



Pengaruh Variasi Waktu dan Jarak Katoda dan Anoda Proses Elektroplating Pelapis Seng Terhadap Baja Karbon Rendah A36

Kristoper Erwat Lature¹⁾, Wilma Amiruddin²⁾, Kiryanto³⁾

¹⁾Laboratorium Teknologi Las dan Material

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail :kristoper.lature@gmail.com

Abstrak

Salah satu cara untuk mengurangi korosi adalah pelapisan baja dengan metode elektroplating. Elektroplating adalah salah satu teknik pelapisan isolatif untuk mencegah terjadinya oksidasi. Elektroplating merupakan proses pengendapan ion-ion logam dalam tangki yang berisi larutan elektrolit pada katoda dengan cara elektrolisa. Anoda merupakan elektroda positif dalam elektrolit yang merupakan sumber ion logam yang akan melapisi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pelapisan elektroplating yang paling efektif dengan variasi waktu perendaman 10, 15 dan 20 menit dan jarak katoda anoda 10, 20 dan 30 cm. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengukuran ketebalan baja karbon rendah A36 menggunakan mikrometer sekrup dan pengukuran massa baja karbon rendah A36 menggunakan timbangan elektron. Hasil yang terbaik yang didapat setelah pengujian adalah proses pelapisan elektroplating dengan variasi waktu perendaman 20 menit dan jarak katoda anoda 10 cm dengan pertambahan ketebalan sebesar 8 μm dan kenaikan massa sebesar 0,4396 gr atau sebanyak 0,81 %. Hasil ini menunjukkan semakin lama waktu perendaman dan semakin dekat jarak katoda anoda maka diperoleh hasil yang lebih efektif.

Kata Kunci : Elektroplating, Baja A36, Jarak Katoda, Jarak Anoda

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini setiap sektor kehidupan mengalami perkembangan yang signifikan disebabkan kebutuhan manusia yang semakin banyak mengharuskan inovasi secara terus menerus untuk memudahkan kehidupan manusia. Dari sekian banyak barang yang telah diciptakan manusia, logam merupakan salah satu bahan baku khususnya di bidang industri seperti konstruksi jembatan, perkapalan, otomotif dan masih banyak lagi. Meski memiliki beberapa keunggulan karena kekuatan dari logam itu sendiri namun logam salah satu jenisnya yaitu baja memiliki kelemahan yang disebabkan faktor alam yaitu korosi.

Korosi adalah masalah utama yang sering terjadi pada baja. Karena korosi merupakan reaksi alami dengan unsur lingkungan, menghindarinya sepenuhnya tidak mungkin namun dapat ditanggulangi. Salah satu metode yang paling umum digunakan untuk melindungi baja adalah dengan menerapkan lapisan atau pelapisan.

Elektroplating adalah salah satu teknik pelapisan yang penting untuk melindungi permukaan baja dari dampak negatif. Proses ini melibatkan penggunaan lapisan logam yang bersifat isolatif, yang secara efektif menghentikan interaksi dengan lingkungan dan mencegah terjadinya oksidasi[1].

Metode *Elektroplating* merupakan proses pelapisan menggunakan arus listrik melalui larutan elektrolit secara berkelanjutan dengan tegangan konstan untuk mentransfer partikel logam pelapis ke bahan yang ingin dilapisi. *Elektroplating* dapat digunakan untuk melapisi logam dengan berbagai jenis logam lain, seperti tembaga, nikel, seng, timah, krom, dan sebagainya. Diantara berbagai logam pelapis, seng memiliki keunggulan tertentu, termasuk ketahanan terhadap korosi, tampilan permukaan yang baik, dan harga yang terjangkau [2]. Seng lebih bersifat anodik daripada besi, seng membentuk lapisan dimana lapisan ini secara signifikan mengurangi laju korosi seng bahkan melebihi laju korosi besi. Dengan demikian seng

cocok digunakan sebagai pelapis melindungi logam bila lapisan logam mengalami keretakan atau pecah. Logam seng (Zn) juga memiliki potensial reduksi yang lebih rendah dibandingkan baja. Lapisan oksida yang terbentuk dari seng dapat memberikan perlindungan untuk baja yang dilapisi disamping harganya yang relatif murah dan terjangkau dipasaran.

Penelitian sebelumnya dengan judul “Pengaruh Arus Listrik dan Waktu Proses terhadap ketebalan dan Massa Lapisan yang Terbentuk pada Proses *Elektroplating*”. Pelat Baja menggunakan bahan pelapis krom dengan menggunakan Hukum Faraday penelitian menyimpulkan bahwa ketebalan maksimal didapat pada variasi arus listrik 8 Ampere dan waktu perendaman 60 menit sebesar 0,116461 mm sedangkan untuk ketebalan minimal didapat pada variasi arus listrik 4 A dan waktu perendaman 30 menit sebesar 0,28423 mm. Massa maksimal juga diperoleh dari variasi yang sama yaitu dengan kuat arus 8A dan waktu perendaman sebesar 4,8516 gr sedangkan untuk massa minimal didapat pada variasi yang sama yaitu arus listrik 4 A dan waktu perendaman 30 menit sebesar 1,1902 gr[3].

Penelitian sebelumnya dengan judul “Pengaruh Jarak Anoda-Katoda Teknik *Elektroplating* Seng Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Hasil Lapisan”, peneliti memvariasikan jarak anoda katoda pada jarak 8 cm, 10 cm, 12 cm, 14 cm, dan 16 cm, tegangan diatur pada voltase 4 volt dan lama waktu perendaman selama 20 menit dengan menggunakan plat baja karbon rendah peneliti menggunakan alat Coating thickness Gauge DALCOPE MPOR untuk mengukur ketebalan baja karbon rendah menyimpulkan bahwa nilai ketebalan tertinggi didapat pada jarak 8 cm dengan rata-rata ketebalannya sebesar 4,53 μm sedangkan untuk nilai ketebalan terendah didapat pada jarak 16 cm dengan rata-rata ketebalannya sebesar 3,40 μm [4].

Penelitian sebelumnya dengan judul “Pengaruh Jarak Anoda Katoda dan Waktu Pencelupan Pada Proses Pelapisan Nikel-Krom Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Permukaan Knalpot Sepeda Motor”, dengan variasi jarak anoda-katoda 20 cm, 25 cm, dan 30 cm dan waktu pencelupan 20 menit, 30 menit dan 40 menit peneliti menyimpulkan bahwa semakin dekat jarak anoda-katoda semakin cepat reaksi oksidasi dan reduksi begitu juga dengan waktu perendaman semakin lama waktu perendaman maka semakin bagus disebabkan deposit logam yang menempel semakin banyak pada permukaan logam. Nilai ketebalan tertinggi didapat pada jarak anoda-katoda 20 cm dan waktu perendaman 40 menit dimana nilai ketebalan sebesar 20,5 μm sedangkan

untuk nilai ketebalan terendah didapat pada jarak anoda-katoda 30 cm dan waktu perendaman 20 menit dimana nilai ketebalan sebesar 16,2 μm [5].

Penelitian sebelumnya dengan judul “Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel terhadap Ketebalan Lapisan” telah meneliti pengaruh lapisan nikel *elektroplating* terhadap material tembaga dengan parameter berupa lama pelapisan 5, 10, dan 15 menit, kuat arus 0,28, 0,35, 0,42 A dan temperatur 40, 50, 60 °C sehingga diperoleh hasil bahwa ketebalan lapisan nikel akan meningkat seiring naiknya kuat arus, lama pelapisan dan temperatur. Dari hasil pengujian diperoleh nilai tertinggi untuk tebal lapisan adalah 82 μm pada 0.42 ampere dengan waktu pelapisan 15 menit dan temperatur pelapisan 60°C[6].

Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa semakin jauh jarak anoda dan katoda, menghasilkan hasil pelapisan yang lebih tipis dan lebih ringan; sedangkan jarak anoda dan katoda yang lebih dekat, menghasilkan hasil pelapisan yang lebih tebal dan lebih berat. Hasil ketebalan dan berat tertinggi terdapat pada jarak 3 cm dengan ketebalan 5,31 μm (Nikel) dan 12,51 μm (Krom), serta berat total 14,415 gram [7]. Variasi jarak dan waktu pelapisan pada proses elektroplating nikel berpengaruh terhadap ketebalan lapisan. Semakin dekat jarak anoda katoda dan semakin lama waktu pelapisan, maka permukaan lapisan semakin tebal. Ini dikarenakan semakin dekat jarak dan semakin lama waktu pelapisan maka akan semakin banyak deposit yang menempel pada permukaan material. Ketebalan tertinggi terjadi pada pelapisan dengan jarak 10 cm dan waktu 25 menit yaitu 832.7 μm [8].

2. METODE

Berdasarkan permasalahan dan tujuan penelitian maka metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mencari pengaruh dari jarak katoda anoda dan waktu perendaman terhadap pertambahan ketebalan dan massa sebelum dan sesudah dilakukannya proses *elektroplating*. Proses *elektroplating* ini menggunakan variasi jarak katoda anoda 10 cm, 20 cm, 30 cm dan variasi waktu perendaman 10,15 dan 20 menit. Ada 9 spesimen yang digunakan dalam penelitian ini, pengukuran ketebalan diukur dengan menggunakan mikrometer sekrup dan pengukuran massa diukur dengan menggunakan timbangan elektron.

2.1. Proses *Elektroplating*

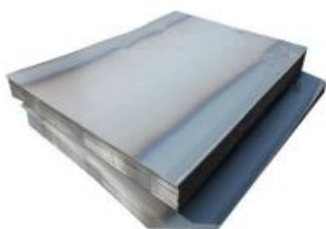
Baja adalah logam yang paling banyak digunakan. Seperti yang telah diuraikan di depan bahwa baja pada dasarnya adalah paduan besi dan

karbon dengan sedikit unsur lain, ini dinamakan baja karbon (*carbon steel*). Bila baja itu mengandung juga unsur lain dalam jumlah yang cukup besar sehingga akan merubah sifatnya maka baja itu dinamakan baja paduan (*alloy steel*).

Baja ASTM A36 merupakan baja karbon rendah (*low carbon*), Tabel 1 menunjukkan kadar kandungan unsur yang ada pada baja ASTM A36, Gambar 1 menunjukkan bentuk dari baja ASTM A36.

Tabel 1. Komposisi Baja ASTM A36

No	Unsur	Kadar
1	Karbon	0.25 – 0.90 %
2	Tembaga	0.20 %
3	Besi	98.00 %
4	Mangan	1.03 %
5	Fosfor	0.04 %
6	Silicon	0.38 %
7	Sufur	0.050 %



Gambar 1. Baja ASTM A36

Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam, basa dan garam logam yang dapat membentuk muatan ion ion negatif dan ion-on negatif. Tiap jenis pelapisan, larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan. Sebagai contoh pelapisan seng, larutan yang dipakai dibuat dari garam logam Zinc Oxide (ZnO) dan H₂O yang akan terurai seperti berikut:



Dalam tangki *elektroplating* terdapat Logam seng berbentuk batang yang dinamakan Zinc Anode.

Mikrometer sekrup merupakan salah satu alat untuk mengukur ketebalan suatu benda, alat ini umumnya digunakan dalam bidang teknik khususnya plat dengan akurasi sampai 0,01 mm. Ada 4 komponen utama dari mikrometer sekrup yaitu roda utama, batang sekrup, roda putar dan skala utama.

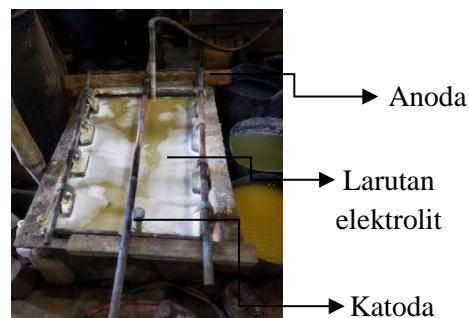
Timbangan elektron merupakan salah satu alat untuk mengukur massa suatu benda khususnya baja dengan akurasi sampai 0,0001 gr. Alat ini biasanya digunakan pada industri atau laboratorium yang memerlukan akurasi dan ketelitian. Ada 4 komponen utama dari timbangan elektron yaitu sensor berat, elektronika, layar pembaca, pengaturan dan fitur tambahan. Contoh

dari fitur tambahan yaitu pilihan unit berat yang berbeda seperti gram, ons, pon.

Proses *elektroplating* dapat dilihat pada gambar 2 dimana setelah melalui tahap pembersihan secara mekanik yang bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta geram-geram yang masih melekat pada spesimen. Untuk menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram dilakukan dengan mesin poles. Sedangkan proses untuk menghaluskan dilakukan dengan proses *buffing*.

Tahap selanjutnya baja direndam di larutan asam yang terbuat dari pencampuran air bersih dengan asam chlorida (HCL), setelah itu dilakukan proses pembilasan dengan menggunakan air mengalir selanjutnya dengan Alkohol 96% untuk menghilangkan sisa reaksi bahan kimia dan kemudian baja yang telah direndam dikeringkan.

Tahapan berikutnya tegangan arus diatur dengan besar tegangan 6 Volt. Larutan elektrolit didalam bak *elektroplating* yang telah dialiri arus dipanaskan sampai temperatur 50°C, setelah temperatur yang diinginkan tercapai spesimen dimasukkan ke dalam larutan elektrolit dan arus listrik dari rectifier dihubungkan ke spesimen. Arus listrik dari kutub positif dihubungkan ke yang Seng berfungsi sebagai bahan pelapis (anoda), sedangkan kutub negatif dihubungkan ke spesimen baja karbon rendah sebagai katoda. Gambar 2 merupakan contoh dari proses *elektroplating*.



Gambar 2. Proses *Elektroplating*

2.2. Proses Uji Ketebalan

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran sesuai dengan hasil yang diinginkan dan alat yang digunakan adalah mikrometer sekrup. Pengujian ketebalan dilakukan sebelum melakukan proses *elektroplating* dan sesudah melakukan proses *elektroplating*.

Langkah atau prosedur menggunakan mikrometer sekrup yaitu tempatkan objek yang akan diukur di antara runcingan sekrup dan batang ukuran referensi. Tekan runcingan sekrup hingga menyentuh benda yang diukur setelah posisi dari baja dan mikrometer sekrup terkunci baca skala utama perhatikan skala nonius dengan seksama dan

tentukan baris yang cocok, gabungkan nilai skala utama dan skala nonius.

Pada umumnya, proses pelapisan seng antara lain untuk mendapatkan lapisan pada permukaan logam dasar dengan maksud sebagai lapisan pelindung memperbaiki tampak rupa Sebagai lapisan dasar untuk proses selanjutnya.

Secara keseluruhan proses pelapisan seng merupakan suatu kesatuan dari rangkaian pekerjaan pembersihan dengan mekanis, pencucian dengan asam dan alkaline, pembilasan, proses pelapisan, dan pengerjaan akhir.

Proses pelapisan pada benda kerja dapat diterangkan dengan mengambil contoh *elektroplating* seng (Zn) menggunakan elektrolit Zinc Cate. Ion logam seng (Zn 2+) dalam elektrolit yang bermuatan positif menuju benda kerja (katoda) yang bermuatan negatif sehingga ion logam Zn²⁺ akan tereduksi menjadi logam Zn dan mengendap di katoda membentuk lapisan logam (deposit).

2.3. Proses Pengukuran Massa

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran massa yang diinginkan, alat yang digunakan adalah timbangan elektron. Pengukuran massa dilakukan sebelum proses *elektroplating* dan sesudah proses *elektroplating*.

Langkah atau prosedur menggunakan timbangan elektron yaitu pastikan alas tempat benda bersih dari debu, kotoran atau zat lainnya , kalibrasikan angka timbangan menjadi nol, tempatkan benda uji kewadah atau diatas permukaan timbangan kemudian tutup pintu atau tutup pelindung timbangan lalu amati nilai dan catat hasilnya sampai angka didalam timbangan tidak berubah atau stabil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses *Elektroplating*

Pengecekan terhadap tegangan listrik, suhu larutan elektrolit terlebih dahulu dilakukan sebelum memulai proses *elektroplating* . Apabila tegangan listrik sudah berada di angka 6 V dan suhu larutan elektrolit tidak melebihi angka 50°C sesuai acuan dari *Rules BKI Part 1 Vol. G 2022 "Guidance for the Corrosion Protection"* maka proses *elektroplating* dapat dilaksanakan. Larutan elektrolit menggunakan *zinc oxide* dimana terdapat sembilan kali pengerjaan dengan variasi waktu 10,15,20 menit dan variasi jarak anoda-katoda 10,20,30 cm. Ada 8 batang zinc anode yang dipakai dalam tangki *elektroplating*, terdapat dua batang kutub anoda yang menggapit katoda . Proses *elektroplating* pada baja dilakukan satu persatu agar didapat hasil yang maksimal. Mesin yang

mengaliri listrik dinyalakan lalu dilakukan pengecekan aliran listrik apakah sudah terdapat aliran listrik pada anoda dan katoda. Larutan elektrolit yang terdapat pada tangki *elektroplating* akan berbuih seperti air yang mendidih pertanda proses *elektroplating* siap untuk dilakukan. Untuk pengerjaan pertama dilakukan pengukuran jarak antar katoda dan anoda sepanjang 10 cm lalu dilakukan proses *elektroplating* baja masing-masing dengan waktu perendaman 10,15,20 menit setelah itu dilanjutkan pengukuran pada jarak 20 dan 30 cm dengan variasi waktu yang sama. Apabila waktu perendaman sudah cukup maka baja diangkat dari tangki *elektroplating* lalu dicelup pada larutan pembersih dan dikeringkan.

3.2. Pengukuran Ketebalan

Pengukuran ketebalan merupakan salah satu cara untuk mengetahui apakah proses *elektroplating* yang dilakukan pada baja efektif atau tidak, semakin tebal baja yang terbentuk dari lapisan seng yang tereduksi maka semakin bagus hasil dari lapisan baja yang dilapisi. Menurut *rules BKI part 1 vol x* tentang "Pelaksanaan Standar Pengukuran Ketebalan Konstruksi Lambung", kriteria ketebalan maksimum sesuai aturan adalah 250 μm. Alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan dari baja yang telah *dielektroplating* adalah milimeter sekrup yang dapat mengukur ketebalan hingga 0,01 mm. Pengukuran dilakukan di Lab Las dan Material Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

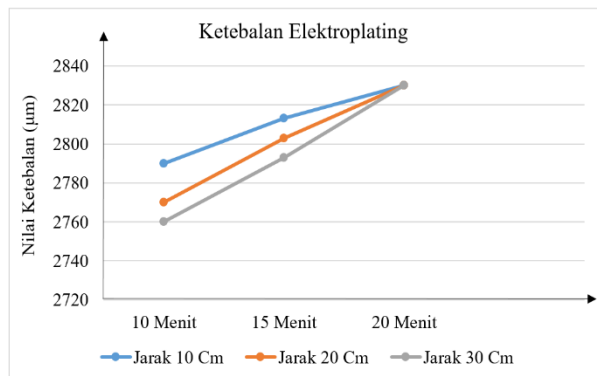
Tabel 2. Hasil pengukuran ketebalan

Waktu (Menit)	Jarak		Ketebalan (μm)			Rata-rata
	Katoda	Anoda (Cm)	x	y	z	
10	10	2790	2790	2790	2790	
10	20	2770	2770	2770	2770	
10	30	2760	2760	2760	2760	
15	10	2810	2820	2820	2813	
15	20	2800	2810	2800	2803	
15	30	2790	2790	2800	2793	
20	10	2830	2830	2830	2830	
20	20	2830	2830	2830	2830	
20	30	2820	2820	2820	2820	

Sesuai data yang dipaparkan pada tabel 2, didapatkan hasil dimana spesimen yang memiliki ketebalan lapisan seng terendah terdapat pada spesimen uji waktu perendaman 10 menit dan jarak katoda-anoda 30 cm sedangkan spesimen yang memiliki ketebalan lapisan seng tertinggi terdapat pada spesimen uji waktu perendaman 20 menit dan jarak katoda-anoda 10 cm dan 20 cm.

Gambar 3 merupakan grafik hasil uji ketebalan dimana hasil uji ketebalan yang dilakukan setelah proses *elektroplating*

berdasarkan variasi waktu perendaman dan jarak katoda-anoda didapat hasil yang berbeda-beda dan terdapat 2 spesimen yang memiliki ketebalan yang sama walaupun perbedaan nilai ketebalan tidak memiliki perbedaan yang signifikan hanya bertambah di kisaran nilai 4-8 μm dari total 9 spesimen. Gambar 4 merupakan proses pengukuran ketebalan menggunakan mikrometer sekrup.



Gambar 3. Hasil Uji Ketebalan



Gambar 4. Proses pengukuran ketebalan

Merujuk pada penelitian sebelumnya yang memvariasikan tegangan (2, 4, 6, dan 8 V) dan waktu (10, 20, 30, dan 40 menit). Pengukuran ketebalan lapisan menggunakan alat ukur ketebalan lapisan dualscope MPOR dan berdasarkan ASTM B 499. Hasil terbaik diperoleh pada 6 V dan 20 menit dengan penambahan ketebalan $7\mu\text{m}$ [9]. Penelitian lainnya yang melakukan pengujian terhadap ketebalan lapisan baja hasil elektroplating menyimpulkan bahwa pengaruh variasi tegangan terhadap ketebalan lapisan coating yaitu semakin tinggi tegangan (volt) yang digunakan maka semakin tebal lapisan coating yang didapatkan. Nilai ketebalan terendah adalah $21,10\mu\text{m}$ untuk 30 volt dan tertinggi adalah $45,39\mu\text{m}$ untuk 45 volt[10].

3.3. Pengukuran Massa Baja

Pengukuran massa baja merupakan salah satu cara untuk mengetahui apakah proses *elektroplating*, proses pelapisan seng pada baja efektif. Pengukuran massa bertujuan untuk mengetahui jumlah massa seng yang bertambah

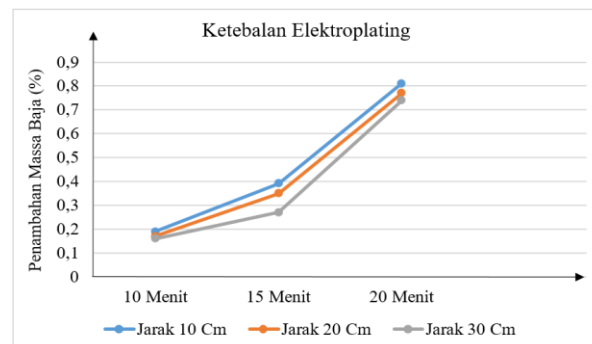
ataupun menempel pada permukaan baja walaupun penyebaran lapisan seng belum tentu merata atau tidak. Semakin banyak penambahan massa pada baja otomatis semakin banyak massa pelapis seng yang menempel pada permukaan baja. Alat yang digunakan untuk mengukur massa baja adalah timbangan elektron yang dapat mengukur hingga 0,001 miligram. Pengukuran ini dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Tabel 3. Hasil pengukuran massa

Waktu (Menit)	Jarak Katoda-Anoda (cm)	Massa Baja Sebelum Diuji (Gr)	Massa Baja Sesudah diuji (Gr)	Pertambahan Massa Baja (Gr/%)
10	10	53,2435	53,3491	0,1056 / 0,19%
10	20	54,3461	54,4433	0,0972 / 0,17%
10	30	54,0754	54,1621	0,0867 / 0,16%
15	10	54,3371	54,5496	0,2125 / 0,39%
15	20	54,4777	54,6731	0,1954 / 0,35%
15	30	54,5864	54,7346	0,1482 / 0,27%
20	10	54,1402	54,5798	0,4396 / 0,81%
20	20	53,9326	54,3487	0,4161 / 0,77%
20	30	53,7494	54,1482	0,3988 / 0,74%

Sesuai data yang dipaparkan pada tabel 3, didapatkan hasil dimana spesimen yang memiliki pertambahan massa terendah terdapat pada spesimen uji waktu perendaman 10 menit dan jarak katoda-anoda 30 cm sedangkan spesimen yang memiliki ketebalan lapisan seng tertinggi terdapat pada spesimen uji waktu perendaman 20 menit dan jarak katoda-anoda 10 cm dan 20 cm

Gambar 5 merupakan grafik pengukuran massa dimana hasil pengukuran massa yang dilakukan setelah proses *elektroplating* berdasarkan variasi waktu perendaman dan jarak katoda-anoda didapat hasil yang berbeda-beda walaupun perbedaan nilai pertambahan massa tidak memiliki perbedaan yang signifikan hanya bertambah tidak lebih dari 1% berada di kisaran 0,16-0,81% dari 9 spesimen. Gambar 6 merupakan proses pengukuran massa menggunakan timbangan elektron.



Gambar 5. Grafik Pengukuran massa



Gambar 6. Proses pengukuran massa

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran ketebalan pada proses *elektroplating*, baja yang mengalami penambahan ketebalan paling besar terdapat pada baja dengan waktu perendaman 20 menit dan jarak katoda-anoda 10 cm, baja mengalami penambahan ketebalan sebesar 8 μm dari 275 μm menjadi 283 μm . Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman dan semakin dekat jarak katoda dan anoda memberikan pengaruh terhadap penambahan ketebalan yang besar dan signifikan.

Berdasarkan hasil pengukuran massa pada proses *elektroplating*, baja yang mengalami penambahan massa paling besar terdapat pada baja dengan waktu perendaman 20 menit dan jarak katoda-anoda 10 cm, baja mengalami penambahan massa sebesar 0,4396 gr dari 54,1402 gr menjadi 54,5798 gr atau mengalami kenaikan massa sebanyak 0,81 %. Hal ini menunjukkan bahwa waktu perendaman dan jarak katoda-anoda memiliki pengaruh terhadap keefektifan proses *elektroplating*, ditandai dengan penambahan massa dan ketebalan dari baja sebelum dan sesudah dilakukannya proses *elektroplating* pada baja. Semakin lama waktu perendaman dan semakin dekat jarak anoda katoda-anoda maka hasil dari proses *elektroplating* semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. G. Fontana, *Corrosion Engineering*. Singapore: McGraw-Hill Book Co, 1986.
- [2] I. A. A. Saleh, *Elektroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*. Margaasih: Yrama Widya, 2014.
- [3] D. Topayung, "Pengaruh Arus Listrik Dan Waktu Proses Terhadap Ketebalan Dan Massa Lapisan Yang Terbentuk Pada Proses *Elektroplating* Pelat Baja Effect of Electric Current and Process Time the Thickness and Mass Layer Formed on Electroplating Process

- Steel Plates," *J. Ilm. Sains*, vol. 11, no. 1, pp. 97–101, 2011.
- [4] A. S. Ridlwan, *Pengaruh Jarak Anoda Katoda Teknik Elektroplating Seng Terhadap etebalan Dan Kekerasan Hasil Lapisan*, *J. Ilm. Sains*, Vol. 2, No. 4, Pp. 463– 469, 2014.
- [5] D. I. Nasution and A. M. Sakti, "Pengaruh Jarak Anoda Katoda dan Waktu Pencelupan pada Proses Pelapisan Nikel-Krom terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Permukaan Knalpot Sepeda Motor," *Jtm*, vol. 06, no. 01, pp. 41–49, 2018.
- [6] Sandi, A. P., Suka, E. G., Supriyatna, Y. I., & Sumardi, S. "The Influence Of Zn-Mn *Elektroplating* Current Density To AISI 1020 Steel Corrosion Rate." *AIP Conference Proceedings*. Vol. 2232. No. 1. AIP Publishing, 2020.
- [7] R. R. M. Susilo, "The effect of distance variation on electroplating process of decorative nickel-chrome on the microstructure, thickness and weight of plating on A36 steel," *AIP Conf. Proc.* 2453, 2022, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0094401>.
- [8] Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji, A. "Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating." *Jurnal Teknik ITS*, 2015.
- [9] Yerikho, W. P. Raharjo, and B. Kusharjanta, "Optimalisasi Variasi Tegangan Dan Waktu Terhadap Ketebalan Dan Adhesivitas Lapisan Pada Plat Baja Karbon Rendah Dengan Proses *Elektroplating* Menggunakan Pelapis Seng," *Mekanika*, vol. 11, no. 2, pp. 62–68, 2013
- [10] Y. D. Prasetyo, "Pengaruh Variasi Tegangan dalam Proses *Elektroplating* Seng pada Baja Api 51 Grade B Terhadap Ketahanan Korosi, Kekuatan Adhesi, dan Ketebalan Lapisan," *Jur. Tek. Mater. Dan Metal.*, vol.3, no.2, pp. 96-104, 2016