

PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU TERHADAP KETEBALAN KEKERASAN DAN KETAHANAN KOROSI PADA PROSES *ELECTROPLATING BUSHING DRUME BRAKE*

Dwi Eko Prasetyo^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
dwieko12.dep@gmail.com, nurrahman_umy@yahoo.co.id, rela.himarosa@umy.ac.id

INTISARI

Electroplating adalah proses pelapisan logam yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumber energi pelapisan dengan anoda yang akan larut kedalam cairan elektrolit dan kemudian akan menempel pada katoda, saat ini proses *electroplating* sangat banyak digunakan dan perkembangannya sangat pesat. Proses *electroplating* akan meningkatkan ketebalan, kekerasan dan ketahanan korosi dari benda yang dilapisi. Bahan pada penelitian ini adalah *bushing drum brake* dan proses pelapisan yang dilakukan pada *bushing* akan menggunakan variasi tegangan dan waktu, variasi 1,8V dengan lama waktu 30 menit dan 2,3V dengan lama waktu 40 menit. Pada penelitian ini digunakan beberapa pengujian yaitu ketebalan, pengujian kekerasan dan korosi. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa tegangan dan lama waktu pencelupan yang digunakan sangat mempengaruhi nilai ketebalan, kekerasan tingkat korosi dari *bushing*, nilai ketebalan terbesar ada pada variasi 2,3V dengan waktu pencelupan 40 menit dengan nilai ketebalan 54,41 μm dan nilai ketebalan terkecil pada variasi 1,8V dengan waktu pencelupan 30 menit dengan nilai ketebalan 9,55 μm , nilai kekerasan yang didapat dari kedua variasi juga menunjukkan hasil yang berbeda pada variasi 2,3V dengan waktu 40 menit didapat nilai kekerasannya 536,6 HV dibanding dengan variasi 1,8V dengan waktu 30 menit dengan nilai kekerasan yang didapat 442,3 HV, kedua hasil kekerasan sangat jauh bila dibandingkan dengan benda tanpa pelapisan yang hanya memiliki nilai kekerasan 247,6 HV. Dari penelitian ini juga didapatkan hasil uji korosi dengan metode *salt spray test* dengan standar ASTM B117-16 dengan lama waktu pengujian 12 jam didapatkan nilai korosi selama waktu pengujian sebanyak 2% pada setiap variasi.

Kata kunci: *Electroplating, bushing drum brake*, ketebalan lapisan, kekerasan, *salt spray test*.

ABSTRACT

Electroplating is a metal coating process that utilizes electrical energy as a source of coating energy with an anode which will dissolve into electrolyte fluid and will then attach to the cathode, currently the electroplating process is very widely used and its development is very rapid. Electroplating process will increase thickness, hardness and corrosion resistance of coated objects. The material in this study is the drum brake bushings and the coating process carried out on the bushings will use variations in voltage and time, a variation of 1.8V with a length of 30 minutes and 2.3V with a length of 40 minutes. In this study used several tests namely thickness, hardness and corrosion testing. The results of the study show that the voltage and time of immersion used greatly affect the thickness value, the hardness of the corrosion rate of the bushings, the greatest thickness value is in the variation of 2.3V with a 40 minute immersion time with a thickness value of 54.41 μm and the smallest thickness value in the variation of 1, 8V with a dipping time of 30 minutes with a thickness value of 9.55 μm , the hardness values obtained from the two variations also showed different results at variations of 2.3V with 40 minutes obtained a hardness value of 536.6 HV compared with a variation of 1.8V with time 30 minutes with the hardness value obtained 442.3 HV, the two results of violence is very far when compared to objects without coating which only has a hardness value of 247.6 HV. From this study also obtained corrosion test results with the salt spray test method with ASTM B117-16 standard with a 12-hour test time obtained corrosion values during the test time of 2% on each variation.

Keyword : *Electroplating, bushing drum brake*, thickness, hardness, salt spray test.

1. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan kebutuhan masyarakat juga menjadi semakin modern, kebutuhan masyarakat saat ini hampir tidak terlepas dari bahan-bahan yang mengandung logam seperti alat-alat rumah tangga, *sparepart* kendaraan bermotor, perhiasan, elektronik dan masih banyak lagi kebutuhan yang lain berbahan logam. Dimana bahan dengan kandungan logam sendiri memerlukan penanganan sehingga benda tersebut bisa lebih menarik dan tahan lama. Saat ini sudah banyak industri yang menawarkan produk maupun jasa sesuai apa yang dibutuhkan masyarakat, antara lain industri yang bergerak dibidang manufaktur yang telah memberikan peran dalam menyediakan kebutuhan masyarakat yang sangat luas. Industri tersebut sudah sangat banyak berdiri di Indonesia baik yang dimiliki sebuah instansi maupun industri yang secara pribadi oleh masyarakat. Industri tersebut akan terus melakukan inovasi demi meningkatkan kualitas produksi yang dihasilkan sehingga dapat memenangkan persaingan dengan pihak lain yang berjalan dibidang yang sama.

Industri manufaktur sendiri terbagi menjadi berbagai jenis manufaktur sebagai contoh yang bergerak dibidang pelapisan logam yang didalamnya ada proses *electroplating*, *coating*, dan tanpa arus listrik. Proses pelapisan logam ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan benda yang dilakukan pelapisan atau dapat juga bertujuan untuk memperindah tampilan benda tersebut. Banyak bidang yang membutuhkan jasa manufaktur seperti halnya di bidang otomotif dan masih banyak bidang lainnya. Bidang otomotif sendiri masih banyak lagi terbagi menjadi berbagai macam *part* yang memerlukan proses manufaktur *bushing*, tromol dan *part* otomotif lainnya.

Bushing adalah silinder yang berfungsi sebagai bantalan yang akan menahan beban dari poros, *bushing* juga berfungsi sebagai penyeimbang dibagian-bagian yang memiliki dua belah sisi yang berputar. *Bushing* sangat rawan mengalami korosi yang diakibatkan dari percikan air hujan maupun cairan lain yang memicu terjadinya korosi, korosi yang terjadi pada *bushing* akan menyebabkan kinerja dari poros menjadi tidak optimal sehingga perlu diberikan proses pelapisan dengan metode *electroplating*. Menurut Paridawati (2015) komponen dari kendaraan bermotor akan mudah terjadi korosi yang disebabkan oleh air hujan, karena air hujan memiliki kadar pH yang cukup rendah.

Arkha dkk, (2018) proses *electroplating* dengan tegangan 6, 9, 12 dan 15 volt memiliki hasil berbeda-beda dimana nilai ketebalan terbesar ada pada tegangan 15 volt hal ini membuktikan bahwa nilai ketebalan suatu proses *electroplating* dipengaruhi seberapa besar tegangan yang diberikan.

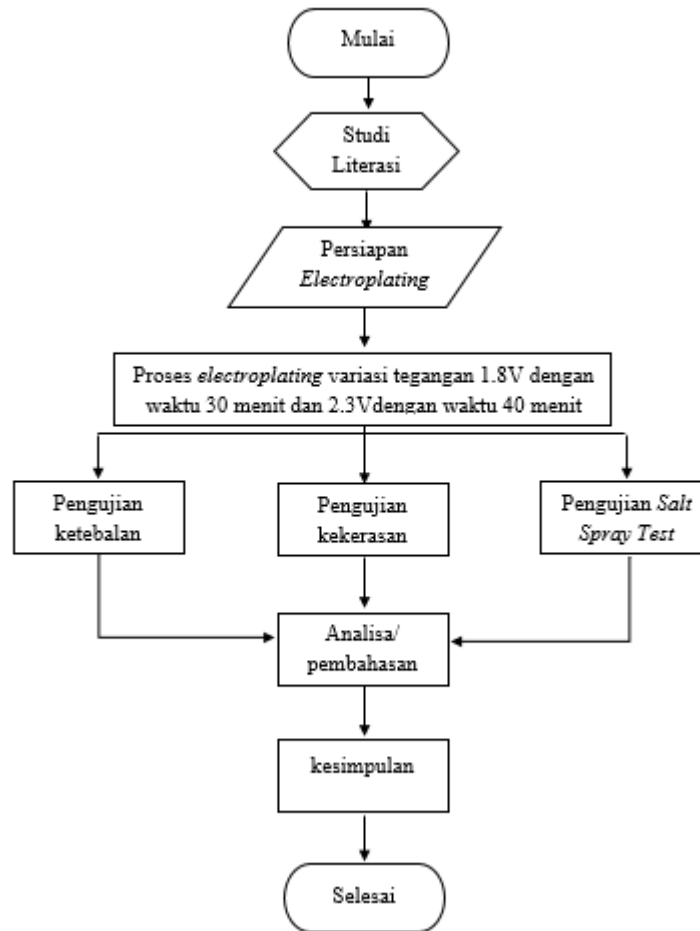
Setyowati dkk, (2012) meneliti pengaruh densitas terhadap ketebalan lapisan pada tembaga dengan menggunakan variasi rapat arus 0,3 mA/cm², 0,6 mA/cm², 0,9 mA/cm² dan 1 mA/cm² dengan tegangan yang digunakan 0,5V selama 10 menit, diketahui bahwa proses *electroplating* memberikan pengaruh pada ketahanan benda yang dilapisi, selain itu proses *electroplating* juga akan menambah nilai dekoratif dari benda tersebut.

Proses *electroplating* yang dilakukan oleh Paridawati (2013) diketahui bahwa proses *electroplating* dapat membantu meningkatkan kekuatan fisis benda dengan seiring waktu dan tegangan yang diberikan. Dengan variasi 1,5V, 2V, 2,5V, 3V, 3,5V dan waktu yang berbeda yaitu 5,10 dan 15 menit pada baja karbon rendah, sehingga hal ini sering dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan pada alat-alat pemesinan, konstruksi, pipa minyak atau gas.

Penelitian tentang pengaruh *hard chrome* pada peningkatan kekerasan permukaan yang dilakukan oleh Setyahandana dan Christianto (2017) pada baja komponen kincir air dengan panjang 40 mm, lebar 35 mm dan memiliki ketebalan 6,8 mm dengan waktu 120 menit diketahui bahwa tingkat kekerasan meningkat secara linear seiring dengan lama waktu pelapisan. yang lebih besar mendapatkan hasil buruk pada lasan, kekuatan tertinggi antara 10 Mpa, sedangkan bahan dasar mencapai 23 Mpa. Parameter yang digunakan salah satunya yaitu bentuk *pin tool* dengan menggunakan variasi bentuk diameter pin (Squeo dkk, 2009).

Maka dari itu proses *electroplating* sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah yang dialami oleh permukaan *bushing* sehingga *bushing* yang digunakan akan mempunyai masa pemakaian lebih lama dibandingkan *bushing* yang tidak mendapat pelakuan permukaan.

2. Metode Penelitian



Gambar 1 Proses Penelitian

Gambar.1 adalah skema proses penelitian yang dilakukan, spesimen yang telah dilakukan proses *electroplating* akan masuk ketahap pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kualitas dari pelapisan yang dilakukan. Proses pengujian yang digunakan antara lain pengujian kekerasan, pengujian ketebalan dan pengujian korosi dengan SST (*salt spray test*).



(a)



(b)



(c)

Gambar 2 (a) Travo Arus 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 digunakan memiliki kapasitas 200 liter.



Gambar 3 *Bushing Drume Brake*

Gambar 3 adalah bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu *Bushing Drume Brake*.

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 Kekerasan

adalah proses pengujian kekerasan dilakukan juga dilaboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, menggunakan alat uji dengan metode *vickers* bermerk Mitutoyo seri HM 100 dengan pembebanan 100gf dengan waktu 10s, dalam pengujian kekerasan akan memberikan hasil nilai kekerasan, dimana nilai kekerasan akan sangat diperlukan untuk meningkatkan ketahanan dari *bushing drume brake*.

2.3 Pengujian SST (*Salt Spray Test*)

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 bushing drume brake* dengan memvariasikan tegangan dan waktu pencelupan didapatkan hasil.



(a)

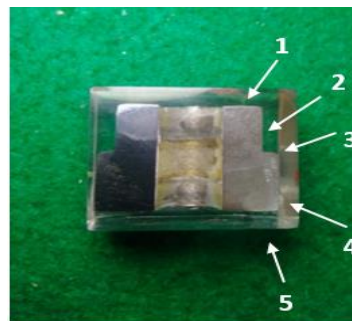


(b)

Gambar 4 (a) adalah *bushing* sebelum dilakukan proses *electroplating* (b) *bushing* sesudah proses *electroplating*.

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

3.2 Hasil Uji Ketebala

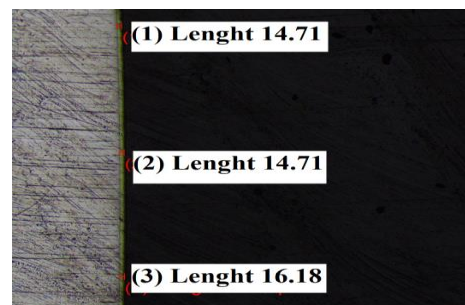


Gambar 5 Pembagian Segmen Pada *Bushing*

Gambar 6 adalah pembagian segmen pada *bushing drume brake* yang terbagi menjadi 5 segmen.



(a)



(b)

Gambar 6 Gambar Hasil Uji Ketebalan (a) 1,8V dan (b) 2,3V

Gambar 7 (a) adalah contoh hasil pengujian ketebalan pada segmen 1 variasi 1,8V waktu 30 menit, sedangkan gambar (b) adalah contoh pada segmen 1

Tabel 1 Tabel Hasil Pengujian Ketebalan Variasi Tegangan 1.8V 30 Menit

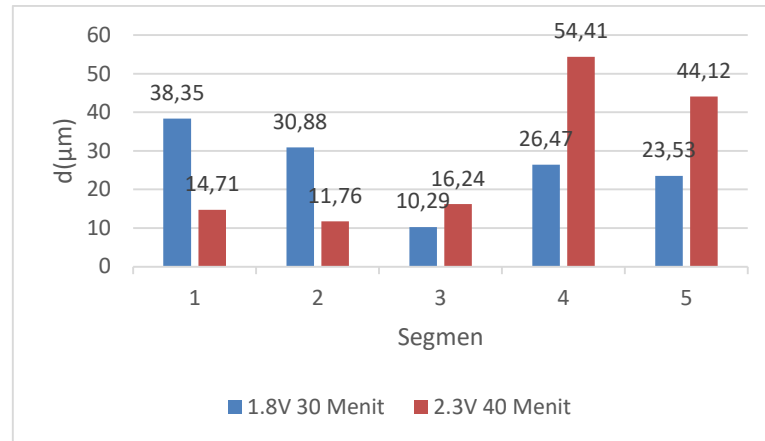
No	Segmen	d(cm)	A(cm ²)	C(cm ³ /A-s)	t(s)	E	I (Ampere)
1	1	$2,87 \cdot 10^{-3}$	2,88	$3,42 \cdot 10^{-5}$	1800	0,95	0,127
2	2	$2,83 \cdot 10^{-3}$	6,88	$3,42 \cdot 10^{-5}$	1800	0,95	0,300
3	3	$0,96 \cdot 10^{-3}$	2,21	$3,42 \cdot 10^{-5}$	1800	0,95	0,032
4	4	$2,72 \cdot 10^{-3}$	9,88	$3,42 \cdot 10^{-5}$	1800	0,95	0,414
5	5	$2,13 \cdot 10^{-3}$	5,10	$3,42 \cdot 10^{-5}$	1800	0,95	0,167

Tabel 1 menunjukkan nilai ketebalan terbesar ada pada segmen 1 dengan nilai ketebalan $2,87 \cdot 10^{-3}$ cm dan nilai ketebalan terkecil ada pada segmen 3 dengan nilai ketebalan $0,96 \cdot 10^{-3}$ 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 tegangan dan waktu yang sama maka lapisan yang dihasilkan akan semakin kecil angka ketebalannya.

Tabel 2 Tabel Hasil Pengujian Ketebalan Variasi Tegangan 2.3V 40 Menit.

No	Segmen	d(cm)	A(cm ²)	C(cm ³ /A-s)	t(s)	E	I (Ampere)
1	1	$1,51 \cdot 10^{-3}$	2,88	$3,42 \cdot 10^{-5}$	2400	0,95	0,05
2	2	$1,29 \cdot 10^{-3}$	6,88	$3,42 \cdot 10^{-5}$	2400	0,95	0,102
3	3	$1,90 \cdot 10^{-3}$	2,21	$3,42 \cdot 10^{-5}$	2400	0,95	0,048
4	4	$5,39 \cdot 10^{-3}$	9,88	$3,42 \cdot 10^{-5}$	2400	0,95	0,616
5	5	$4,38 \cdot 10^{-3}$	5,10	$3,42 \cdot 10^{-5}$	2400	0,95	0,258

Tabel 2 menunjukan hasil yang kurang lebih sama dengan hasil pada Tabel 4. pada 1 namun ada perbedaan pada nilai segmen 1 dan 2 dimana nilai ketebalan pada variasi 2,3V lebih kecil dibanding variasi 1,8V, kembali pada banyaknya faktor yang mempengaruhi ketebalan lapisan suatu benda diantaranya posisi pencelupan juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi, posisi benda yang paling mudah dilapisi (dekat dengan anoda) akan memiliki ketebalan lapisan yang lebih tebal dibanding bagian yang jaraknya berjauhan dari anoda. Pada variasi 2,3V dengan waktu 40 menit memiliki angka ketebalan yang relatif lebih besar apabila dibandingkan dengan variasi 1,8V 30 menit, hal ini membuktikan bahwa waktu dan tegangan menjadi salah satu faktor tinggi rendahnya angka dari ketebalan suatu lapisan. Dari perhitungan kuat arus (I) yang didapatkan nilai I yang kurang dari 0,1 ampere dianggap sebagai *low current* dan nilai I yang lebih dari 0,1 dianggap sebagai *High current*.



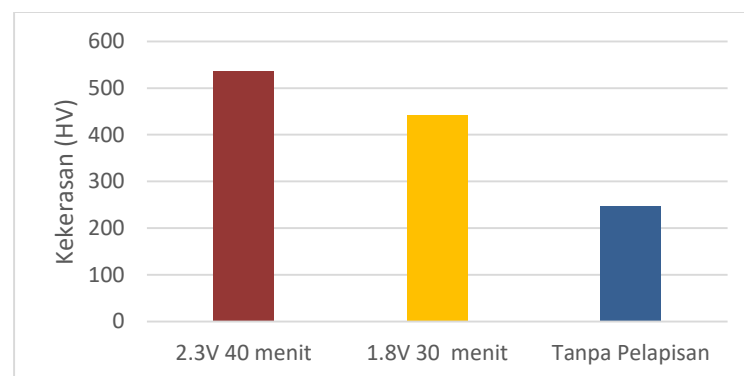
Gambar 7 Ketebalan Lapisan

Gambar 8 menunjukkan hasil ketebalan dalam bentuk grafik, dapat dilihat bahwa ketebalan terbesar variasi 1,8V 30 menit ada pada segmen 1 dan hasil uji ketebalan terkecil ada pada segmen 3 dan pada variasi 2,3V 40 menit nilai ketebalan terbesar ada pada segmen 4 dan nilai ketebalan terkecil ada pada segmen 2.

Hasil uji ketebalan pada pengujian ini apabila dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Paridawati, (2013) yang juga meneliti besar ketebalan dengan variasi tegangan dan waktu 1,5V, 2V dan 2,5V dengan waktu 5, 10 dan 15 menit menunjukan hasil bahwa waktu dan voltase yang semakin meningkat akan meningkatkan nilai ketebalan yang terjadi pada specimen yang mengalami pelapisan. Oleh karena semakin lama waktu yang diberikan maka akan memberi kesempatan kepada material pelapis mengendap pada katoda.

3.3 Hasil Uji Kekerasan

Gambar 49 adalah hasil dari uji kekerasan yang menggunakan metode *vickers* dengan pembebanan 300gf dan waktu pembebanan selama 10 detik.



Gambar 8 Hasil Uji Kekerasan

Hasil Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan berbeda-beda, pada grafik specimen tanpa pelapisan memiliki nilai kekerasan yang lebih kecil yaitu 247,6 HV dibandingkan dengan specimen yang mengalami pelapisan variasi 1,8V waktu 30 menit nilai kekerasan yang didapat 442,3 HV dan pada variasi 2,3V waktu 40 menit nilai kekerasan yang didapat 536,6 HV. Pada grafik hasil uji kekerasan diatas juga menunjukkan hasil antara variasi tegangan 1,8V dan 2,3V memiliki tingkat kekerasan yang berbeda, dimana voltase dan waktu yang digunakan saat pelapisan menjadi faktor yang mempengaruhi, hal ini diakibatkan specimen dengan voltase dan waktu yang lebih tinggi

memiliki ketebalan yang lebih sehingga hal ini juga berpengaruh pada tingkat kekerasan spesimen.

Hasil dari pengujian kekerasan ini sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan oleh, Setyahandanan (2017) yang juga melakukan pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *vickers*. Hasil yang didapat dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa waktu dan voltase menjadi faktor kekerasan suatu lapisan, dimana meningkatnya voltase dan waktu yang digunakan akan berbanding lurus dengan tingkat kekerasan yang didapat dari hasil pelapisan. Hal ini dikarenakan tebal lapisan yang juga meningkat menjadikan nilai kekerasannya meningkat.

3.4 Hasil Pengujian SST (*Salt Spray Test*)

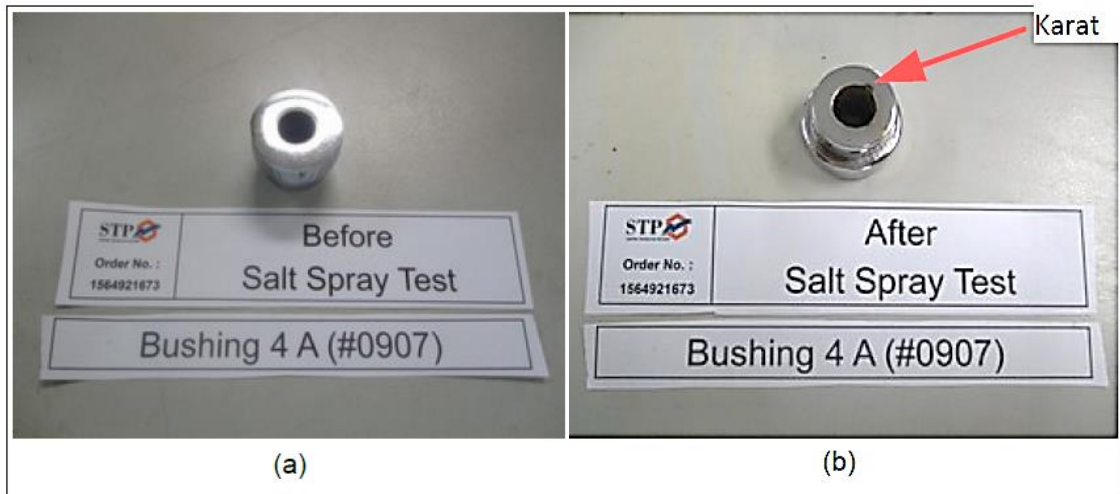
Uji *salt spray test* dengan standar ASTM B117-16 dengan waktu pengujian 12 jam untuk masing-masing variasi.

Tabel 3 Standar dan komposisi dalam pengujian Salt Spray Test

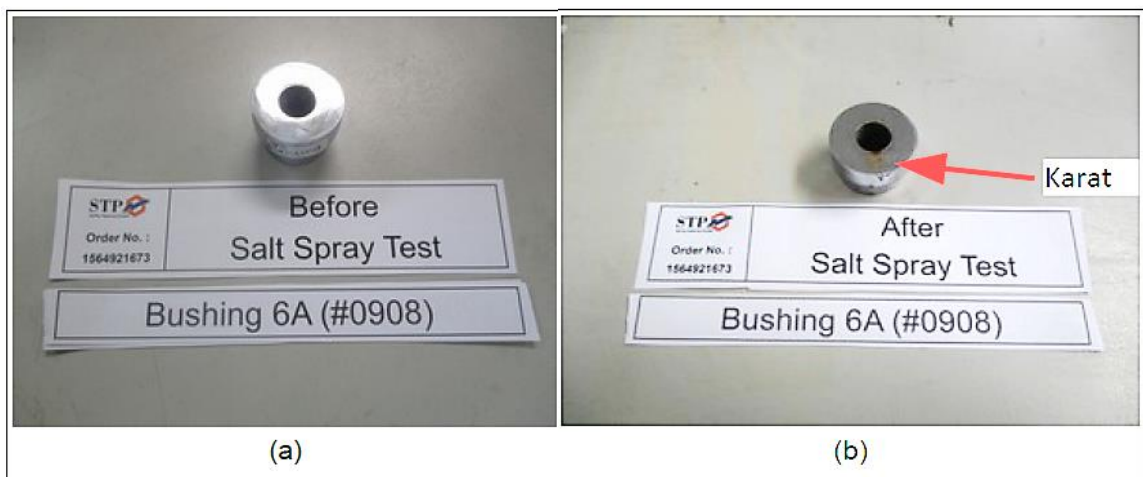
No.	Item	Kondisi	
1.	Standar Pengujian	ASTM B117 - 16	
2.	Sampel Uji	1. Bushing 4A	
		2. Bushing 6A	
3.	Jumlah Spesimen	1 specimen setiap sampel	
4.	Parameter Pengujian	Durasi	12 jam
		Konsentrasi NaCl	50 g/L
		Temperatur <i>Chamber</i>	35 °C
		Temperatur <i>air saturator</i>	47 °C
		pH Larutan	7,0
		<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	Weiss Umwelttechnik SC450 Salt Spray Chamber	

Tabel 4 Hasil Pengamatan Visual

No.	Nama Sampel	Observasi Visual
1.	Bushing 4A	Terjadi karat ± 2 % dipermukaan sampel
2.	Bushing 6A	Terjadi karat ± 2 % dipermukaan sampel



Gambar 9 Hasil Sebelum dan Sesudah Pengujian SST Variasi 1.8V 30 Menit



Gambar 10 Hasil Sebelum dan Sesudah Pengujian SST Variasi 2.3V 40 Menit

Dari Gambar 9 dan Gambar 10 hasil pengamatan diatas dapat diketahui spesimen mengalami korosi setelah dilakukan pengujian selama 12 jam, dengan presentase banyaknya korosi 2% pada semua variasi, faktor yang mengakibatkan kedua variasi memiliki tingkat korosi yang sama salah satunya adalah tidak adanya lapisan di bagian diameter dalam dari spesimen. Sehingga korosi sangat mudah menjangar kebagian terdekat yang dilapisi. Berbeda dengan bagian sisi selimut dari spesimen tidak terjadi korosi diarea tersebut dikarenakan lapisan yang cukup kuat untuk menahan laju korosi yang dilakukan selama kurang lebih 12 jam. Hasil yang didapat mungkin akan berbeda jika proses pengujian dilakukan dengan waktu yang lebih lama.

Pengujian *salt spray test* yang dilakukan oleh, Cahyadi (2015) dengan menggunakan waktu pengujian 100 jam sesuai dengan standar ASTM B117 didapatkan hasil bahwa benda mengalami korosi di awali dari satu titik bagian spesimen yang mempunyai ketahanan terhadap korosi paling lemah, faktor yang menjadi patokan bagian tersebut memiliki ketahanan korosi lemah antara lain adanya cacat pada permukaan tersebut, tebal tipisnya lapisan pelindung korosi seperti cat atau zat pelapis lain yang ada pada bagian tersebut dan masih banyak lagi faktor yang lain.

4. Kesimpulan

Dari proses *electroplating* yang telah dilaksanakan dengan memvarisikan tegangan 1.8V dengan waktu 30 menit dan tegangan 2.3V dengan waktu 40 menit dengan melakukan pengujian ketebalan, kekerasan dan pengujian *salt spray test* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Benda yang mengalami pelapisan *nickel* dan *chrome* dengan variasi berbeda akan menghasilkan ketebalan yang berbeda pula, antara variasi 1,8V dengan waktu 30 menit dibandingkan dengan variasi 2,3V dengan waktu 40 menit didapat nilai ketebalan terbesar ada pada variasi 2,3V waktu 40 menit dengan nilai ketebalannya 54,41 mikron. Akan tetapi tebal lapisan yang didapat tidak selalu memiliki hasil yang bagus seperti pada penelitian yang dilakukan dengan tegangan 2,3V memiliki sedikit cacat yang disebabkan besarnya arus yang diterima oleh benda, sehingga pelapisan menjadi kurang merata.
2. Dengan memvariasikan tegangan dan waktu juga mempengaruhi tingkat kekerasan permukaan benda, jika dibandingkan dengan benda yang tanpa mengalami pelapisan dengan nilai kekerasan 237,6 HV sedangkan pada variasi 1,8V waktu 30 menit didapat nilai kekerasannya 442,3 HV dan pada variasi 2,3V waktu 40 menit nilai kekerasannya 536,6 HV hasil yang didapat hampir dua kali lebih tinggi benda yang dilapisi.
3. Korosi yang terjadi pada *bushing drum brake* memiliki presentase dari seluruh permukaan benda sebesar 2% dari kedua variasi. Dari kedua variasi ini memiliki nilai korosi yang sama, seharusnya benda dengan tegangan dan waktu yang lebih tinggi memiliki ketahanan korosi yang lebih baik. Korosi yang terjadi pada spesimen *bushing drum brake* diawali dari bagian diameter dalam benda yang tidak dapat dijangkau pada saat proses pelapisan sehingga sangat mudah untuk terjadinya korosi yang kemudian menyebar kebagian terdekat dari titik tersebut.

Daftar Pustaka

- Paridawati. (2015). Tingkat Laju Korosi Knalpot Kendaraan *type C 100* Produksi Industri Kecil Di Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Volume 3 no. 2*, 127-132
- Arkha, A., Budiarta, U., & Sofyan, A. (2018). Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Laju Korosi (Mpy) Hasil Elektroplating Plat Besi Strip Dengan Pelapis Tembaga. *Jurnal rekayasa Teknologi dan Sains Volume. 2 No. 1*, 49-56.
- Setyowati, Iriani, Y., & Ramelan, A. H. (2012). Pengaruh Rapat Arus Terhadap Ketebalan Dan Struktur Kristal Lapisan Nikel pada Tembaga. *Indonesian Journal of Applied Physics volume 2 no. 1*, 1-6.
- Paridawati. (2013). Analisa Pengaruh Besar Tegangan Listrik terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Pelat Baja Pada Proses Electroplating. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin volume 1 no 1*, 36-44.
- Setyahandana, B., & Christianto, Y. E. (2017). Pengaruh Hard Chrome Plating pada Peningkatan Kekerasan. *Media Teknika Jurnal Teknologi volume 12 no.1*, 27-35.