

PENGARUH VARIASI JARAK THROWING ANODA DAN KATODA PADA PROSES *ELECTROPLATING RING PLATE*

Muhammad Iqbal Ridhani^a, Muh. Budi Nur Rahman^b, Rela Adi Himarosa^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
^aridhani_i@ymail.com, ^bnurrahman_umy@yahoo.co.id, ^crela.himarosa@umy.ac.id

INTISARI

Electroplating adalah proses pelapisan permukaan logam menggunakan media penghantar cairan elektrolit dengan memberikan aliran listrik pada media tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak *throwing* antara anoda dan katoda pada proses *electroplating ring plate* terhadap tampilan fisik (*decorative*), ketebalan lapisan dan ketahanan korosi. Dalam kegiatan ini proses *electroplating* menggunakan variasi jarak antara anoda dan katoda sebesar 15 cm, 17,5 cm dan 20 cm. Proses *electroplating* dilakukan dengan menggunakan dua pelapisan logam yaitu nikel dan krom. Proses *electroplating* nikel dilakukan dengan menggunakan arus 8 Ampere dan tegangan 2,3 Volt dengan waktu 30 menit, sedangkan pada *electroplating* krom dilakukan dengan arus 25 Ampere dan tegangan 6,9 Volt dengan waktu 30 detik. Hasil penelitian menunjukkan disetiap segmen nilai ketebalan lapisan tertinggi yaitu pada jarak anoda-katoda 17,5 cm dan nilai terendah terdapat pada jarak anoda-katoda 20 cm. Pada jarak *throwing* anoda dan katoda pada jarak 15 cm, ketebalan menurun dikarenakan ion-ion krom yang menempel pada permukaan spesimen mempunyai sifat jenuh, sehingga dapat merusak ikatan lapisan spesimen yang mengakibatkan merusak tampilan fisik, penurunan ketebalan dan ketahanan korosi permukaan spesimen. Ketahanan korosi yang terjadi pada *Ring Plate* dengan variasi jarak *throwing* anoda-katoda sebesar 17,5 cm dan 20 cm memiliki ketahanan korosi yang sama yaitu sebesar 2%.

Kata kunci: korosi, elektroplating, ketebalan, dan ketahanan korosi.

ABSTRACT

Electroplating is the process of coating a metal surface using an electrolyte liquid delivery medium by providing electricity to the media. This study aims to determine the effect of the throwing distance between the anode and cathode on the ring plate electroplating process on physical appearance (*decorative*), coating thickness and corrosion resistance. In this activity the electroplating process uses variations in the distance between the anode and cathode by 15 cm, 17.5 cm and 20 cm. The electroplating process is carried out using two metal coatings namely nickel and chrome. The nickel electroplating process is carried out using a current of 8 Amperes and a voltage of 2.3 Volts with a time of 30 minutes, while the chrome electroplating is carried out with a current of 25 Amperes and a voltage of 6.9 Volts with a time of 30 seconds. The results showed that in each segment the highest value of layer thickness was at the anode-cathode distance of 17.5 cm and the lowest value was at the anode-cathode distance of 20 cm. At the throwing distance of the anode and cathode at a distance of 15 cm, the thickness decreases because the chrome ions attached to the surface of the specimen have saturated properties, so that it can damage the bonding specimen layer which results in damaging physical appearance, decreased thickness and corrosion resistance of the specimen surface. Corrosion resistance that occurs in the Ring Plate with an anode-cathode throwing distance variation of 17.5 cm and 20 cm has the same corrosion resistance that is equal to 2%.

Keywords: *corrosion, electroplating, thickness, and corrosion resistance*

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi yang semakin maju dan kompetisi antara industri-industri untuk menghasilkan produk yang bermutu tinggi sehingga dapat meningkatkan daya tarik konsumen. Produk yang terbuat dari logam juga semakin berkembang sehingga memiliki banyak variasi. Logam dapat dicetak, diwarnai, dibentuk dan dilapisi dengan logam lain sesuai keinginan kita. Namun salah satu permasalahan yang belum dapat teratasi dengan maksimal pada logam yaitu munculnya korosi.

Korosi adalah perubahan kualitas logam menjadi semakin buruk akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan sekitarnya. Perubahan kualitas ini dapat terjadi karena hilangnya material pelapis secara perlahan namun terus-menerus (Alphanoda, 2016). Korosi dapat menyebabkan logam menjadi aus, mudah patah dan tidak awet. Sebagai usaha untuk mencegah korosi pada logam, maka diperlukan pelapisan pada logam dengan cara proses *electroplating*. Salah satu tekniknya adalah dengan pelapisan logam menggunakan nikel dan krom.

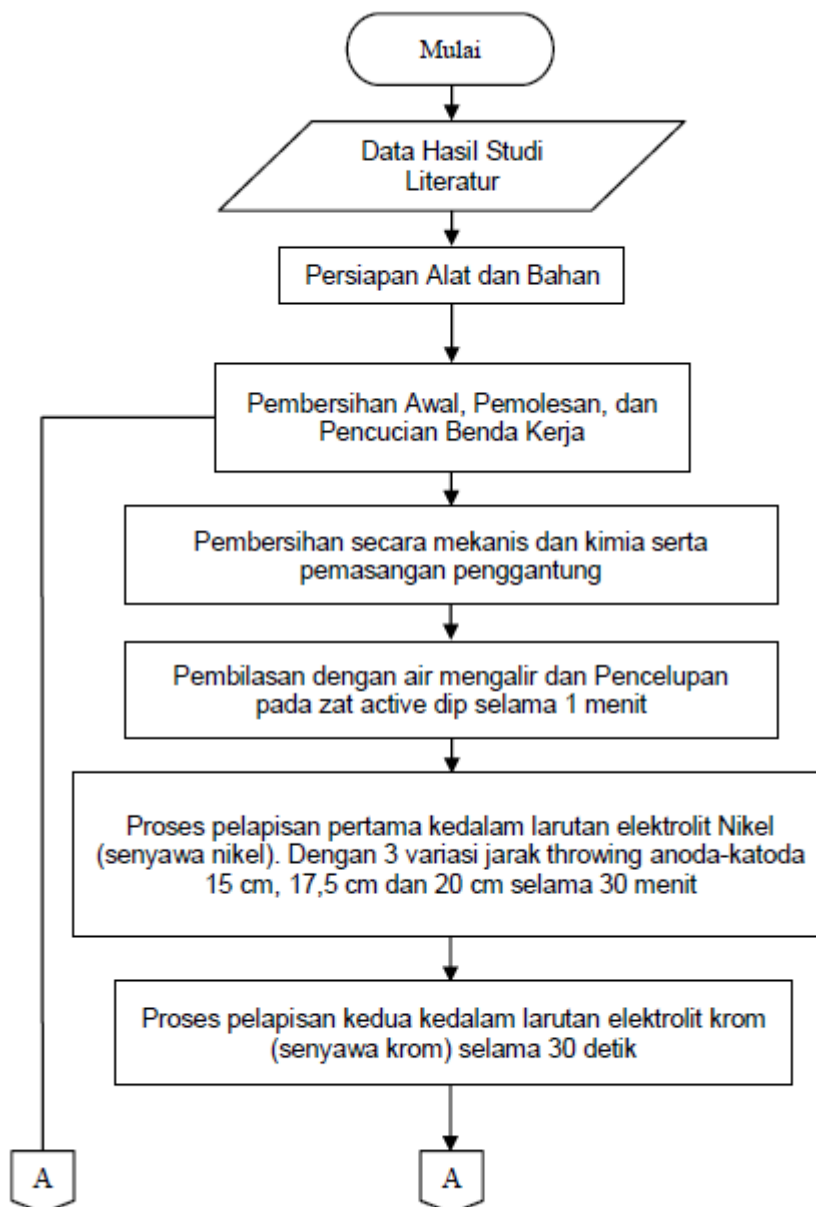
Electroplating adalah proses pelapisan permukaan logam menggunakan media penghantar cairan elektrolit dengan memberikan aliran listrik pada media tersebut. Pengaliran listrik ini bertujuan untuk memindahkan ion logam yang ada pada pelapis ke logam yang ingin dilapisi.

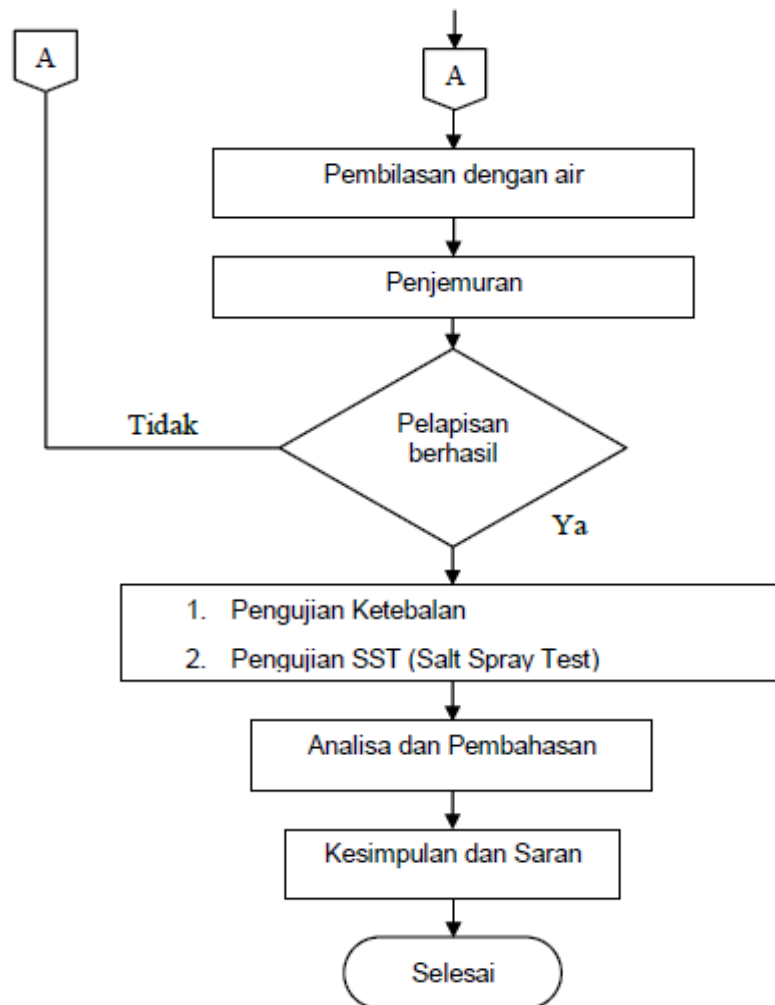
Proses *electroplating* ini dilakukan dengan sistem lapis listrik dimana logam pelapis dalam hal ini, yaitu nikel dan krom bertindak sebagai anoda, sedangkan benda kerja yang dilapisi sebagai katoda, kedua elektroda tersebut dicelupkan dalam suatu larutan elektrolit yang mengandung nikel sulfat pada saat pelapisan nikel dan asam kromat pada pelapisan krom. Beberapa parameter yang mempengaruhi hasil pelapisan menggunakan *electroplating* diantaranya jarak anoda dan katoda yang digunakan.

Beberapa penelitian mengenai pengaruh jarak anoda dan katoda pada proses *electroplating* diantaranya penelitian yang dilakukan Alphanoda (2016) pengaruh jarak anoda katoda dan durasi pelapisan terhadap laju korosi pada hasil *electroplating hard chrome* yang menggunakan metode penelitian eksperimen sejati (*true exoeriment research*) dengan melibatkan suatu variabel dengan melibatkan satu variabel bebas yaitu jarak anoda katoda dengan variasi yang digunakan adalah 9, cm, 12 cm, 15 cm dan 18 cm. Sedangkan variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini yaitu uji laju korosi hasil *electroplating hard chrome*. Dari penelitian diperoleh hasil bahwa semakin dekat jarak anoda katoda pada proses *electroplating hard chrome* maka nilai laju korosi akan semakin menurun, dan semakin lama durasi proses *electroplating hard chrome* maka nilai laju korosi semakin menurun. Peningkatan jarak anoda katoda 9 cm sampai 18 cm akan diikuti dengan menurunnya laju korosi sebesar 0,0000089977 mpy. Nasution dan Sakti (2018) meneliti tentang pengaruh jarak anoda katoda dan waktu pencelupan pada proses pelapisan nikel-krom terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan permukaan knalpot sepeda motor. Proses *electroplating* menggunakan variasi jarak anoda katoda 20 cm, 25 cm, dan 30 cm, dengan waktu pencelupan 20 menit, 30 menit, dan 40 menit. Nilai ketebalan lapisan terendah sebesar 16,2 μm pada jarak anoda katoda 30 cm dengan waktu pencelupan 20 menit. Nilai ketebalan lapisan tertinggi sebesar 20,5 μm pada jarak anoda katoda 20 cm dengan waktu pencelupan 40 menit. Ridlwan (2016) meneliti perbedaan ketebalan dan kekerasan yang dihasilkan dari pengaturan jarak anoda katoda *electroplating* seng pada jarak 8 cm, 10 cm, 12 cm, 14 cm, dan 16 cm. Metode yang digunakan adalah eksperimen, dilakukan pada plat baja karbon rendah. Data komposisi kimia spesimen uji diperoleh dengan cara melakukan pengujian komposisi kimia pada spesimen. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin dekat jarak anoda dan katoda semakin tinggi nilai ketebalan dan kekerasan lapisannya. Nilai ketebalan lapisan tertinggi pada jarak 8 cm dengan ketebalan rata-rata 4,53 μm . Nilai ketebalan lapisan terendah pada jarak anoda katoda 16 cm dengan nilai ketebalan rata-rata 3,40 μm . Nilai kekerasan lapisan tertinggi pada jarak anoda katoda 8 cm dengan nilai kekerasan rata-rata 75,5 VHN. Nilai kekerasan lapisan terendah pada jarak anoda katoda 12 cm dengan nilai kekerasan rata-rata 55,5 VHN. Penelitian menunjukkan jarak anoda katoda terbaik untuk menghasilkan ketebalan dan kekerasan lapisan yang optimal adalah jarak 8 cm.

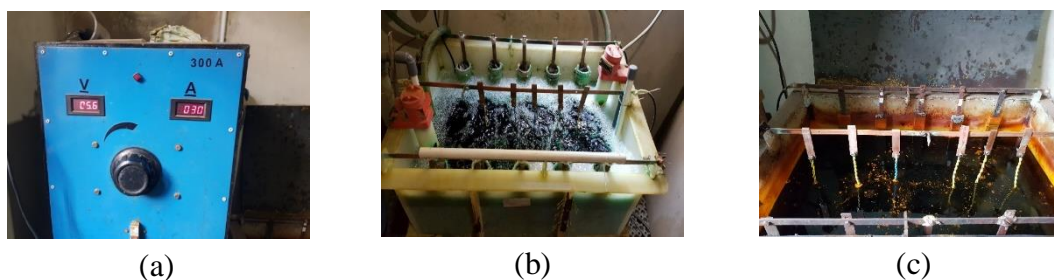
2. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian dibuat untuk membantu tahapan–tahapan pada proses penelitian. Pertama mencari data hasil studi literatur setelah itu mempersiapkan alat dan bahan lalu pembersihan pada benda seperti pemolesan dan pencucian benda kerja, jika sudah selesai dilakukan pembersihan secara mekanis dan kimia, lalu di pasangakan ke penggantung/jig. Proses selanjutnya yaitu proses pelapisan kedalam larutan *nickel* dengan posisi pencelupan yang berbeda selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pelapisan kedua yaitu proses pada larutan *chrome* dengan waktu pencelupan 30 detik lalu dilakukan pembilasan dengan air bersih setelah itu proses penjemuran, jika pelapisan berhasil dilakukan pengujian, yaitu pengujian ketebalan, kekasaran, dan ketahanan korosi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar.1



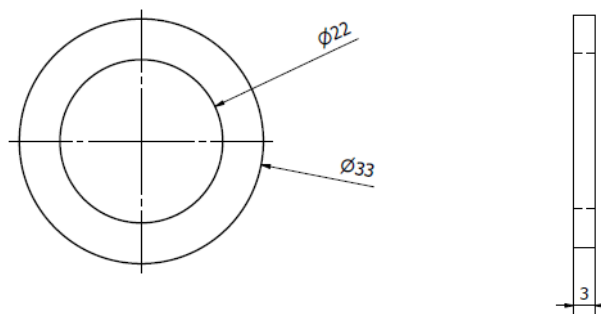


Gambar 1 Diagram alir penelitian



Gambar 2 (a) Retrifacier/Trafo DC (b) Bak Cairan *Nickel* (c) Bak Cairan *Chrome*

Gambar 2 adalah alat yang digunakan dalam penelitian, travo yang digunakan dengan kapasitas 300A dan bak cairan yang terbuat dari *Polypropelene* (PP) digunakan memiliki kapasitas 200 liter.



Gambar 3 Ring Plate

Gambar 3 adalah bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu Ring Plate

2.1 Pengujian Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan di Laboratorium teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dengan alat yang digunakan bermerk *Olympus* seri BX53M dengan pembesaran 50 kali dengan resolusi 1,03mm 1920x1080 p. Pengujian ketebalan akan memberikan hasil besarnya nilai ketebalan yang didapat dari proses *electroplating*.

2.2 Pengujian Salt Spray Test (SST)

Pengujian SST yang membantu mengetahui ketahanan korosi dari benda kerja dan dapat memprediksi lama waktu benda tahan terhadap korosi. Pengujian SST dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Polimer (BPPT) kawasan PUSPITEK, Serpong-Tangerang Selatan, Banten Jawa Barat dengan menggunakan standar pengujian ASTM B117-16, alat uji yang digunakan adalah *Weiss umwelttechnik SC450 Salt Spray Chamber*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Proses *Electroplating*

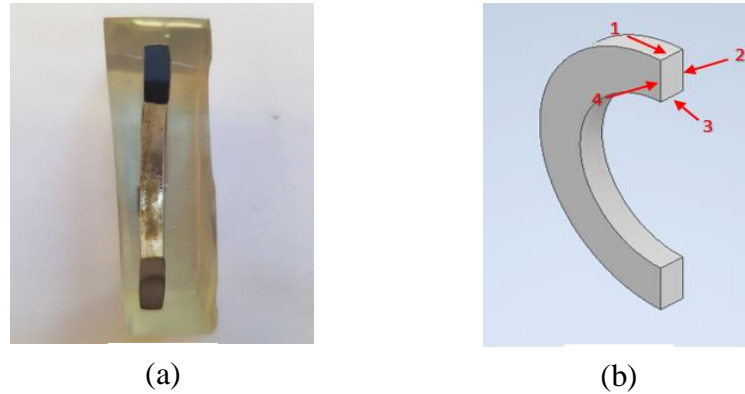
Hasil yang didapat dari proses *electroplating* Ring Plate dengan variasi jarak *throwing* anoda dan katoda yang berbeda didapatkan hasil.



Gambar 4 (a) raw material (b) Ring Plate sesudah proses *electroplating*.

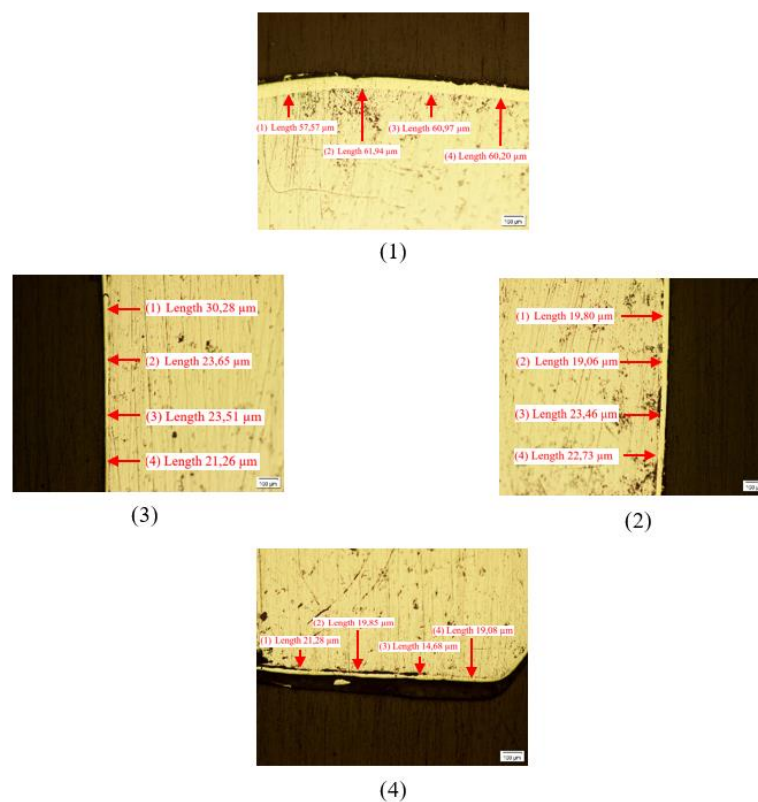
Gambar 4 Secara visual sudah jelas nampak perbedaan dari keadaan *ring plate* sesudah dan sebelum dilakukan pelapisan, dimana benda yang sudah mengalami pelapisan memiliki nilai dekoratif yang lebih baik dibanding *ring plate* yang tidak mengalami pelapisan.

3.2 Hasil Uji Ketebalan



Gambar 5 (a) Spesimen Ring Plate di potong (b) Pembagian Segmen pada *Ring Plate*

Gambar 5 (b) adalah pembagian pada segmen benda yang akan di uji ketebalan dengan pengujian ketebalan lapisan



Gambar 6 Gambar Hasil Uji Ketebalan *Ring Plate* (a) Diameter Luar (b) Sisi Depan (c) Diameter Dalam (d) Sisi Belakang

Tabel 1 Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan Pengaruh Variasi Jarak *Throwing* Anoda-Katoda 15 cm

| No | Segmen | d (cm) | A (cm ²) | C (cm ³ /A-s) | t (s) | Efisiensi Katoda (E) | I (Ampere) |
|----|--------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------|----------------------|------------|
| 1 | 1 | $6,02 \cdot 10^{-3}$ | 3,4854 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,359 |
| 2 | 2 | $2,13 \cdot 10^{-3}$ | 6,9473 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,253 |
| 3 | 3 | $1,87 \cdot 10^{-3}$ | 2,0724 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,066 |
| 4 | 4 | $2,47 \cdot 10^{-3}$ | 6,9473 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,293 |

Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan nilai ketebalan setiap segmen, nilai ketebalan terbesar ada pada segmen 1 dengan nilai ketebalan $6,02 \cdot 10^{-3}$ cm dan nilai ketebalan terkecil ada pada segmen 3 dengan nilai ketebalan $1,87 \cdot 10^{-3}$ cm, namun pada tabel dapat dilihat bahwa luas permukaan juga menjadi salah satu faktor dari hasil ketebalan lapisan dimana semakin luas permukaan yang dilapisi dengan jarak anoda-katoda, tegangan dan waktu yang sama maka lapisan yang dihasilkan akan semakin kecil angka ketebalannya.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan Pengaruh Variasi Jarak *Throwing* Anoda dan Katoda 17,5 cm

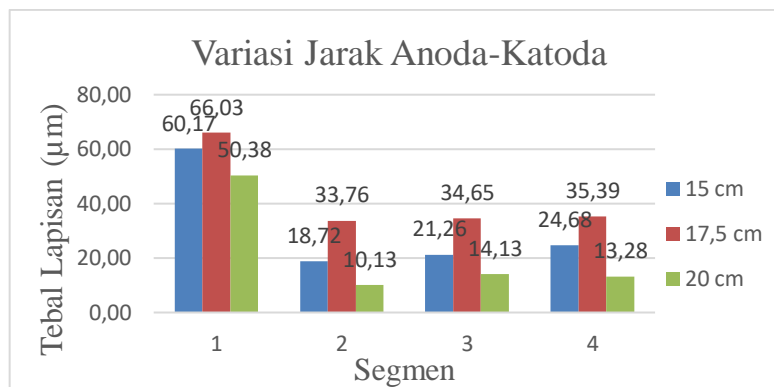
| No | Segmen | d (cm) | A (cm ²) | C (cm ³ /A-s) | t (s) | Efisiensi Katoda (E) | I (Ampere) |
|----|--------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------|----------------------|------------|
| 1 | 1 | $6,60 \cdot 10^{-3}$ | 3,4854 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,394 |
| 2 | 2 | $3,47 \cdot 10^{-3}$ | 6,9473 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,412 |
| 3 | 3 | $3,38 \cdot 10^{-3}$ | 2,0724 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,120 |
| 4 | 4 | $3,54 \cdot 10^{-3}$ | 6,9473 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,420 |

Tabel 2 menunjukkan nilai ketebalan tertinggi yaitu pada spesimen *ring plate* dengan jarak 17,5 cm dibandingkan dengan spesimen lainnya dimana semakin dekat jarak anoda-katoda maka semakin tinggi nilai ketebalannya. Namun jika waktu pencelupan waktu pencelupan terlalu lama akan menyebabkan spesimen tampak visual gosong/berkabut dan ketebalannya lebih kecil dibanding spesimen yang jaraknya lebih jauh dengan waktu pencelupan yang sama.

Tabel 3 Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan Pengaruh Variasi Jarak *Throwing* Anoda dan Katoda 20 cm

| No | Segmen | d (cm) | A (cm ²) | C (cm ³ /A-s) | t (s) | Efisiensi Katoda (E) | I (Ampere) |
|----|--------|----------------------|----------------------|--------------------------|-------|----------------------|------------|
| 1 | 1 | $5,04 \cdot 10^{-3}$ | 3,4854 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,300 |
| 2 | 2 | $1,41 \cdot 10^{-3}$ | 6,9473 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,168 |
| 3 | 3 | $1,01 \cdot 10^{-3}$ | 2,0724 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,036 |
| 4 | 4 | $1,33 \cdot 10^{-3}$ | 6,9473 | $3,42 \cdot 10^{-5}$ | 1800 | 0,95 | 0,158 |

Tabel 3 menunjukkan hasil ketebalan yang paling rendah dibandingkan lainnya dimana jarak *throwing* anoda-katoda lebih jauh dibanding spesimen lainnya. Semakin jauh jarak anoda-katoda menyebabkan semakin lambat pergerakan ion dan semakin berkurang jumlah ion-ion nickel-chrome yang bergerak untuk pelapisan pada *ring plate* baja.



Gambar 7 Ketebalan Lapisan Ring Plate

Dari Grafik diatas dapat dilihat adanya perbedaan tebal lapisan dengan variasi jarak *throwing* anoda-katoda yang berbeda. Disetiap segmen nilai ketebalan lapisan tertinggi yaitu pada jarak anoda-katoda 17,5 cm, dan nilai terendah terdapat pada jarak anoda-katoda 20 cm. Hasil pengujian foto dengan pembesaran 100 kali dapat dilihat pada jarak 15 cm ikatan lapisan mengalami kerusakan yang mengakibatkan penurunan ketebalan lapisan sehingga menghasilkan permukaan yang tidak rata dan belum menghasilkan pelapisan yang baik. sedangkan pada jarak 17,5 cm terlihat butiran-butiran nikel-krom semakin rapat dan merata pada permukaan spesimen sehingga menghasilkan pelapisan yang baik. Jadi jarak *throwing* anoda-katoda ideal pada proses *electroplating ring plate* dengan waktu pencelupan nikel 30 menit besar kuat arus 8 Ampere dan pencelupan krom 30 detik besar kuat arus 25 Ampere dengan jarak 17,5 cm.

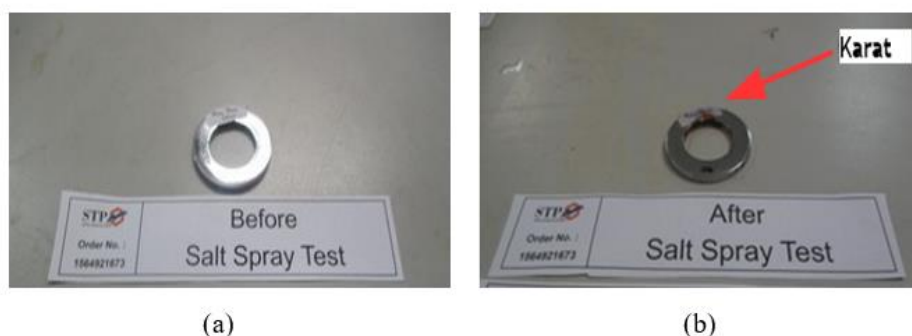
3.3 Hasil Pengujian Salt Spray Test (SST)

Pengujian korosi menghasilkan data hasil uji korosi dari benda uji setelah melalui proses SST selama 12 jam dengan variasi posisi pencelupan

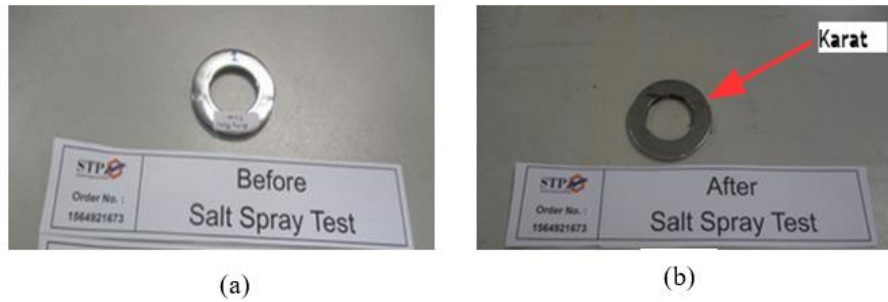
Tabel 4 Hasil Pengujian SST

| No. | Nama Sampel | Observasi Visual |
|-----|--------------------|--|
| 1. | Ring Plate 17,5 cm | Terjadi karat ± 2 % dipermukaan sampel |
| 2. | Ring Plate 20 cm | Terjadi karat ± 2 % dipermukaan sampel |

Dalam hasil uji ketahanan korosi pada Ring Plate dengan metode Salt Spray Test selama 12 jam menunjukkan bahwa ketahanan korosi pada lapisan elektroplating Ring Plate tersebut terjadi karat ± 2 % di setiap permukaan sampel uji. Dari hasil pengujian tersebut menandakan bahwa tidak ada pengaruhnya posisi pencelupan saat proses elektroplating dalam ketahanan korosi.



Gambar 10 Spesimen Ring Plate Jarak Throwing Anoda-Katoda 17,5 cm (a) sebelum dan (b) sesudah Salt Spray Test



Gambar 11 Spesimen Ring Plate Jarak *Throwing* Anoda-Katoda 20 cm
 (a) sebelum dan (b) sesudah *Salt Spray Test*

Gambar 10 dan Gambar 11 menunjukkan hasil uji korosi dengan metode *Salt Spray Test* (SST) dalam jangka waktu 12 jam dengan variasi jarak *throwing* anoda dan katoda masing – masing benda tersebut dapat dilihat dari sisi sifat dekoratif ataupun dilihat secara fisik menunjukkan bahwa kondisi pada tiap – tiap permukaan sebelum dan sesudah dilakukannya uji korosi mengalami perubahan yang sangat jelas dimana terjadinya karat. Dengan menggunakan variasi jarak *throwing* anoda-katoda yang berbeda yaitu dengan jarak 17,5 cm dan 20 cm memiliki ketahanan korosi yang sama karena perbedaan ketebalan lapisannya tidak terlalu signifikan, namun apabila dilakukan uji ketebalan akan terlihat hasil perbedaan tebal lapisan saat proses elektroplating.

Tabel 5 Parameter dan kondisi pengujian SST

| No. | Item | Kondisi | |
|-----|---------------------|---|------------------------------|
| 1. | Standar Pengujian | ASTM B117 - 16 | |
| 2. | Sampel Uji | 1. <i>Ring Plate</i> 17,5 cm | |
| | | 2. <i>Ring Plate</i> 20 cm | |
| 3. | Jumlah Spesimen | 1 spesimen setiap sampel | |
| 4. | Parameter Pengujian | Durasi | 12 jam |
| | | Konsentrasi NaCl | 50 g/L |
| | | Temperatur <i>Chamber</i> | 35 °C |
| | | Temperatur <i>air saturator</i> | 47 °C |
| | | pH Larutan | 7,0 |
| | | <i>Spraying rate</i> larutan | 1,5 mL/80 cm ² /h |
| | | <i>Specific gravity</i> | 1,030 g/cm ³ |
| | | Tekanan udara | 0,98 MPa |
| | Evaluasi | Visual (berkarat/tidak) | |
| 5. | Alat Uji | <i>Weiss Umwelttechnik SC450 Salt Spray Chamber</i> | |

4. Kesimpulan

Dari data dan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jarak *throwing* anoda dan katoda sangat berpengaruh terhadap hasil lapisan. Dari hasil pengamatan fisik dapat dilihat bahwa semakin besar jarak *throwing* anoda dan katoda maka hasil lapisan akan semakin mengkilap. Jarak *throwing* anoda dan katoda 20 cm menghasilkan hasil pelapisan yang paling mengkilap dibandingkan dengan jarak *throwing* anoda dan katoda lainnya. Hal ini disebabkan karena penyebaran butiran-butiran nikel krom semakin rapat dan merata pada permukaan spesimen sehingga menghasilkan pelapisan yang sempurna.
2. Semakin dekat jarak *throwing* anoda dan katoda maka tebal lapisan semakin meningkat. Akan tetapi pada jarak *throwing* anoda dan katoda pada jarak 15 cm, ketebalan menurun dikarenakan ion-ion krom yang menempel pada permukaan spesimen mempunyai sifat jenuh, sehingga dapat merusak ikatan lapisan spesimen yang mengakibatkan penurunan ketebalan dan ketahanan korosi permukaan spesimen.
3. Ketebalan maksimum lapisan diperoleh pada jarak *throwing* anoda-katoda sebesar 17,5 cm, sedangkan ketebalan minimum lapisan diperoleh pada penggunaan jarak *throwing* anoda-katoda sebesar 20 cm.
4. Ketahanan korosi yang terjadi pada *Ring Plate* dengan variasi jarak *throwing* anoda-katoda sebesar 17,5 cm dan 20 cm memiliki ketahanan korosi yang sama yaitu sebesar 2% dari kedua variasi. Dikarenakan nilai selisih angka ketebalan kedua jarak tersebut tidak terlalu tinggi.

Daftar Pustaka

- Alphanoda, A. F. (2016). Pengaruh Jarak Anoda-Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi pada Hasil Electroplating Hard Chrome . *Jurnal Teknologi Rekayasa*, Vol. 1, No.1, 1-6.
- Nasution, D. I., & Sakti, A. M. (2018). Pengaruh Jarak Anoda Katoda dan Waktu Pencelupan pada Proses Pelapisan Nikel-Krom terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Permukaan Knalpot Sepeda Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 06, No.01, 41-49.
- Ridwan, A. S. (2016). *Pengaruh Jarak Anoda Katoda Teknik Elektroplating Seng terhadap Ketebalan dan Kekerasan Hasil Lapisan*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.