran Bahan Larutan
2. Pengaturan Suhu

Indikator Penelitian

Indikator pada penelitian ini adalah:

- a. Penelitian ini diuji coba pada jarak anoda-katoda pada elektroplating terhadap ketahanan korosi baja karbon rendah ST-37

Tabel 1. Variabel percobaan

Jarak	Jenis Material
40 mm	Baja karbon ST-37
60 mm	Baja karbon ST-37
80 mm	Baja karbon ST-37

- b. Penelitian di uji coba pada variasi waktu proses elektroplating terhadap ketahanan korosi baja ST-37

Tabel 2. Variabel percobaan

Waktu	Jenis Material
15 menit	Baja karbon ST-37
30 menit	Baja karbon ST-37
45 menit	Baja karbon ST-37

- **Definisi elektroplating**

Pelapisan Pelapisan secara listrik, atau yang dikenal sebagai elektroplating, adalah proses pelapisan logam melalui elektrolisis dengan memanfaatkan arus listrik searah (DC) dan larutan kimia (elektrolit) yang berperan sebagai media penyuplai ion-ion logam. Proses ini menghasilkan endapan logam pada elektroda katoda.

Electroplating Proses ini dilakukan dengan mengalirkan arus listrik melalui larutan yang menghubungkan dua plat logam atau material konduktif lainnya. Plat logam tersebut berfungsi sebagai anoda dan katoda, yang dihubungkan ke kutub positif dan negatif dari sumber arus searah (DC). Logam yang terhubung ke kutub positif disebut anoda, sedangkan yang terhubung ke kutub negatif disebut katoda. Endapan nikel pada baja terjadi karena adanya ion-ion bermuatan listrik yang berpindah secara terus-menerus dari satu elektroda melalui larutan elektrolit.

Perhitungan dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

➤ **Laju Korosi**

Laju korosi merujuk pada kecepatan penurunan kualitas bahan seiring berjalannya waktu. Pengukuran laju korosi (corrosion rate) secara eksperimen dapat dilakukan melalui berbagai metode, yaitu:

Metode kehilangan berat (*Weight Loss*)

$$CR = \frac{W.K}{D.A.T}$$

Dimana :

CR = Laju Korosi (mm/year)

W = Kehilangan Massa (gram

K = Konstanta Faktor (mm/year = 87,6)

D = Densitas (gram/cm³)

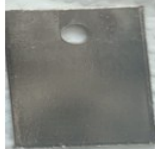
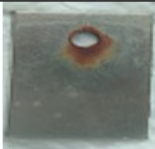
A = Luas Permukaan (inc²)

T = Waktu (jam)

HASIL PENELITIAN

Data Hasil Penelitian

Tabel dibawah ini menunjukan hasil data observasi yang didapat selama proses pengkajian.

Keterangan	Spesimen Electroplating	Rendaman Korosif
40 mm 15 menit		
40 mm 30 menit		
40 mm 45 menit		
60 mm 15 menit		
60 mm 30 menit		
60 mm 45 menit		
80 mm 15 menit		

80 mm 30 menit		
80 mm 45 menit		

Tabel 3 Hasil Electroplating dan Setelah rendaman larutan Korosif

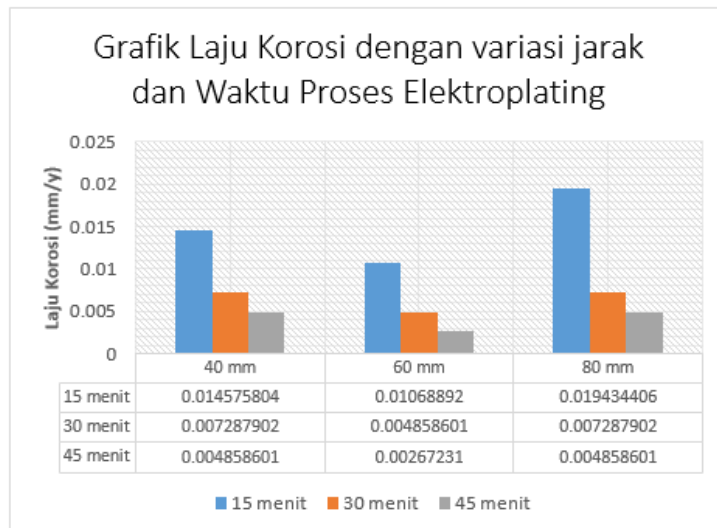
		Kode Spesimen	Hasil elektroplating		Larutan korosif	Selisih berat spesimen
			Berat awal	Berat akhir	Berat akhir	
40 mm	15 menit	1	5,296	5,636	5,630	0,006
		2	5,340	5,683	5,680	0,003
		3	5,317	5,653	5,650	0,003
	30 menit	4	5,242	5,612	5,610	0,002
		5	5,143	5,514	5,511	0,003
		6	5,294	5,658	5,657	0,001
	45 menit	7	5,289	5,793	5,791	0,002
		8	5,380	5,887	5,886	0,001
		9	5,363	5,864	5,862	0,002
60 mm	15 menit	10	5,197	5,497	5,496	0,001
		11	5,289	5,589	5,585	0,004
		12	5,375	5,680	5,676	0,004
	30 menit	13	5,358	5,690	5,687	0,003
		14	5,345	5,676	5,675	0,001
		15	5,176	5,506	5,504	0,002
	45 menit	16	5,228	5,680	5,679	0,001
		17	5,286	5,741	5,740	0,001
		18	5,233	5,687	5,685	0,002
80 mm	15 menit	19	5,227	5,384	5,376	0,008
		20	5,299	5,455	5,442	0,013
		21	5,246	5,401	5,398	0,003
	30 menit	22	5,289	5,532	5,531	0,001
		23	5,272	5,513	5,510	0,003
		24	5,244	5,488	5,487	0,001
	45 menit	25	5,251	5,523	5,521	0,002
		26	5,289	5,561	5,558	0,003
		27	5,192	5,462	5,461	0,001

Tabel 4 Tabel data *Weight Loss Spesimen*

Data Hasil Perhitungan

Proses perhitungan ini menghitung nilai Laju korosi menggunakan metode weight loss Oleh karena itu diperoleh hasil perhitungan yang datanya disajikan pada tabel berikut.

		Weight Loss (mm/y)
40 mm	15 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,006}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,014575804$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
	30 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$
	45 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
60 mm	15 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,004}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,009717203$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,004}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,009717203$
	30 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
80 mm		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$
	45 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
	15 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,008}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,019434406$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,013}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,031580909$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
	30 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
	45 menit	$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,002}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,004858601$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,003}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,007287902$
		$CR = \frac{(8,76 \times 10^4) \times 0,001}{13,2 \times 348 \times 7,85} = 0,002429301$



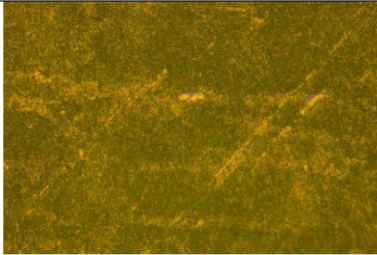
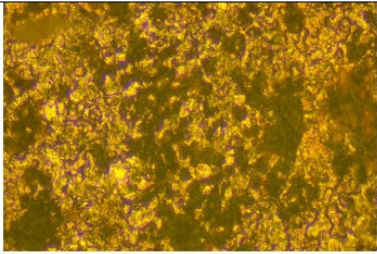
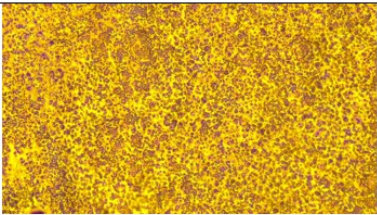
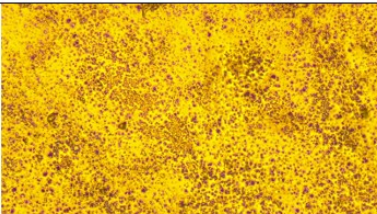
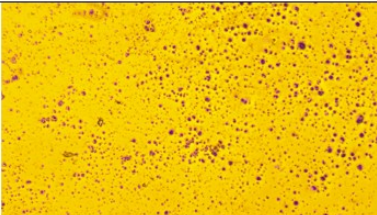
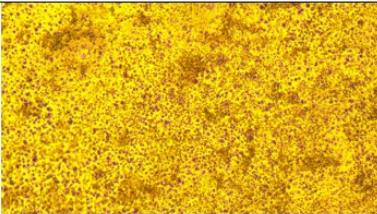
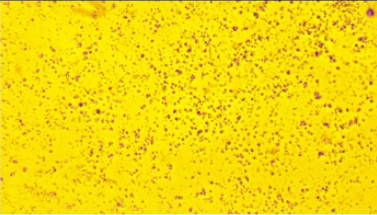
Grafik 1 laju korosi

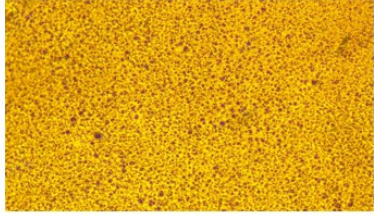
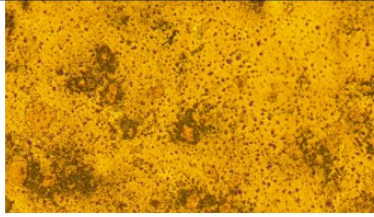
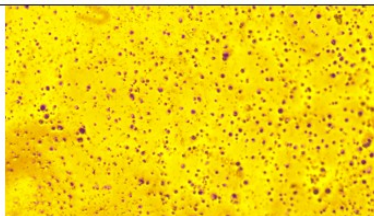
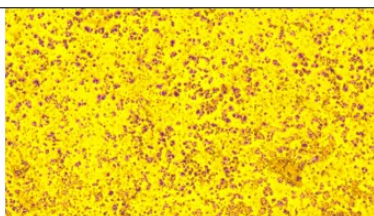
Berdasarkan hasil penimbangan berat specimen pengaruh variasi jarak anoda-katoda dan waktu elektroplating akan ketahanan korosi pada baja karbon rendah ST-37 setelah direndam dalam air hujan (pH 5,72) selama 15 hari, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Waktu elektroplating mempengaruhi ketahanan korosi specimen. Semakin lama waktu elektroplating, semakin kecil penurunan berat setelah perendaman. Waktu elektroplating 45 menit memberikan hasil ketahanan korosi terbaik dibandingkan 15 dan 30 menit, ditunjukkan dengan rata-rata kehilangan berat terendah (0,001–0,003 gram). Hal ini menunjukkan lapisan nikel yang lebih tebal dan padat mampu memberikan perlindungan yang lebih baik.
- Jarak anoda-katoda berpengaruh terhadap kualitas pelapisan. Jarak 60 mm terbukti memberikan hasil paling optimal, di mana semua specimen yang diplating selama 45 menit hanya mengalami kehilangan berat sebesar 0,001–0,002 gram. Hal ini menunjukkan distribusi ion nikel yang lebih merata pada specimen.
- Kombinasi parameter terbaik diperoleh pada jarak anoda-katoda 60 mm dengan waktu plating 45 menit. Kombinasi ini menghasilkan struktur mikro yang paling bersih dari korosi lokal dan kehilangan berat paling kecil, sehingga direkomendasikan sebagai parameter optimal.
- Kombinasi terburuk terjadi pada jarak 80 mm dan waktu 15 menit. Kombinasi ini menghasilkan kehilangan berat tertinggi (hingga 0,013 gram), serta permukaan specimen menunjukkan bercak korosi yang meluas. Hal ini disebabkan karena ketebalan lapisan yang tidak merata dan terlalu tipis.

Analisis Struktur Mikro Lapisan Nikel (Perbesaran 20x)

Analisis struktur mikro dilakukan untuk mengevaluasi hasil pelapisan nikel pada baja ST37 berdasarkan variasi jarak elektroda (40 mm, 60 mm, dan 80 mm) serta waktu perendaman (15, 30, dan 45 menit). Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop optik terhadap permukaan specimen pasca elektroplating dan setelah perendaman selama 15 hari dalam larutan air hujan (pH $\pm$ 5,72).

	Spesimen Baja ST 37 Tanpa perlakuan
	struktur homogen namun masih menunjukkan jejak goresan abrasif akibat proses preparasi (polishing), serta belum terlihat adanya nukleasi atau pertumbuhan kristal pelapis.
	Spesimen Baja Pembersihan HCL
	Permukaan terlihat lebih kasar dan berpori hasil dari larutan asam klorida (HCl) menghilangkan lapisan oksida dan kontaminan dari permukaan baja.
	Spesimen Electroplating 40 mm 15 menit
	Bercak sangat rapat & menyebar
	Spesimen Electroplating 40 mm 30 menit
	Distribusi bercak mulai jarang, tapi masih merata
	Spesimen Electroplating 40 mm 45 menit
	Bercak lebih jarang dan tersebar acak
	Spesimen Electroplating 60 mm 15 menit
	Bercak korosi (ungu/coklat) sangat padat dan menyatu, area permukaan tidak merata.
	Spesimen Electroplating 60 mm 30 menit
	Bercak lebih kecil dan lebih jarang. Masih ada kerusakan tapi lebih tersebar

	Spesimen Electroplating 60 mm 45 menit Bercak sangat kecil dan homogen. Permukaan relatif halus & tertutup rata
	Spesimen Electroplating 80 mm 15 menit Terlihat bercak-bercak besar dan gelap. Area korosi menyatu dan kasar
	Spesimen Electroplating 80 mm 30 menit Bercak korosi tampak kecil, merata, namun cukup banyak. Permukaan tampak berpori
	Spesimen Electroplating 80 mm 45 menit Bercak kecil dan padat, cukup menyebar, permukaan terlihat lebih tertutup

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh variasi jarak anoda-katoda dan waktu proses electroplating terhadap ketahanan korosi baja karbon rendah ST-37 yang diuji melalui perendaman dalam air hujan selama 15 hari, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Waktu plating berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dan homogenitas lapisan nikel. Semakin lama waktu elektroplating, semakin tebal dan merata lapisan yang terbentuk, sehingga memberikan ketahanan korosi yang lebih baik. Hasil observasi struktur mikro menunjukkan bahwa waktu 45 menit memberikan lapisan yang lebih padat dan lebih sedikit menunjukkan bercak korosi.
- Jarak anoda-katoda juga mempengaruhi kualitas pelapisan. Jarak yang terlalu dekat (40 mm) dan sedang (60 mm) memberikan distribusi ion nikel yang lebih merata dibandingkan jarak jauh (80 mm), yang menunjukkan adanya kerusakan permukaan lebih parah akibat plating yang tidak homogen.
- Hasil optimal diperoleh pada jarak 40 mm dan 60 mm dengan waktu plating selama 45 menit, yang menunjukkan tingkat kerusakan permukaan paling rendah berdasarkan pengamatan mikroskop optik pada perbesaran 20x
- Kombinasi jarak 80 mm dan waktu 15 menit menghasilkan kerusakan paling tinggi dengan permukaan yang kasar dan bercak korosi menyatu, menandakan plating tidak optimal. Jarak anoda yang terlalu jauh menyebabkan penurunan efisiensi pelapisan dan kualitas lapisan yang terbentuk.
- Hasil ini selaras dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa Variasi jarak anoda–katoda menunjukkan pengaruh signifikan akan ketebalan dan keseragaman

lapisan nikel. Jarak yang terlalu dekat meningkatkan ketebalan tetapi menurunkan keseragaman, sedangkan jarak optimal menghasilkan distribusi lapisan yang lebih merata (Azmi, Haris, & Dharma, 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengkajian dan pengamatan struktur mikro akan pengaruh jarak anoda-katoda dan waktu metode elektroplating terhadap ketahanan korosi baja karbon rendah ST-37, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu elektroplating berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dan homogenitas lapisan nikel. Semakin lama waktu plating, semakin tebal dan rata lapisan yang terbentuk. Waktu plating 45 menit menghasilkan permukaan dengan struktur mikro yang lebih padat, sedikit pori, serta kehilangan berat paling kecil setelah uji korosi (0,001–0,003 gram).
2. Jarak anoda-katoda memengaruhi distribusi ion nikel selama proses elektroplating. Jarak 60 mm memberikan hasil paling merata secara visual dan struktur mikro, dengan sedikit cacat dan tidak terlihat retakan atau bercak korosi yang signifikan. Sebaliknya, jarak 80 mm menyebabkan pelapisan tidak merata, ditunjukkan oleh adanya retakan, pori besar, dan bercak korosi menyatu pada gambar struktur mikro.
3. Kombinasi terbaik diperoleh pada jarak 60 mm dan waktu 45 menit, yang menghasilkan struktur mikro paling padat dan homogen. Permukaan spesimen terlihat halus dan tidak menunjukkan tanda-tanda korosi lokal, serta kehilangan berat sangat rendah.
4. Kombinasi terburuk terjadi pada jarak 80 mm dan waktu 15 menit. Hasil pengamatan mikroskop menunjukkan permukaan kasar, tidak rata, serta adanya retakan dan bercak korosi yang menyatu, dengan kehilangan berat tertinggi hingga 0,013 gram.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya antara lain :

1. Penggunaan SEM (Scanning Electron Microscope)
Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan alat Scanning Electron Microscope (SEM) guna mengamati struktur permukaan pelapisan nikel secara mikro. Dengan menggunakan SEM, dapat diketahui morfologi permukaan lapisan secara lebih detail, termasuk keberadaan pori-pori, retakan halus, atau ketidakrataan lapisan yang tidak dapat dideteksi secara visual.
2. Pengujian Kekerasan Permukaan
Perlu dilakukan pengujian kekerasan mikro seperti uji Vickers untuk mengetahui sejauh mana variasi waktu dan jarak anoda-katoda mempengaruhi kekuatan mekanik lapisan nikel.
3. Variasi Tegangan dan Suhu Larutan
Penelitian ini hanya memvariasikan jarak elektroda dan waktu plating. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk memvariasikan juga parameter lain seperti tegangan listrik dan suhu larutan elektroplating, karena keduanya berpengaruh langsung terhadap laju deposisi dan kualitas pelapisan.
4. Pengujian Ketahanan Korosi Lebih Lanjut Untuk memperoleh data ketahanan korosi yang lebih komprehensif, penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode uji korosi tambahan seperti uji kabut garam (salt spray test) atau uji potensiodinamik.

REFERENSI

- E. J. Susilo, U. S. Dharma, and D. I Azmi, F. H. (2023). Analisa pengaruh jarak anoda dan katoda terhadap kualitas produk pada proses nikel elektroplating. *Prosiding Konferensi Nasional Sains dan Teknologi Terapan (KONSEP)*, 6(1), (hal. 45–50).
- Effendi, N. ((2009)). Pengaruh variasi rapat arus terhadap ketebalan lapisan elektroplating seng pada baja karbon rendah. *Traksi: Jurnal Teknik Mesin*, 18–24.
- Effendi, N. (2009). Pengaruh variasi rapat arus terhadap ketebalan lapisan elektroplating seng pada baja karbon rendah. *raksi: Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 18–24.
- Jamaludin, I. (2019). Karakteristik nikel dan aplikasinya dalam teknik pelapisan. *Surabaya: Teknik Mesin ITS Press*.
- Napitupulu, A. (2017). Korosi dan Perlindungan Permukaan Logam. . *Jurnal Teknik Mesin Unjani* 5(1), 23–30.