

KAJI EKSPERIMENTAL PELAPISAN KROM MENGGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING (Studi Kasus Baja ST 40)

EXPERIMENTAL STUDY OF CHROM COATING USING ELECTROPLATING METHOD (Case Study of Steel ST 40)

Bayu¹, Waskito², Jasman³, Mulianti⁴

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Kampus Air Tawar, Padang 25131

sprison17@gmail.com

waskitosyofia@yahoo.com

jasmanmesin@yahoo.com

muliantihendrik@ymail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi rekayasa pelapisan listrika (*electroplating*) telah banyak memberikan kontribusi yang cukup signifikan dalam laju pertumbuhan industri. Sehingga industri skala besar maupun industri skala kecil menjadikan proses *electroplating* sebagai proses yang harus dilakukan pada tahap akhir proses pengerjaan logam agar mendapatkan hasil yang lebih menarik dan ditujukan untuk menjadikan benda mempunyai permukaan lebih keras dan mengkilap serta sebagai perlindungan terhadap karat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan pengaruh variasi waktu dalam proses *electroplating* terhadap ketebalan dan pertambahan massa pada baja karbon rendah dengan pelapisan krom keras (*hard chrom*). Metode yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah melakukan uji eksperimen terhadap material baja karbon rendah ST40. Pada penelitian ini material dibentuk dengan ukuran 50 x 45 x 11 mm, dan dilakukan proses pembersihan untuk selanjutnya melalui proses *electroplating* dengan variasi waktu pelapisan 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 60 menit. Dari penelitian didapatkan hasil ketebalan 13.7 μm , 18 μm , 21.3 μm , 22 μm , dan 27.1 μm . Selisih berat spesimen sebelum dengan sesudah pelapisan didapatkan 0.06, 0.09, 0.11, 0.12, dan 0.15 gram. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang diberikan pada proses *electroplating* maka semakin tebal hasil pelapisan yang didapatkan, serta semakin banyak massa yang mengendap pada permukaan spesimen.

Kata Kunci: Eksperimental, Baja Karbon Rendah, Waktu, Ketebalan, Elektroplating.

Abstract

The development of electroplating engineering technology has contributed significantly to the growth rate of the industry. So that large-scale industry and small-scale industry make the electroplating process a process that must be carried out at the final stage of the metal working process in order to get more attractive results and is intended to make objects have a harder and shiny surface and as protection against rust. The purpose of this study was to prove the effect of time variations in the electroplating process on thickness and mass gain in low carbon steel with hard chromium plating. The method used to achieve this goal is to conduct experimental tests on ST40 low carbon steel material. In this study, the material was formed with a size of 50 x 45 x 11 mm, and a cleaning process was carried out which was then carried out through an electroplating process with a variation of coating time of 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, 40 minutes, and 60 minutes. The results showed that the thickness was 13.7 μm , 18 μm , 21.3 μm , 22 μm , and 27.1 μm . The difference in weight of the specimen before and after coating was obtained 0.06, 0.09, 0.11, 0.12, and 0.15 grams. It can be concluded that the longer the time given to the electroplating process, the thicker the coating results will be, and the more mass will be deposited on the specimen surface.

Keywords: Experimental, Low Carbon Steel, Time, Thickness, Electroplating.

I. Pendahuluan

Pelapisan secara listrik *electroplating* merupakan suatu proses pengendapan zat (ion-ion logam) pada suatu logam dasar (katode) melalui proses elektrolisa menggunakan arus searah (DC) dan larutan kimia (Niam et al., 2017).

Electroplating adalah proses pelapisan logam dengan logam menggunakan bantuan arus listrik, sehingga logam yang akan dilapisi harus mempunyai sifat konduktor (Sukarjo & Pani, 2018).

Terjadi proses pengendapan pada katoda disebabkan oleh adanya pemindahan ion-ion bermuatan listrik dari anoda dengan perantara larutan elektrolit, yang

terjadi secara terus menerus pada tegangan konstan hingga akhirnya mengendap dan menempel kuat membentuk lapisan permukaan benda logam (Basmal et al., 2012).

Metode pelapisan dapat digunakan untuk memperlambat tingkat kerusakan serta meningkatkan kekuatan mekanis logam tersebut, salah satunya yaitu dengan metode pelapisan elektroplating. Pelapisan metode ini bertujuan untuk memperoleh sifat permukaan material yang lebih baik agar dapat bertahan lebih lama meskipun sering mengalami gesekan dan berada di lingkungan yang memiliki suhu ekstrim. Kelebihan menggunakan cara ini, yaitu mudah dilakukan, hasil yang baik, serta murah dalam ongkos produksinya (Dewi & Ahmadi, 2013). Proses *electroplating* melindungi logam dasar dengan menggunakan logam tertentu sebagai pelapis dan pelindung, misalnya nikel, krom, tembaga, seng dan sebagainya. Pelapisan secara listrik elektroplating elektrodeposisi pelapis (coating) logam melekat pada elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda dari pada logam basisnya tersebut (Hartomo & Anton, 1995), sedangkan pengertian elektroplating yang lain adalah suatu proses pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara elektrolisis (ROZAK, 2017).

Parameter yang mempengaruhi dan harus diperhatikan dalam Metode pelapisan *elektroplating* agar diperoleh hasil pelapisan yang baik ada beberapa jenis yaitu : kuat arus, jarak elektroda, kuat arus, waktu pelapisan, agitasi, tingkat kepekatan larutan elektrolit dan lain-lain (Santosa, 2007).

Proses *electroplating* mengubah sifat fisik, mekanik, dan dekoratif suatu material. Salah satu contoh perubahan fisik ketika material dilapis dengan nikel adalah bertambahnya daya tahan material tersebut terhadap korosi, serta bertambahnya kapasitas konduktivitasnya (Riyan Hendra Ananta, 2016).

(Ratih Deviana, 2014) Logam paduan semakin banyak digunakan dalam dunia industri. Diantara logam paduan yang sering digunakan salah satunya adalah baja ST 40, karena baja tersebut memiliki beberapa keunggulan seperti sifat keuletan yang cukup tinggi serta mudah dibentuk (TAMPRIN, 2013). Baja ST 40 termasuk kedalam kelompok baja karbon rendah, karena memiliki berat unsur karbon kurang dari 0,3 %. Baja ini relatif lunak namun memiliki keuletan dan ketangguhan yang tinggi (Putra, 2009).

Penelitian mengenai pengaruh waktu perendaman pada proses *electroplating* telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Danang Tarwijayanto, et al, (2013 : 114) semakin lama waktu perendaman yang diberikan maka semakin meningkat kekerasan yang didapatkan (Yusof, 2013).

Malau (2009), melakukan penelitian mengetahui pengaruh variasi tegangan, suhu dan waktu proses pelapisan krom keras terhadap kekerasan dan laju keausan spesifik lapisan krom pada baja S45C. Pelapisan dengan krom dilakukan dalam larutan elektrolit dengan kandungan asam kromat 250 g/liter, asam sulfat 2,5 gr/liter Parameter pelapisan meliputi variasi tegangan (3, 4 ½, 6 dan 9 V), suhu (40, 45, 55 dan 60oC) dan lama waktu pelapisan (30, 40, 50 dan 60 menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan krom dapat meningkatkan kekerasan maksimum menjadi 900 VHN0,25. Kekerasan dan keausan spesifik lapisan krom dipengaruhi oleh tegangan, suhu dan lama pelapisan. Lapisan krom memiliki keausan spesifik (1,25 x 10⁻⁸ mm³/kg) lebih rendah dibandingkan dengan keausan spesifik raw material sebesar 34,9 x 10⁶ mm²/kg. Tegangan, lama dan suhu pelapisan yang paling tepat masing-masing adalah 6 V, 50 menit dan 55 oC untuk memperoleh hasil optimum / terbaik dengan kekerasan tertinggi dan keausan spesifik terendah (Malau & Luppaa, 2011).

(Suarsana et al., 2019) Penelitian tentang variasi waktu pelapisan 5 sampai 25 menit diperoleh ketebalan lapisan yang meningkat yaitu dengan waktu 5 menit mendapatkan ketebalan 14,1 µm, sampai waktu 25 menit memperoleh ketebalan sebesar 55,77 µm.

Mengacu kepada kerugian-kerugian yang ditimbulkan akibat korosi ini, ternyata kebutuhan penanggulangannya sangat diperlukan walaupun dalam banyak hal korosi tidak dapat dihindarkan namun berusaha dan dapat kita kendalikan. Oleh karena itu pemahaman tentang korosi dan pengetahuan yang cukup mengenai cara pengendaliannya dirasakan sangat penting, sehingga nilai daya guna pemanfaatan logam akan maksimum (Dewi & Ahmadi, 2013).

II. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Suryana (2010: 14) mendeskripsikan metode penelitian eksperimen ini bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan sebab akibat mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan dan membandingkan hasil dengan satu atau lebih kelompok kontrol.

Suryana (2010: 16) juga mengartikan metode eksperimen (menguji coba) adalah pengujian untuk menguji apakah variabel-variabel efektif atau tidak.

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Jadwal penelitian ini dilakukan pada semester Januari – Juni dan Juli 2019 – Desember 2019, mulai dari penulisan proposal, seminar proposal, pembuatan spesimen, pengujian, pengolahan data dan analisis

data serta pembuatan laporan. Penelitian ini dilaksanakan di sebuah bengkel khusus logam “CAHAYA CHROME” yang beralamat di Jalan Tarandam III Sawahan Kota Padang Sumatera Barat, mulai dari proses pembersihan permukaan spesimen sampai pada tahap elektroplating dilakukan di bengkel tersebut.

B. Objek Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ST 40 dengan dimensi 50 mm x 45 mm dengan ketebalan 10 mm sebanyak 5 buah menggunakan gergaji potong Bahan yang sudah dibentuk tersebut kemudian dirapikan seluruh permukaannya dengan kikir yang halus, selanjutnya benda diamplas sampai halus. Dilakukan pembersihan pada spesimen, dalam hal ini polishing dan degresing setelah itu cuci spesimen dan keringkan.

C. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Peralatan penelitian

- a. Timbangan mikro
- b. Mikrometer
- c. Heater
- d. Termo control
- e. Gergaji potong
- f. Jangka sorong
- g. Gelas ukur
- h. Stopwatch
- i. Bak elektrolit
- j. Mesin bor
- k. Mesin polishing

2. Bahan penelitian

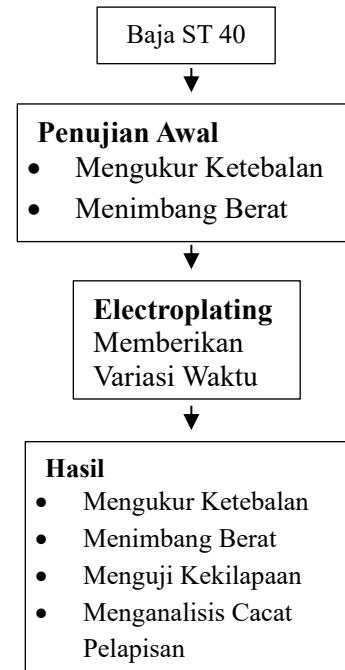
- a. Baja ST 40
- b. Anoda nikel
- c. Anoda timah hitam (Pb)
- d. Larutan chromic acid (CrO_3)
- e. Nikel sulfat (NiSO_4)
- f. Boric acid (H_3BO_3)
- g. Nikel clorida (NiCl_2)
- h. Aquades
- i. Asam sulfat (H_2SO_4)

D. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat dari hasil percobaan yang dilakukan terhadap objek yang diberi perlakuan secara langsung serta menggunakan indikator-indikator sebagai parameter kerja (dalam hal ini suhu, tegangan listrik, aktu, kadar larutan). Sedangkan data sekunder adalah data

penting yang dapat menunjang penelitian yang diperoleh dari literatur ataupun jurnal berupa data penunjang dan pendukung dalam mengolah data primer yang berhubungan dengan penelitian. Sumber data dari penelitian ini diperoleh dari hasil pengujian spesimen yang penulis lakukan.

E. Rancangan Penelitian



Gambar 1. Alur Proses Pengujian

Penelitian ini dimulai dari mempersiapkan material uji atau spesimen yaitu Baja ST40 yang kemudian di dibersihkan secara mekanik dan secara kimia, tujuannya adalah adar permukaan spesimen yang akan dilakukan pengujian halus dan bersih dari lemak maupun karat, kemudian spesimen di basuh menggunakan air dan sabun kemudian dikeringkan. ukur ketebalannya di bagian-bagian yang telah ditentukan serta menimbang berat dari spesimen tersebut menggunakan timbangan mikro. Kemudian dilakukan proses electroplating terhadap spesimen dengan menambahkan variasi waktu yang telah ditentukan, setelah semua spesimen dilakukan proses *electroplating* cuci spesimen menggunakan air bersih dan kemudian dikeringkan, pada tahap akhir diukur kembali ketebalan serta berat dari spesimen untuk mengetahui seberapa besar pertambahan dari ketebalan, massa serta perbedaan kekilapannya.

F. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam proses pengumpulan data hingga penyelesaian tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan tinjauan Pustaka
2. Persiapan penelitian

Dalam hal ini tahapan yang dilakukan adalah mempersiapkan material yang akan dilakukan pengujian (Baja ST 40) dan bahan-bahan penelitian lainnya, serta mempersiapkan peralatan yang dibutuhkan dalam proses *electroplating*.

3. Proses Elektroplating
Proses pelapisan menggunakan variasi waktu yang telah ditentukan.
4. Mengolah data dari hasil pengujian
5. Melakukan analisis akhir dari material/spesimen yang telah di uji.
6. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian.

III. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran ketebalan dan massa spesimen yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Table 1. Ketebalan Spesimen Sebelum Pelapisan

Kode Sampel	Hasil Uji Ketebalan Spesimen (mm)			Rata-rata (mm)
	A	B	C	
Sp1	11.549	11.537	11.548	11.5446
Sp2	11.557	11.553	11.549	11.5533
Sp3	11.554	11.523	11.511	11.5293
Sp4	11.551	11.543	11.532	11.5426
Sp5	11.541	11.534	11.543	11.5399

Proses pengukuran ketebalan awal dari spesimen dengan menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,001 mm dan didapatkan hasil rata-rata ketebalan awal spesimen sebesar 11,5 mm.

Table 2. Berat Spesimen Sebelum Pelapisan

Kode Spesime	n	Sp1	Sp2	Sp3	Sp4	Sp5
Berat (gram)		200.72	200.73	200.7	200.72	200.86

Hasil pengukuran massa awal spesimen dengan menggunakan timbangan mikro didapat hasil seperti pada table 2.

Table 3. Selisih Ketebalan Spesimen Sebelum dan Sesudah Pelapisan

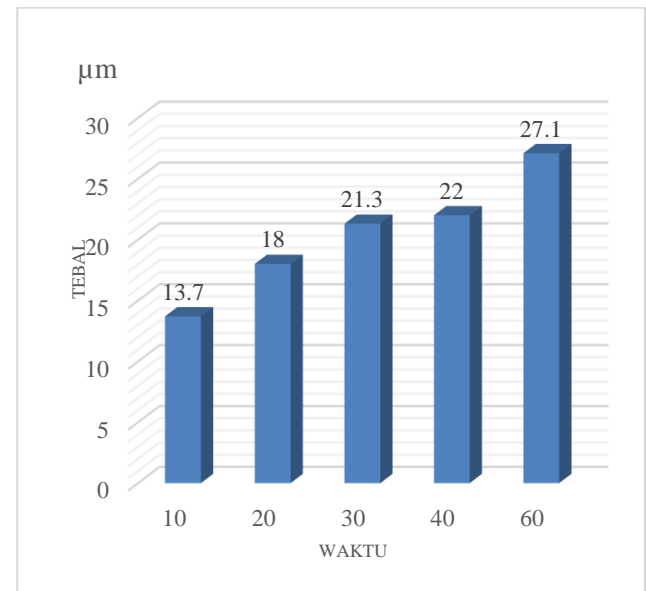
Kode Sampel	Waktu (menit)	Tebal Spesimen (mm)		Selisih (µm)
		Sebelum	Sesudah	
Sp1	10	11.5446	11.5603	13.7
Sp2	20	11.5533	11.5713	18
Sp3	30	11.5293	11.5506	21.3
Sp4	40	11.5426	11.5646	22
Sp5	60	11.5399	11.5673	27.1

Proses pengujian didapat kan hasil ketebalan sesudah proses *electroplating* bertambah dari ketebalan sebelumnya dimana masing-masing spesimen mendapatkan selisih ketebalan yang berbeda-beda, hal ini disebabkan karena perbedaan lama waktu yang diberikan pada saat perendaman spesimen ke dalam larutan elektrolit, yang menyebabkan spesimen yang mendapat variasi waktu lebih lama mendapatkan selisih ketebalan yang lebih tinggi dari pada spesimen yang mendapatkan variasi waktu sebentar. Dimana dalam hal ini Sp 1 adalah spesimen yang mendapat variasi waktu paling kecil sehingga hanya mendapatkan pertambahan ketebalan sebesar 13,7 µm, dan Sp 5 merupakan spesimen yang mendapat variasi waktu paling besar sehingga juga mendapat pertambahan nilai ketebalan yang lebih besar dari spesimen yang lainnya yaitu sebesar 27,1 µm.

Table 4. Selisih Berat Spesimen

Kode Sampel	Waktu (menit)	Berat Spesimen (gram)		Selisih (gram)
		Sebelum	Sesudah	
Sp1	10	200.72	200.78	0.06
Sp2	20	200.73	200.82	0.09
Sp3	30	200.7	200.81	0.11
Sp4	40	200.72	200.84	0.12
Sp5	60	200.71	200.86	0.15

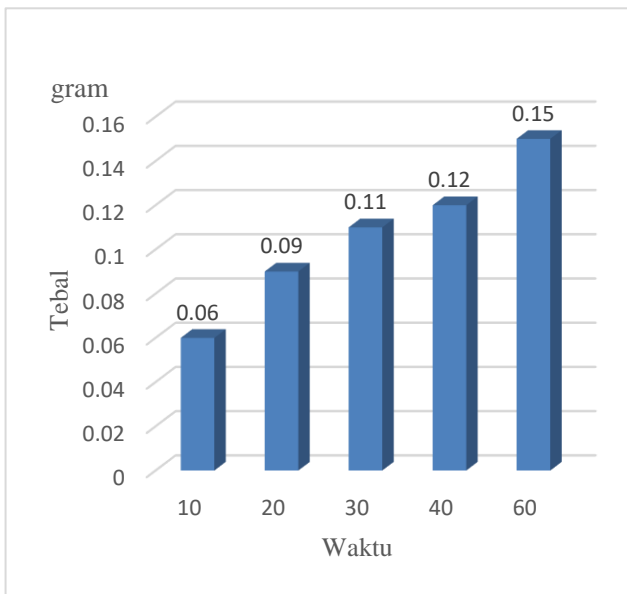
Hasil pengujian berat didapatkan bahwa massa dari spesimen bertambah dari sebelum proses pelapisan, dan pertambahan massa semakin besar sesuai variasi waktu yang diberikan.



Gambar 4. Grafik Besar Perbedaan Ketebalan Lapisan Spesimen dengan Perbedaan Waktu Pelapisan

Ketebalan lapisan dari gambar 4 menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang diberikan dalam proses

pelapisan maka semakin tinggi pula nilai ketebalan lapisan yang didapat, hasil tertinggi didapat oleh Sp 5 dengan variasi waktu 60 menit sedangkan nilai terendah ada pada Sp 1 dengan variasi waktu 10 menit.



Gambar 5. Grafik Besar Perubahan Berat Lapisan Spesimen dengan Perbedaan Waktu Pelapisan.

Data penambahan dari massa spesimen juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang diberikan maka semakin bertambah pula massa dari spesimen tersebut hal ini terlihat dari hasil penambahan massa terkecil didapat oleh spesimen dengan variasi waktu 10 menit, sedangkan massa tertinggi di peroleh oleh spesimen dengan variasi waktu 60 menit.

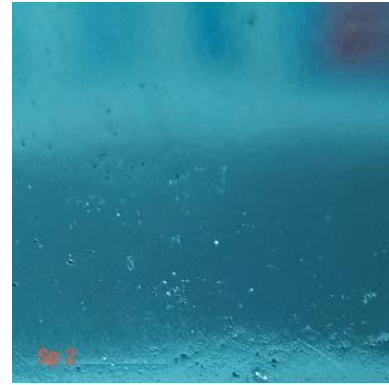
Menguji kekilapan dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap permukaan spesimen, Adapun hasil pengamatan seperti pada gambar :



Gambar 6. Kekilapan Permukaan Sp 1
Sumber : Photo Scane (2021)

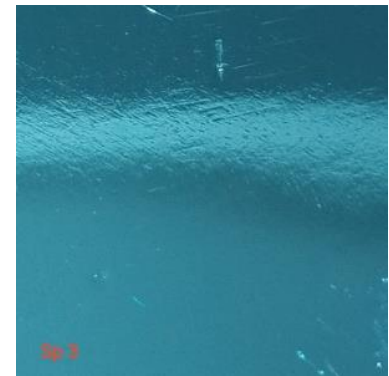
Hasil pengamatan dari spesimen Sp 1 dapat terlihat jelas pada permukaannya masih terdapat garis-garis

dan permukaannya masih kasar, untuk kekilapannya masih belum baik.



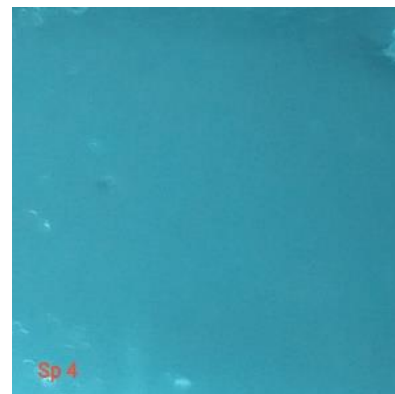
Gambar 7. Kekilapan Permukaan Sp 2
Sumber : Photo Scane (2021)

Hasil pengamatan spesimen Sp 2 terlihat garis-garis halus masih terdapat pada permukaannya serta untuk kekilapan juga masih belum cukup baik, serta permukaannya masih kasar.



Gambar 8. Kekilapan Permukaan Sp 3
Sumber : Photo Scane (2021)

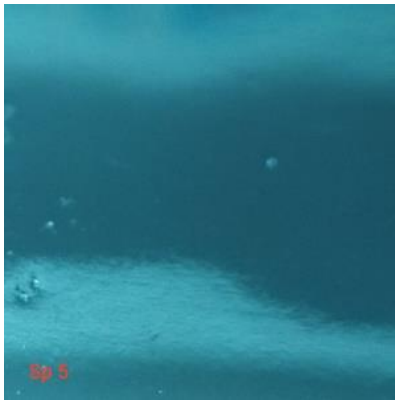
Hasil pengamatan spesimen Sp 3 ini permukaan yang bergaris-garis sudah mulai samar namun permukaannya masih sedikit kasar, namun untuk kekilapannya sudah cukup baik.



Gambar 9. Kekilapan Permukaan Sp 4
Sumber : Photo Scane (2021)

Spesimen pada gambar 9 menunjukkan permukaan

yang sudah bisa dikatakan halus karena goresan-goresan yang berupa garis halus sudah mulai tidak terlihat



Gambar 10. Kekilapan Permukaan Sp 5
Sumber : Photo Scane (2021)

Pengamat spesimen Sp 5 terlihat permukaannya sudah halus tidak terdapat goresan dan untuk kekilapannya sudah sangat baik.

IV. Kesimpulan

Ketebalan dan Berat spesimen mengalami kenaikan seseiring dengan pertambahan variasi waktu yang diberikan. Dari hasil pengamatan langsung terhadap kekilapan spesimen untuk hasil yang lebih mengkilap dihasilkan oleh spesimen 5 dikarenakan mengalami proses perendaman yang cukup lama dari spesimen lainnya sehingga terjadi pelapisan yang baik terhadap katoda. Cacat-cacat yang terjadi pada hasil pelapisan pada penelitian ini adalah cacat permukaan yang bergaris-garis, cacat permukaan berlobang dan cacat terbakar, dimana dari hasil analisa disimpulkan bahwa cacat terjadi lebih disebabkan oleh lamanya waktu proses perendaman serta besar tegangan yang diberikan tidak sesuai dengan besarnya dimensi spesimen, juga diakibatkan proses pengerjaan awal yang kurang baik.

Referensi

- Basmal, Bayuseno, & srinugroho. (2012). Pengaruh Suhu dan Waktu Pelapisan Tembaga-Nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan dan Kekasaran. *Rotasi*, 14(2), 23–28.
- Bondan T. Sofyan. (2010). Pengantar Material Teknik. Jakarta: Salemba Teknika.
- Dewi, C. A., & Ahmadi, A. (2013). Pengaruh Waktu Pada Elektroplating Krom Dekoratif Dengan Logam Basis Tembaga Terhadap Laju Korosi. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 1(2),

107. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v1i2.632>

- Giurlani, W., Zangari, G., Gambinossi, F., Passaponti, M., Salvietti, E., Di Benedetto, F., Caporali, S., & Innocenti, M. (2018). Electroplating for decorative applications: Recent trends in research and development. *Coatings*, 8(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/coatings8080260>
- Hartomo, A., & Anton, J. (1995). *Mengenal Pelapisan Logam*. 1995.
- Hendri Nurdin. (n.d.). *Metalurgi Logam*. UNP PRESS.
- Malau, V., & Luppa, N. S. (2011). Pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan NaCl terhadap kekerasan dan laju korosi dari lapisan nikel elektroplating pada permukaan baja karbon sedang. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Ke-2*, 147–152.
- Mustopo, Y. D. (2011). *Pengaruh Waktu terhadap Ketebalan dan Adhesivitas Lapisan Pada Proses Elektroplating Khrom Dekoratif tanpa Lapisan Dasar, dengan Lapisan Dasar Tembaga dan Tembaga-Nikel*. digilib.uns.ac.id
- Niam, M. Y., Purwanto, H., & Respati, S. M. B. (2017). *Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro ...* 13(1), 7–10.
- Putra, Z. A. (2009). *Pengaruh Waktu Pelapisan dan Temperatur Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Hasil Pelapisan Nikel tanpa Listrik (Electroless Nickel) terhadap Baja Karbon Rendah*.
- Riyadi, T. W. (2019). Pengaruh Variasi Waktu dan Temperatur Kekuatan Lekat dan Ketahanan Korosi pada Baja. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 218–223.
- Riyan Hendra Ananta, A. M. S. (2016). Pengaruh Variasi Waktu Celup Dan Kuat Arus Terhadap Ketebalan Permukaan Dan Struktur Mikro Baja ST 41 Pada Proses Pelapisan Nikel. *Jtm*, 04(03), 479–488.
- ROZAK, A. (2017). Analisis Kepadatan Pada Proses Pelapisan Nikel Dengan Variasi Tegangan Dan Lama Pencelupan Baja St 41. *Jurnal Teknik Mesin*, 05, 53–61.
- Santosa, B. (2007). Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 25–30–30. <https://doi.org/10.9744/jtm.9.1.pp.25-30>

- Sapti, M. (2019). Analisis Variasi Waktu Proses Hard Chrome Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Besi Cor Kelabu. *Kemampuan Koneksi Matematis (Tinjauan Terhadap Pendekatan Pembelajaran Savi)*, 53(9), 1689–1699.
- Suarsana, K., Astika, I. M., & Negara, D. N. . P. (2019). Efek Tegangan Listrik dan Waktu Proses Elektroplating Krom Keras terhadap Tebal Lapisan. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 12(2), 75. <https://doi.org/10.24843/jem.2019.v12.i02.p05>
- Sukarjo, H., & Pani, R. S. (2018). Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Waktu Electroplating Nickel-Chrome terhadap Ketebalan Lapisan pada Permukaan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 2(1), 18. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v2i1.355>
- Surdia, T. Saito, S. 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- TAMPRIN. (2013). *STUDI PELAPISAN KROM DENGAN PROSES ELEKTROPLATING PADA HANDEL REM SEPEDA MOTOR DENGAN VARIASI RAPAT ARUS*. 66(1997), 37–39.
- Widodo, T., Masyrukan, M., & Sugito, B. (2016). Pengaruh Waktu Tahan Celup Terhadap Nilai Kilap dan Ketebalan Lapisan Tembaga Pada Proses Elektroplating Baja Karbon Tinggi. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 15(2). <https://doi.org/10.23917/mesin.v15i2.2072>
- Yusof, S. Y. B. M. (2013). *PENGARUH ARUS DAN WAKTU PELAPISAN HARD CHROME TERHADAP KETEBALAN LAPISAN DAN TINGKAT KEKERASAN MIKRO PADA PLAT BAJA KARBON RENDAH AISI 1026 DENGAN MENGGUNAKAN CrO3 250 gr/lt DAN H2SO4 2,5 gr/lt PADA PROSES ELEKTROPLATING*. 66(1997), 37–39.