

# IMPACT OF ANODE-CATHODE DISTANCE VARIATIONS ON NICKEL ELECTROPLATING OF AISI 1020 STEEL: HARDNESS AND CORROSION RATE ANALYSIS

Nereus Tugur Redationo<sup>1</sup>, Carlos Yoga Mannuel<sup>2</sup>, Danang Murdiyanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin-Fakultas Teknik-Universitas Widya Karya-Malang-Jawa Timur

Email: [tugur@widyakarya.ac.id](mailto:tugur@widyakarya.ac.id)

## INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:

6 Mei 2024

Naskah Disetujui:

31 Mei 2024

Naskah Diterbitkan:

30 Juni 2024

## ABSTRACT

*Nickel electroplating on AISI 1020 steel is expected to increase hardness and enhance aesthetic appearance. Nickel plating on AISI 1020 steel is also anticipated to protect the steel surface and reduce the rate of corrosion. In the nickel electroplating process, researchers studied variations in the anode-cathode distance (5 cm, 10 cm, and 15 cm) and the use of an aerator. Data from Vickers hardness tests, corrosion rate tests, and microstructure photos were used as the basis for analyzing corrosion rates. The corrosion rate value without the aerator at an anode-cathode distance of 15 cm is 0.034 mm/year, at 10 cm is 0.019 mm/year, and at 5 cm is 0.015 mm/year. With the use of an aerator, the corrosion rate at an anode-cathode distance of 5 cm is 0.022 mm/year, at 10 cm is 0.011 mm/year, and at 15 cm is 0.008 mm/year. The Vickers hardness values without the aerator for these distances were 337.3 VHN, 190 VHN, and 286 VHN, respectively, while with the aerator, the hardness values were 301.67 VHN, 200.33 VHN, and 339 VHN.*

**Keywords:** *Electroplating, Nickel Plating, Aerator, Hardness, Corrosion*

## PENDAHULUAN

Baja dalam berbagai aplikasi di industri digunakan antara lain untuk: konstruksi, komponen otomotif/pertanian, alat potong, *punch, dies*, dan komponen-komponen lain. Baja AISI 1020 merupakan baja yang sering digunakan untuk membuat mur, baut, roda gigi, dan poros. Baja AISI 1020 memiliki kadar karbon sekitar 0,2% sehingga dikategorikan sebagai baja karbon rendah [8]. Sifat kimia baja karbon AISI 1020 mudah mengalami korosi. Korosi menjadi masalah yang serius sehingga perlu penanganan yang khusus, terutama berkenaan dengan kualitas dan keamanan pada komponen.

Pada keadaan di tempat, kondisi dan waktu komponen akan mengalami korosi. Beberapa hal korosi yang terjadi antara lain gesekan, pelapukan, proses destruktif dan reaksi kimia. Pada kondisi seperti ini maka perlu komponen dilindungi/dihindari hal-hal tersebut. Komponen diharapkan perlu penanganan khusus antara lain: pengecatan, pelapisan lapis tipis tahan korosif, *heat treatment*, pelumasan oli dan *electroplating*.

Perkembangan teknologi untuk meningkatkan ketahanan sifat mekanik dan sifat kimia (korosif) material sangat maju, salah

satunya dengan melakukan *electroplating*. *Electroplating* adalah proses pelapisan material menggunakan bantuan arus listrik [5]. Pada sisi lain *electroplating* juga dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan material dan tampilan estesisnya [2].

Pada proses *electroplating* terdapat beberapa macam logam yang sering digunakan sebagai bahan pelapis material, diantaranya adalah nikel, krom, seng, kuningan, emas dan tembaga. Penggunaan pelapisan nikel pada dunia industri digunakan untuk melindungi permukaan logam dari oksidasi, korosi, tampilan yang mengkilap dan estesis. Penggunaan logam nikel di Indonesia saat ini ketersediaannya sangat banyak dan merupakan negara penyumbang logam nikel terbesar nomor satu di dunia.

Pada proses nikel *electroplating* ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan yang memengaruhi kualitas nikel *electroplating*. Beberapa faktor kualitas antara lain kekerasan material yang dilapisi, sebaran partikel dan laju korosi. Faktor-faktor lain yang memengaruhi proses *electroplating* adalah jarak anoda dan katoda. Jarak anoda dan katoda dapat mempengaruhi distribusi partikel yang dilapisi material dan penggunaan *aerator*. Penggunaan *aerator* dapat meningkatkan sirkulasi larutan untuk membantu

distribusi ion logam yang lebih merata dan membantu keseragaman lapisan nikel.

### **Electroplating**

*Electroplating* adalah proses pelapisan logam dengan cara mengendapkan ion logam pelapis (anoda) di atas permukaan logam yang akan dilapisi (katoda). Proses *electroplating* pada penelitian ini menggunakan arus listrik searah (DC) dan menggunakan larutan elektrolit sebagai media untuk menghantarkan listrik [5].

### **Nikel**

Nikel adalah logam yang bersifat tahan terhadap korosi, memiliki nilai kekerasan dan kekuatan yang sedang serta keuletan dan konduktor listrik yang baik, maka dari itu nikel sering digunakan pada industri kimia, akumulator, dan pada pelapisan logam [11]. Nikel memiliki ciri fisik yaitu berwarna putih keperakan, berkristal halus, sehingga saat di poles dapat terlihat bagus dan mengkilap. Dalam tabel periodik, nikel berada pada periode golongan VIII-B dengan nomor atom 28 dan memiliki 28 elektron, 28 proton, serta 30 neutron [11]. Sifat fisik nikel: berat atom 58,7, titik cair 1453(°C), *Density*: 8,908 (gr/cm<sup>3</sup>) [10]. Sifat mekanik Nikel: tensile strength 317 MPa, kekerasan 64 HVN=35 HRB [9]. Pada saat *electroplating*, anoda dan katoda mengalami perubahan potensial karena adanya aliran listrik, sehingga anoda nikel akan terurai ke dalam larutan elektrolit. Reaksi yang terjadi pada baja karbon yaitu katoda akan mengalami pelepasan oksigen ke larutan elektrolit nikel, sehingga ion nikel akan menempel di permukaan katoda. Reaksi pada nikel juga akan terjadi, yaitu oksigen yang ada pada katoda dan larutan elektrolit akan di ikat nikel untuk mempertahankan kestabilan larutan elektrolit [11].

### **Baja AISI 1020**

Baja *American Institute and Steel Iron* (AISI) 1020 adalah baja paduan rendah yang sebanding dengan baja DIN CK22 [1]. Baja AISI 1020 umumnya digunakan pada baut, skrup, piston, dan roda gigi. Baja ini dapat dinaikkan kekerasannya dengan cara perlakuan panas, yaitu dengan proses *hardening*. Dalam jangka waktu yang cukup lama baja jenis ini akan mengalami penurunan kualitas dan kerusakan material yang disebabkan oleh karat [8].

**Tabel 1.** Komposisi Baja AISI 1020

<b>AISI 1020</b>	<b>Kode</b>
0,15-0,35	Si %
0,50-0,70	Mn %
0,20-0,30	Mo %
0,0035-max	P %
0,90-1,40	Cr %

Sumber: (Nasution, 2020)

### **Faktor yang Mempengaruhi Electroplating**

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi hasil dalam proses *electroplating* yaitu [7]:

#### **Kerapatan Arus (*Current Density*)**

Kerapatan arus adalah jumlah arus listrik yang mengalir per unit luas permukaan katoda. Semakin tinggi rapat arus maka kecepatan pelapisan akan semakin meningkat dan ketebalan lapisan juga akan meningkat. Rapat arus yang direkomendasikan dalam proses nikel plating adalah 2-3 (A/dm<sup>2</sup>) [4].

#### **Tegangan (Volt)**

Tegangan dalam proses *electroplating* dapat memengaruhi proses penguraian ion logam menjadi logam yang menempel pada katoda. Semakin tinggi tegangan yang digunakan maka semakin cepat proses *electroplating*.

#### **Temperatur**

Temperatur dapat memengaruhi laju deposisi logam pada benda yang akan dilapisi, dimana semakin tinggi temperatur maka akan mempercepat proses *electroplating*.

### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dengan metode pendekatan secara kuantitatif. Data pengujian yang didapatkan akan dianalisis untuk dapat mengetahui nilai laju korosi, mengetahui nilai kekerasan *Vickers*, dan struktur mikro dengan menggunakan variasi jarak anoda-katoda dan penggunaan *aerator*.

#### **Variabel Penelitian**

Variabel yang terdapat pada penelitian yang akan dilakukan adalah: Variabel Tetap: temperatur elektrolit (40°C), kuat arus 2 amper, tegangan DC 5 Vol dan waktu 1 jam. Variabel Bebas: jarak anoda-katoda yaitu 5cm, 10cm, dan 15cm. dan *electroplating* dengan penggunaan *aerator* dan tanpa penggunaan *aerator*.

### Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian nikel *plating* ini adalah sebagai berikut:

#### Alat

Alat yang akan digunakan pada penelitian nikel *plating* adalah:

##### a. Rectifier

Berfungsi mengubah arus bolak balik (AC) menjadi arus searah (DC). Berikut merupakan *Rectifier* yang digunakan pada proses *electroplating*.



Gambar 1. Rectifier

##### b. Bor

Bor digunakan untuk melubangi anoda dan katoda agar dapat di gantung dengan menggunakan kabel tembaga. Berikut adalah bor yang digunakan pada proses pelapisan nikel.

##### c. Stopwatch

Digunakan untuk menghitung waktu dalam proses *electroplating*. Inilah ilustrasi *stopwatch* yang digunakan pada proses nikel *plating*.

##### d. Bak Plating

Digunakan untuk menampung larutan elektrolit dan tempat untuk melakukan *electroplating*. Di bawah ini adalah gambar dari bak plating yang digunakan pada proses *electroplating*.

##### e. Bak Pembersih

Digunakan sebagai tempat untuk menampung air bersih dan tempat membilas material yang telah dilapisi. Berikut adalah gambar dari bak pembersih pada proses *electroplating*.

##### f. Heater

*Heater* digunakan untuk memanaskan larutan elektrolit yang akan digunakan pada proses nikel *plating*, *heater* ini

menggunakan sumber arus AC 220V. Berikut merupakan gambar *heater* yang digunakan dalam proses *electroplating*.

##### g. Pengontrol Temperatur

Pengontrol temperatur digunakan untuk mematikan dan menyalakan *heater* secara otomatis agar temperatur larutan berada pada *range* yang telah ditentukan.

##### h. Timbangan digital

Digunakan untuk mengukur berat material setelah di nikel *plating* dan untuk mengukur berat dalam uji laju korosi.

##### i. Alat uji kekerasan mikro

Digunakan untuk mengukur nilai kekerasan material sesudah dilakukan *electroplating*. Ilustrasi di bawah ini adalah alat uji kekerasan *Vickers* yang digunakan pada proses pengujian.



Gambar 2. Kekerasan Vickers

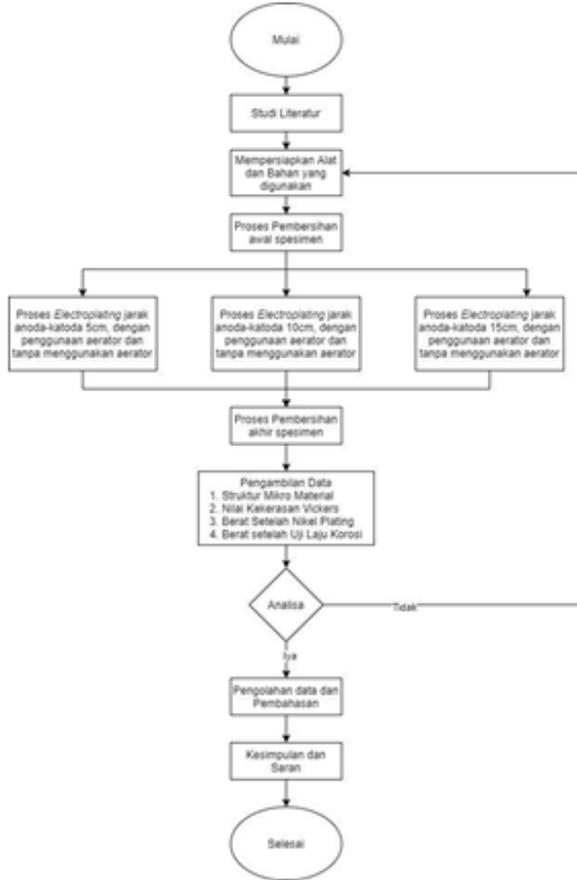
##### j. Uji Struktur Mikro

Digunakan untuk mengetahui struktur mikro dari material yang sudah di *electroplating*. Berikut merupakan gambar dari kamera mikro yang digunakan pada proses pengujian struktur mikro.



Gambar 3. Kamera Mikro USB 8 LED 50X-500X-2MP

Diagram Alir Penelitian  
 Pada penelitian ini terdapat diagram alir



**Proses Pengambilan Data**

Plat baja AISI 1020 dengan ukuran 20 mm x 30mm x 3mm di bor pada bagian tengah atas untuk memberikan lubang agar dapat di gantung menggunakan kabel tembaga. Plat baja AISI 1020 dibersihkan dengan cara diampelas untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan kotoran yang menempel pada permukaan material yang akan dilapisi. Proses selanjutnya bahan uji dicuci menggunakan sabun dan dibilas menggunakan air bersih. Kemudian pasang kabel tembaga pada lubang anoda dan katoda yang telah di buat, selanjutnya gantungkan anoda dan katoda sesuai jarak yang telah ditentukan, Setelah itu dilakukan proses nikel plating yaitu dengan cara masukkan larutan elektrolit ke bak plating dan tahan temperatur larutan pada range 40°C menggunakan heater yang dihubungkan dengan menggunakan pengontrol temperatur, kemudian pasang kutub positif pada anoda (Nikel) dan kutub negatif pada katoda (Baja AISI 1020), selanjutnya nyalakan *rectifier*. Setelah proses plating sudah selesai maka lepaskan material dari sumber listrik dan bilas dengan air bersih, kemudian keringkan.

Ulangi langkah-langkah tersebut sebanyak 2 kali pengulangan sesuai variasi yang telah di tentukan yaitu pada variasi jarak anoda-katoda 5cm, 10cm, 15cm, dan penggunaan aerator serta tanpa penggunaan aerator, sehingga total spesimen yang didapatkan adalah sebanyak 12 spesimen. Setelah melakukan nikel plating maka timbang berat spesimen setelah nikel *plating* kemudian lakukan uji laju korosi dengan metode perendaman dan menimbang berat akhir setelah uji laju korosi dengan menggunakan 6 spesimen pertama. Langkah selanjutnya gunakan 6 spesimen lainnya untuk mengambil foto struktur mikro dengan kamera mikro USB dan selanjutnya dilakukan uji kekerasan Vickers.

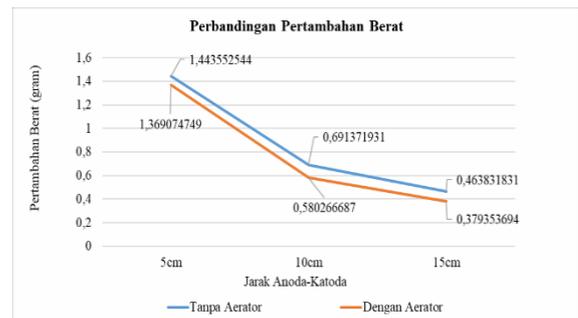
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 2.** Pertambahan Berat Nikel Plating Tanpa Aerator

Jarak	Berat (Gram)		
	Sebelum	Sesudah	Kenaikan
5cm	13,5	14,9436	1,4435525
10cm	13,5	14,1914	0,6913719
15cm	13,5	13,9638	0,4638318

**Tabel 3.** Pertambahan Berat Nikel *Plating* dengan Aerator

Jarak	Berat (Gram)		
	Sebelum	Sesudah	Kenaikan
5cm	13,5	14,8691	1,3690747
10cm	13,5	14,0803	0,5802667
15cm	13,5	13,8794	0,3793537



**Gambar 4.** Perbandingan Pertambahan Berat

Berdasarkan tabel 1 dan tabel 2 terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada variasi jarak anoda-katoda 5cm jika dibandingkan dengan pertambahan berat yang terjadi pada variasi jarak 10cm dan 15cm. Pada jarak yang lebih dekat menyebabkan distribusi arus yang tidak stabil dan distribusi yang tidak merata. Akibatnya, terjadi pelapisan nikel yang tidak seragam di seluruh permukaan katoda dan

meningkatkan penambahan berat yang. Jarak anoda-katoda yang semakin dekat maka distribusi ion nikel semakin efisien. Konsentrasi ion disekitar katoda menjadi lebih tinggi dan ion lebih cepat untuk melapisi katoda. Sebaliknya, pada jarak anoda-katoda yang lebih jauh yaitu pada variasi jarak 10cm dan 15cm arus listrik yang dihasilkan akan menjadi lebih stabil, sehingga menghasilkan distribusi arus yang lebih merata. Pelapisan nikel yang lebih seragam dan terjadi penambahan berat yang peningkatannya lebih terkendali karena distribusi arus yang lebih baik. Proses nikel plating tanpa penggunaan *aerator* memiliki penambahan berat yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penggunaan *aerator*. Terjadinya penurunan berat setelah penggunaan *aerator* dapat disebabkan karena proses aerasi. Proses aerasi mengurangi kecepatan deposisi ion nikel sehingga ion nikel akan terhambat untuk dapat menempel pada permukaan katoda. Namun dengan penurunan kecepatan deposisi ion nikel dapat menyebabkan perbaikan pada hasil pelapisan pada permukaan katoda.

#### Pembahasan Foto Mikro Struktur

Dalam pengambilan foto mikrostruktur ini digunakan kamera mikro USB 8 LED 50X-500X-2MP. Berikut merupakan foto mikro nikel *plating* dengan variasi *aerator* dan tanpa variasi *aerator*.

#### Mikro Struktur Nikel *Plating* Tanpa *Aerator*

Berikut merupakan foto mikrostruktur nikel *plating* tanpa *aerator*.

#### Foto Mikro Struktur Variasi 5cm



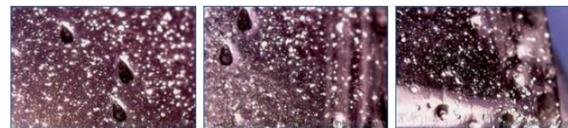
(Tengah) (Kanan Atas) (Kiri Bawah)

**Gambar 5.** Mikro Struktur Variasi 5cm tanpa *Aerator*

Pada struktur permukaan nikel *plating* dengan variasi jarak anoda-katoda 5 cm memiliki cacat yang cukup merata pada seluruh permukaan katoda. Foto mikrostruktur menunjukkan adanya porositas dan ketidakrataan yang mencolok pada beberapa bagian spesimen. Pada sisi depan bagian tengah, terlihat porositas dan bintik-bintik nikel yang tidak merata, sedangkan pada sisi depan bagian kanan atas dan kiri bawah, terjadi penumpukan material pelapisan pada suatu sisi yang disertai dengan porositas. Hal tersebut sesuai dengan analisis berat akhir spesimen. Peningkatan yang

signifikan pada variasi jarak anoda-katoda 5cm, hal ini dibuktikan pada foto mikro yang mengalami penumpukan lapisan. Pelapisan tidak merata pada suatu area dan disertai adanya porositas. Pelapisan terjadi karena terlalu dekatnya jarak anoda katoda sehingga menyebabkan arus listrik tidak stabil.

#### Foto Mikro Struktur Variasi 10cm



(Tengah) (Kanan Atas) (Kiri Bawah)

**Gambar 6.** Mikro Struktur Variasi 10cm Tanpa *Aerator*

Struktur permukaan nikel *plating* dengan variasi jarak anoda-katoda 10cm menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan variasi jarak anoda-katoda 5cm. Pada jarak anoda-katoda 10cm terjadi pengurangan cacat porositas dan berkurangnya penumpukan lapisan yang cukup signifikan. Foto mikrostruktur menunjukkan bahwa pada variasi jarak 10cm terlihat adanya bintik-bintik nikel halus dan hampir menghilangnya penumpukan nikel pada suatu sisi katoda.

Pada sisi depan bagian tengah, terlihat berkurangnya bintik-bintik nikel menjadi lebih halus. Meskipun demikian, pada beberapa area masih terlihat masih ada porositas dan bintik-bintik nikel yang kecil. Hal tersebut terjadi karena dengan melakukan peningkatan jarak anoda-katoda menjadi 10cm maka ketidakstabilan arus listrik menjadi berkurang dan terjadi peningkatan homogenitas pelapisan. Pada sisi depan bagian kanan atas dan kiri bawah menunjukkan perbaikan dalam hal penumpukan material pelapisan. Pada variasi jarak 10cm penumpukan lapisan nikel pada sisi ujung spesimen hampir tidak terjadi. Pada variasi jarak ini terdapat area yang masih mengalami cacat porositas dan bintik-bintik nikel halus.

#### Foto Mikro Struktur Variasi 15cm



(Tengah) (Kanan Atas) (Kiri Bawah)

**Gambar 7.** Mikro Struktur Variasi 15cm Tanpa *Aerator*

Pada struktur permukaan lapisan pada jarak anoda katoda 15cm tanpa penggunaan *aerator* memiliki hasil pelapisan yang lebih baik. Struktur permukaan memiliki hasil cacat yang

lebih sedikit dan persebaran partikel yang lebih merata. Terjadinya cacat tersebut karena masih adanya gas hidrogen yang terperangkap pada saat *electroplating*, sehingga masih terjadi cacat pada permukaan lapisan katoda.

**Mikro Struktur Nikel Plating Dengan Aerator**

Berikut merupakan foto mikrostruktur nikel plating dengan *aerator*.

**Foto Mikro Struktur Variasi 5cm**



(Tengah) (Kanan Atas) (Kiri Bawah)

**Gambar 8.** Mikro Struktur Variasi 5cm dengan *Aerator*

Pada proses penggunaan *aerator* permukaan lapisan masih terdapat cacat, adanya porositas dan lapisan yang kurang merata pada semua bagian. Pada jarak 5cm dengan penggunaan *aerator* penumpukan lapisan lebih sedikit dibandingkan tanpa penggunaan *aerator*. Pada gambar 8 terjadi porositas yang lebih merata pada bagian depan maupun bagian belakang. Hal tersebut terjadi karena jarak anoda-katoda yang terlalu dekat, sehingga menyebabkan bagian tertentu menerima arus listrik yang lebih besar. Lapisan nikel di area tertentu menebal disertai adanya porositas dan adanya penggunaan *aerator*, sehingga memengaruhi distribusi arus listrik dan ion logam yang akan melapisi specimen. Distribusi listrik yang tidak merata disertai aerasi dalam ion logam dapat menyebabkan porositas yang merata pada seluruh permukaan specimen.

**Foto Mikro Struktur Variasi 10cm**



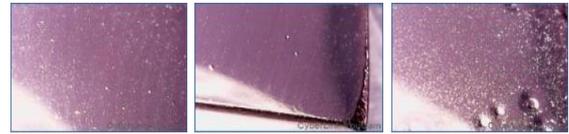
(Tengah) (Kanan Atas) (Kiri Bawah)

**Gambar 9.** Mikro Struktur Variasi 10cm dengan *Aerator*

Penggunaan *aerator* pada specimen menghasilkan lapisan permukaan yang lebih halus dan lebih merata, namun masih ditemukan cacat pada lapisan permukaan, porositas dan ketidakrataan. Hal ini terjadi pada sisi depan bagian kiri bawah dan sisi belakang bagian kanan atas. Hal tersebut terjadi karena jarak anoda-katoda yang kurang jauh. Distribusi

arus listrik kurang stabil sehingga cacat porositas masih terjadi pada permukaan lapisan nikel. Cacat porositas dapat dikurangi dengan menggunakan *aerator*. Gas hidrogen dan meningkatkan distribusi ion nikel. Penggunaan *aerator* tidak dapat menghilangkan keseluruhan gelembung-gelembung hidrogen.

**Foto Mikro Struktur Variasi 15cm**



(Tengah) (Kanan Atas) (Kiri Bawah)

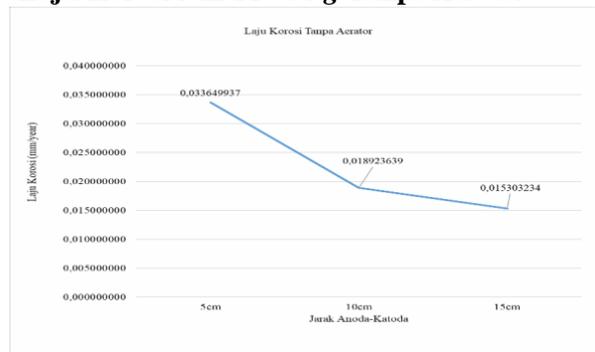
**Gambar 10.** Mikro Struktur Variasi 15cm dengan *Aerator*

Penggunaan *aerator* memiliki lapisan permukaan jauh lebih halus dan merata dibandingkan dengan variasi sebelumnya. Berdasarkan foto mikro dapat dilihat bahwa permukaan katoda tidak memiliki banyak cacat porositas, hilangnya penumpukan lapisan pada suatu sisi. Hal tersebut terjadi karena penggunaan *aerator* dan jarak anoda- katoda yang optimal. Gas hidrogen dapat terlepas dengan baik, sehingga mengurangi bahkan menghilangkan cacat-cacat yang dapat terjadi pada permukaan lapisan. Pada sisi depan bagian kiri bawah masih terjadi porositas, hal ini terjadi penempatan *aerator* yang tidak tepat.

**Pembahasan Laju Korosi**

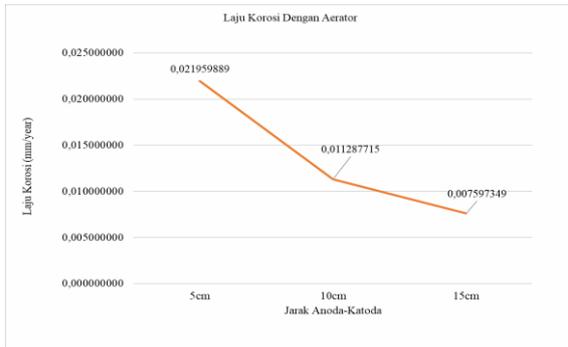
Dalam pengujian laju korosi ini specimen yang digunakan adalah Baja AISI 1020 yang telah dilapisi dengan menggunakan logam nikel (*density* nikel = 8,908g/cm<sup>3</sup>) dengan dimensi specimen 20x30x3 mm sehingga memiliki luas permukaan sebesar 15cm<sup>2</sup>. Pengujian laju korosi ini dilakukan selama 7 hari atau 168 jam menggunakan larutan garam sebanyak 33gram garam pada 1liter air.

**Laju Korosi Nikel Plating Tanpa Aerator**



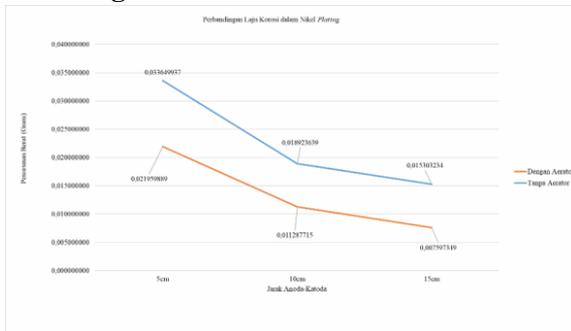
**Gambar 11.** Laju Korosi Tanpa *Aerator*

**Laju Korosi Nikel Plating Dengan Aerator**



Gambar 12. Laju Korosi Dengan Aerator

**Perbandingan Laju Korosi Tanpa Aerator dan dengan Aerator**



Gambar 13. Perbandingan Laju Korosi

Variasi jarak anoda-katoda 5cm, diketahui memiliki laju korosi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan variasi jarak anoda-katoda lainnya. Hal tersebut terjadi karena pada jarak anoda-katoda 5cm memiliki jumlah cacat yang lebih banyak dibandingkan dengan variasi jarak lainnya. Spesimen yang korosif dapat lebih mudah untuk bereaksi/masuk ke dalam dasar logam. Pada variasi penggunaan aerator ini laju korosi sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan lapisan, dimana semakin banyak cacat yang terjadi maka akan semakin tinggi nilai laju korosinya.

Pada Gambar 13 dapat diketahui bahwa laju korosi yang terjadi pada logam yang dilapisi nikel tanpa penggunaan aerator memiliki laju korosi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penggunaan aerator. Hal tersebut terjadi karena penggunaan aerator dapat mengurangi cacat atau porositas yang terjadi pada permukaan logam. Pada saat di uji laju korosi menggunakan larutan asam maka larutan asam lebih sulit untuk mencapai dasar logam. Observasi cacat yang terjadi pada hasil nikel plating dapat dilihat berdasarkan foto mikro

yang ada pada gambar di atas. Berdasarkan foto mikro struktur dan tabel nilai laju korosi dapat diketahui bahwa cacat porositas dan ketidakrataan lapisan berpengaruh signifikan pada hasil nilai laju korosi. Kontribusi variasi penggunaan aerator dan variasi jarak anoda-katoda ini berpengaruh mengurangi cacat pada permukaan lapisan, sehingga dapat meningkatkan ketahanan suatu material terhadap korosi

**Pembahasan Uji Kekerasan Vickers**

Uji kekerasan Vickers ini menggunakan satuan VHN yaitu Vickers Hardness Number (Kgf/mm<sup>2</sup>).

**Uji Kekerasan Vickers Nikel Plating Tanpa Aerator**

Tabel 4. Uji Kekerasan Vickers Tanpa Aerator

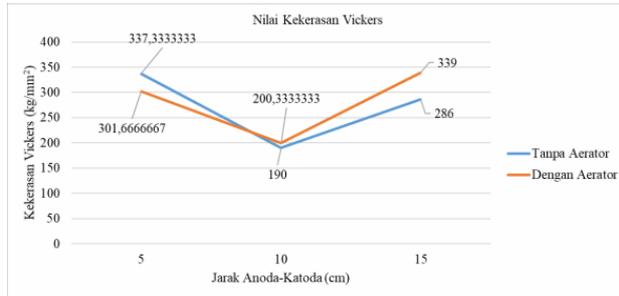
Jarak Titik	X	$\bar{x}$	(x- $\bar{x}$ )	$\gamma^2$	$\Sigma (x-\bar{x})^2$	$\sigma$	$\sigma^-$	Kr	Kp	
										(VHN)
5cm	1	331	337	-6,33	40,11	84,67	6,51	3,76	1,11	98,89
	2	337		-0,33	0,11					
	3	344		6,67	44,44					
10cm	1	189	190	-1	1	14	2,65	1,53	0,8	99,2
	2	188		-2	4					
	3	193		3	9					
15cm	1	281	286	-5	25	258	11,4	6,56	2,29	97,71
	2	278		-8	64					
	3	299		13	169					

**Uji Kekerasan Vickers Nikel Plating Dengan Aerator**

Tabel 5. Uji Kekerasan Vickers Dengan Aerator

Jarak Titik	X	$\bar{x}$	(x- $\bar{x}$ )	$(x-\bar{x})^2$	$\Sigma (x-\bar{x})^2$	$\sigma$	$\sigma^-$	Kr	Kp	
										(VHN)
5cm	1	292	302	-9,67	93,44	284,67	11,9	6,89	2,28	97,72
	2	298		-3,67	13,44					
	3	315		13,33	177,78					
10cm	1	203	200	2,67	7,11	28,67	3,79	2,19	1,09	98,91
	2	196		-4,33	18,78					
	3	202		1,67	2,78					
15cm	1	334	339	-5	25	182	9,54	5,51	1,62	98,38

### Perbandingan Uji Kekerasan Vickers Tanpa Aerator dan Dengan Aerator



Gambar 14. Perbandingan Uji Kekerasan Vickers

Pada variasi jarak anoda-katoda 10cm memiliki nilai kekerasan Vickers yang lebih rendah dibandingkan variasi lainnya. Hal tersebut terjadi karena pada variasi ini memiliki pertambahan berat yang relatif rendah dan memiliki cacat yang cukup tinggi dibandingkan dengan variasi jarak anoda-katoda 15cm. Maka dari itu pada variasi jarak anoda-katoda 10cm memiliki nilai kekerasan Vickers yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi jarak anoda-katoda 5cm dan 15cm.

Pada variasi jarak anoda-katoda 15cm, meskipun memiliki pertambahan berat yang relatif rendah dibandingkan dengan variasi jarak anoda-katoda 5cm. Variasi jarak anoda-katoda 15cm memiliki nilai kekerasan Vickers yang tinggi. Hal tersebut dapat disebabkan karena minimnya cacat pada permukaan lapisan nikel sehingga struktur mikro lapisan tersebut semakin padat serta merata dan akhirnya meningkatkan nilai kekerasan Vickers.

Berdasarkan Gambar 14 variasi jarak 5cm tanpa aerator memiliki nilai kekerasan Vickers yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penggunaan aerator. Hal tersebut disebabkan karena nilai pertambahan berat pada variasi tanpa penggunaan aerator memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi penggunaan aerator. Selain itu dapat juga disebabkan oleh kesalahan pengukuran saat dilakukannya pengujian kekerasan Vickers. Ketelitian pengukuran pada variasi tanpa aerator memiliki nilai ketelitian 98,89% sedangkan pada variasi penggunaan aerator memiliki nilai ketelitian 97,72%.

Pada variasi jarak anoda katoda 10cm dan 15cm dengan penggunaan aerator memiliki nilai kekerasan Vickers yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi tanpa penggunaan aerator. Penggunaan aerator memiliki kondisi permukaan lebih baik, permukaan lebih halus, distribusi nikel lebih merata, dan sedikit

dibandingkan dengan variasi tanpa penggunaan aerator.

### SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan penggunaan variasi jarak anoda-katoda 5cm, 10cm, dan 15cm dan penggunaan aerator, maka peneliti menyimpulkan:

1. Nilai laju korosi terendah pada jarak anoda-katoda 15cm dengan penggunaan aerator yaitu sebesar 0,0076 mm/year. Semakin jauh jarak anoda-katoda distribusi arus listriknya stabil, sehingga pergerakan ion nikel lebih baik. Hasil pelapisan nikel lebih merata. Penggunaan aerator dapat meningkatkan pergerakan larutan elektrolit sehingga distribusi ion lebih merata dan mengurangi gas hidrogen yang terjadi akibat proses nikel plating.
2. Struktur material yang paling merata dan minim cacat terjadi pada variasi jarak anoda-katoda 15cm dengan penggunaan aerator. Distribusi arus yang stabil menyebabkan minimnya cacat yang terjadi dan lebih meratanya lapisan. Penggunaan aerator meningkatkan proses pengadukan larutan elektrolit untuk mengurangi gas hidrogen yang dapat menyebabkan porositas dan membantu distribusi ion nikel dalam proses nikel plating.
3. Nilai kekerasan Vickers tertinggi terjadi pada variasi jarak anoda-katoda 15cm dengan penggunaan aerator yaitu sebesar 339 kgf/mm<sup>2</sup>. Distribusi nikel yang semakin rata/padat mengurangi cacat permukaan lapisan.

### REFERENSI

- [1] Anhar, M., & Polonia, B. S. (2020). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Paduan Gear Sprocket AISI 1020 dengan Timah Melalui Heat Treatment.
- [2] Bayuseno, S. A. P., & Nugroho, S. (2012). Pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel untuk baja karbon rendah. 1, 23–27.
- [3] Fontana, M. G. (1987). Corrosion Engineering. McGraw-Hill Book Company.
- [4] Fuad Hilmy Mahdy, M. F. (2018). Pengaruh Waktu Proses dan Konsentrasi Zinkat sebagai Lapisan antara Proses Electroplating Nikel.
- [5] Hanafi, R., Prasetyo, D., Dharma, S.,

- Mesin, T., Mesin, T., & Medan, P. N. (2022). Analisa pengaruh variasi dimensi & ketebalan benda uji pada proses *elektroplating* dengan larutan nikel. 954–962.
- [6] Nasution, M. N. (2020). Analisa Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi1020 Terhadap Perlakuan Carburizing Dengan Arang Batok Kelapa. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 165–173.
- [7] Permadi, B., & Budiyanto, E. (2019). Proses *elektroplating* nikel dengan variasi jarak anoda katoda dan tegangan listrik pada baja ST-41. 8(2), 226–230.
- [8] Pratiwi, V. M., Sulistijono, S., Hidayat, M. P., & Zuniandra, H. (2020). Pengaruh Variasi Waktu dan Temperatur *Elektroplating* Seng Terhadap Ketebalan, Kekuatan Lekat dan Ketahanan Korosi pada Baja. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 218– 223. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.50068>
- [9] Saifullah, A. (2014). Pengaruh Penambahan Nikel (Ni) Terhadap Sifat Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Paduan Aluminium-Silikon (Al-Si) Melalui Proses Pengecoran.
- [10] Sriwijaya, P. U. (2018). Buku pendukung perkuliahan pengendalian korosi dan perlakuan permukaan. 1–103
- [11] Wiranata, A. (2018). Pengaruh Waktu Dan Jarak *Elektroplating* Nikel Pada Baja Karbon Rendah Terhadap Kekerasan Permukaan.