

RESTORASI HOLDER LAMPU SEPEDA ONTEL MATERIAL BESI DENGAN METODE *ELECTROPLATING NICKLE – CHROME* BERDASARKAN VARIABEL WAKTU

Faishal Falih Herlambang

Program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

E-Mail : faishalfalih25@gmail.com

Abstrak

The need for parts increases with the growing old bicycle community while most of its activists dislike fake parts. So restoration is a must so that old bicycle parts can be fulfilled. The study was conducted to determine the quality of the electroplating nickel-chrome coating method on the ontel bicycle lamp holder and determine the thickness and roughness increase with time variations of 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes.

Holder tested amounted to 18 each - each time 6 pieces of holder, was first cleaned mechanically using a grinding and polishing machine and chemically using HCL solution and soapy water which was then immersed in a nickel liquid with a voltage of 2.4 Volt 13 Amperes. After that, the chrome liquid is immersed for one minute with a voltage of 4.3 Volt 27 Ampere. After finishing the coating process will be measured thickness test using a microscope Olympus SZ61 20x magnification and roughness test using Surface Roughness Tester by previously resetting the material so that the time of observation, the layer can be seen.

Thickness testing results with a variation of time 30 minutes obtained thick thickness of 14,984 μm , coating time of 60 minutes obtained plating thickness of 25,004 μm and 90 minutes of coating time obtained plating thickness of 49,213 μm . In the roughness test before plating, roughness test carried out three times obtained results with an average of 0.367 μm . In testing after plating, the time variable of 30 minutes obtained 0.075 μm and 0.054 μm , in the 60 minute time variable 0.035 μm and 0.032 μm were obtained and in the 90 minute time variable 0.034 μm and 0.022 μm results were obtained. From this research, the results show that the longer the immersion time, the greater the thickness results as well as the roughness results, the longer the immersion time, the smaller the roughness value.

I. Pendahuluan

Perkembangan gaya hidup sehat menjadi hal yang penting dalam masyarakat. Isu *global warming* dan pencemaran lingkungan menjadi salah satu sebab semakin banyaknya masyarakat yang sadar tentang gaya hidup sehat. Diantaranya terlihat dengan banyaknya kesadaran masyarakat akan kebutuhan hidup sehat, diantaranya adalah banyak digunakannya moda transportasi ramah lingkungan baik yang memakai teknologi tinggi maupun yang sederhana. Salah satu moda transportasi ramah lingkungan yang sedang naik daun adalah bermunculannya komunitas – komunitas sepeda, salah satunya adalah komunitas

sepeda tua atau sepeda ontel. Dengan banyaknya komunitas – komunitas sepeda tua di masyarakat sekarang ini, muncul kendala diantaranya yaitu sepeda tua dan *spareparts* nya sudah tidak lagi diproduksi dan menjadi barang yang semakin lama semakin langka. Apalagi banyak *member* komunitas yang tidak asal memakai sembarang sepeda ontel tetapi mereka juga mempertimbangkan *merk*, keaslian dan orisinalitas dari sepeda tersebut sehingga menjadi sebuah benda seni klasik yang tak lekang oleh ruang dan waktu bahkan nilainya semakin lama semakin bertambah tinggi. Oleh sebab itu, restorasi adalah salah satu solusi mengatasi kelangkaan sepeda dan

spareparts nya. Dengan umur sepeda yang sudah tua dan hampir semua komponen adalah berbahan logam maka dengan bertambahnya waktu maka ketahanan terhadap korosi akan semakin kecil. Untuk menanggulangi terjadinya korosi berarti memperkecil kemungkinan terjadinya suatu kerugian. Agar logam tidak mudah rusak yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan maupun korosi, maka perlu dicari cara untuk melindunginya. Salah satu cara yang digunakan untuk melakukan perlindungan terhadap korosi adalah dengan memberikan lapisan pelindung dari logam. Pelapisan logam dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara pelelehan, semprot, endap, vakum, *sherazing*, *rich coating*, dan *electroplating* (Saleh, A. Arsianto. 1995:5).

Untuk melindungi logam dengan proses *electroplating* dibutuhkan listrik arus searah (DC), elektrolit yang disesuaikan dengan lapisan yang akan diinginkan, logam pelapis (anoda), dan benda kerja yang akan dilapisi (katoda). Di dunia industri ada beberapa macam logam pelapis yang sering digunakan dalam proses pelapisan secara *elektroplating*, diantaranya adalah *Nickel* (Ni), dan *Chrome* (Cr). Pelapisan nikel dan krom umumnya ditujukan untuk menjadikan benda mempunyai permukaan lebih keras dan mengkilap selain untuk perlindungan terhadap korosi.

Salah satu *spareparts* yang bisa dilakukan proses *electroplating Nickel Chrome* pada sepeda tua adalah *holder* lampu yang bentuknya sangat khas sesuai *merk* masing – masing sepeda tua, sehingga keasliannya adalah nilai tambah bagi sepeda tua itu sendiri.

II. Landasan Teori

A. Prinsip dasar elektroplating

Elektroplating termasuk proses elektrolisis yang biasanya dilakukan dalam bejana sel elektrolisis dan berisi cairan elektrolit. Pada cairan tersebut paling sedikit tercelup dua elektrode. Masing-masing elektrode dihubungkan dengan arus listrik

yang terbagi menjadi kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda). Di dalam proses elektrolisis terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Prinsip dasar dari pelapisan logam secara listrik ini adalah penempatan ion-ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi, yang mana ion-ion logam tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang digunakan. Dengan adanya arus listrik yang mengalir dari sumber maka elektron dialirkan melalui elektrode positif (anoda) menuju elektrode negatif (katoda) dan dengan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit maka menghasilkan logam yang melapisi permukaan logam yang lain yang dilapisi.

Bahan pelapis

Nikel (*nickel*) adalah logam yang banyak digunakan pada industri kimia, akumulator dan pelapisan logam, karena sifatnya yang tahan korosi dan lunak. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkristal halus, sehingga bila dipoles dan sebagai pelapis lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap. Nikel memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keuletannya dan daya hantar listrik baik (Saleh, 1995).

Krom (*Chromium*) adalah suatu logam yang mempunyai kekerasan yang tinggi, sehingga memberikan tampak rupa yang indah. *Chromium* banyak digunakan untuk lapis lindung alat-alat kecepatan tinggi (*high speed tool*), cekatan (*die*), dan bahan pemandu dalam pembuatan *stainless steel*. *Chromium* dapat diendapkan/dilapisi dengan cara lapis listrik (*electroplating*) dan semprot logam (*metal spraying*) (Hartomo dan Keneko, 1995).

Dalam teknologi lapis logam, proses lapis listrik termasuk proses pengerjaan akhir dan berfungsi untuk memperbaiki

penampilan (Paridawati, 2013). *Electroplating* mengubah sifat mekanik suatu komponen, salah satu contoh perubahan fisik ketika material dilapisi dengan *chrome* adalah bertambahnya daya tahan material tersebut terhadap goresan (Susanto, 2017).

Sifat-sifat yang akan ditingkatkan adalah penggabungan sifat-sifat seperti berikut :

- a. Daya tahan korosi (*corrosion resistance*)
- b. Tampak rupa (*appearance*)
- c. Daya tahan gores / aus (*abrasion resistance*)
- d. Harga / nilai (*value*)
- e. Mampu solder (*solderability*)
- f. Karet pengikat (*bonding of rubber*)
- g. Daya kontak listrik (*electrcal contact resistance*)
- h. Mampu pantul / bias cahaya (*reflectivity*)
- i. Penyebaran rintangan (*diffusion barrier*)
- j. Mampu sikat kawat (*wive bondability*)
- k. Daya tahan temperatur tinggi (*high temperature resistance*)

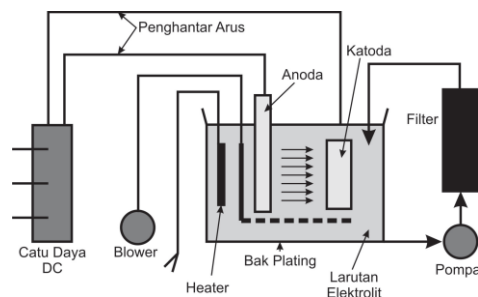
Pada proses *electroplating* ion logam mengendap pada benda padat konduktif lapisan logam akibat terjadinya perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik (Budi 2017). Logam yang memiliki keunggulan dari segi properti dan ketahan terhadap korosi sering digunakan sebagai sarana untuk memberikan lapisan tipis pada permukaan logam lain pada proses *electroplating* (Dewi Vol. 1)

Pelapisan menggunakan *Nickel* biasanya ditujukan untuk menjadikan benda kerja lebih mengkilap dan tahan terhadap korosi (Hani, 2018). *Nickel* tidak rusak oleh alkali, air laut dan tahan terhadap panas serta korosi (Putri, 2015). *Nickel* bias rusak oelh asam nitrat, dan sedikit terkorosi oleh asam khlor dan asam sulfat. *Nickel* juga memiliki kekerasan dan kekuatan yang sedang,

keuletannya baik, daya hantar listrik dan termal juga baik (Basmal, 2012).

Bila arus listrik searah dialirkan diantara elektroda dan anoda dalam larutan elektrolit, muatan ion positif akan ditarik oleh elektroda katoda sementara ion muatan negative berpindah kearah elektroda bermuatan positif. Ion-ion tersebut dinetralsir oleh kedua eletroda dan larutan yang hasilnya diendapkan pada elektroda katoda (Sudana, 2014).

Prinsip dasar pelapisan logam *electroplating* adalah menempatkan ion-ion logam pada logam yang dilapisi dan berasal dari anoda dan elektrolit yang digunakan (Hardiyanti, 2017). Proses *electroplating* mencakup empat hal, yaitu pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan. Keempat hal ini dapat dilakukan secara manual atau bisa juga menggunakan tingkat otomatisasi yang lebih tinggi lagi.



Gambar 2.1 Rangkaian proses *electroplating*
Sumber : Hadir Kaban, dkk., 2010.

Elektroplating termasuk proses elektrolisis yang biasanya dilakukan dalam bejana sel elektrolisa dan berisi cairan elektrolit. Pada cairan tersebut paling sedikit tercelup dua elektrode. Masing-masing elektrode dihubungkan dengan arus listrik yang terbagi menjadi kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda). Di dalam proses elektrolisa terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Dengan adanya arus listrik yang mengalir dari sumber maka elektron dialirkan melalui elektrode positif (anoda)

menuju elektrode negatif (katoda) dan dengan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit maka menghasilkan logam yang melapisi permukaan logam yang lain yang dilapisi.

B. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses *electroplating* :

a. Suhu

Suhu sangat penting untuk menyeleksi cocoknya jalannya reaksi dan melindungi pelapisan. Keseimbangan suhu ditentukan oleh beberapa faktor seperti ketahanan, jarak anoda dan katoda, serta ampere yang digunakan.

b. Kerapatan arus

Kerapatan arus yang baik adalah arus yang tinggi pada saat arus diperkirakan masuk, bagaimanapun nilai kerapatan arus mempengaruhi waktu *plating* untuk mencapai ketebalan yang diperlukan.

c. Konsentrasi ion

Merupakan faktor yang berpengaruh pada struktur deposit, dengan naiknya konsentrasi logam dapat menaikkan seluruh kegiatan anion yang membantu mobilitas ion.

d. Agitasi

Yaitu terdiri dari dua macam, yaitu jalannya katoda dan jalannya larutan. Agitasi yang besar mungkin akan merusak, dan agitasi seharusnya disalurkan dengan tujuan untuk menghindari bentuk/struktur, penampilan, dan ketebalan pelapisan yang tidak seragam.

e. *Throwing power*

Yaitu kemampuan larutan penyalur menghasilkan lapisan dengan ketebalan merata dan sejalan dengan terus berubahnya

jarak antara anoda dan permukaan komponen selama proses pelapisan.

f. Konduktivitas

Konduktivitas larutan tergantung pada konsentrasi ion yang besar atau jumlah konsentrasi molekul.

g. Nilai pH

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor penting dalam mengontrol larutan elektroplating.

h. Pasivitas

Gejala ini sering ditemui pada logam yang mengalami korosi, dimana hasil korosi menjadi lapisan pasif. Bila hal ini terjadi pada anoda, maka ion-ion logam pelapis terus menurun, sehingga akan mengganggu proses.

i. Waktu pelapisan

Waktu pelapisan sangat berpengaruh pada ketebalan lapisan yang diharapkan. Semakin lama pencelupan maka ketebalan lapisan semakin bertambah (Kirk, 1995 & I Putu, 2005).

II. Metodologi Penelitian Langkah Kerja Diagram Alir Penelitian

3.1. Alat dan bahan

A. Peralatan

Dalam proses elektroplating alat-alat yang diperlukan sampai dengan selesai, diantaranya:

- Trafo DC
- Bak cairan elektrolit
- *Blower*
- Pompa sirkulasi
- Pipa titanium
- *Heater*
- *Filter*

- Bol tuner
- Gerinda
- Boumeter
- Termometer
- Ph papper
- Stopwatch/timer
- Mesin poles
- Kabel/tembaga strip
- Sikat *wirebrush* dan kuas

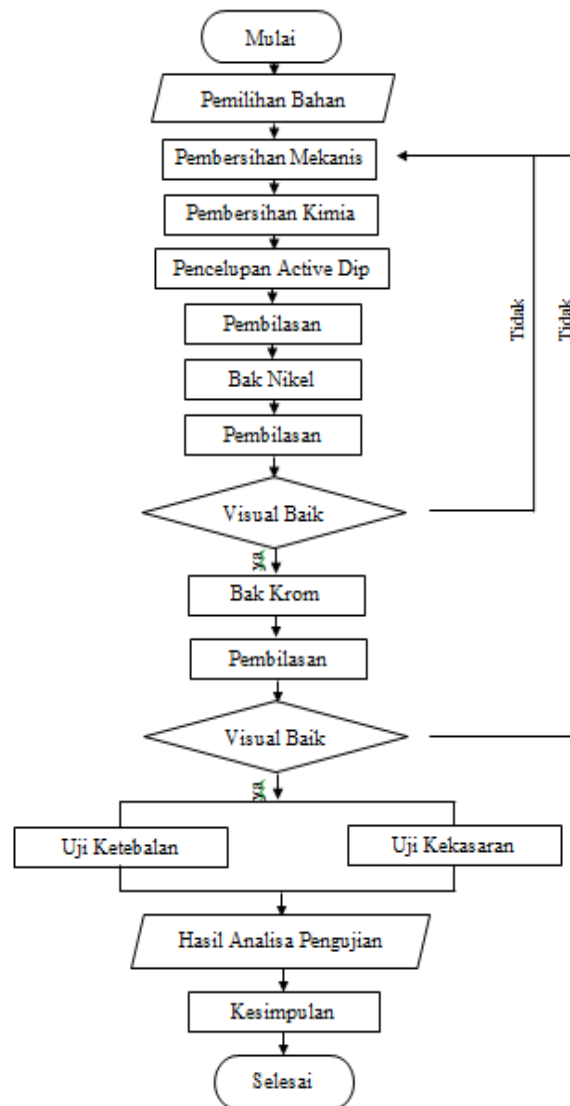
B. Bahan

Adapun bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Cairan elektrolit *nickel*
- Cairan elektrolit *chrome*
- Cairan *chrome remover*
- Cairan *nickel remover*
- Senyawa *aditif anti pitting* dan *brightener*
- *Zincate* dan ABF
- Barium *carbonat*
- Sodium metabisulfid
- *Chrome catalist*
- Asam *chlorida* 32%
- Asam nitrat 85%
- Asam sulfat 98%
- Causic soda
- *Calcium carbonat*
- *Paint remover*
- *Nickel sheet*
- Timah plate
- Batu ijo/langsol
- Alkaline *cleaner*
- Kain poli
- Lem dan amplas
- Masker dan kacamata

3.5 Diagram Alir Proses

Tahapan-tahapan penelitian ini di tuangkan pada diagram alir proses berikut ini.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Diagram alir proses penelitian

III. Pembahasan

4.1. Pengujian ketebalan

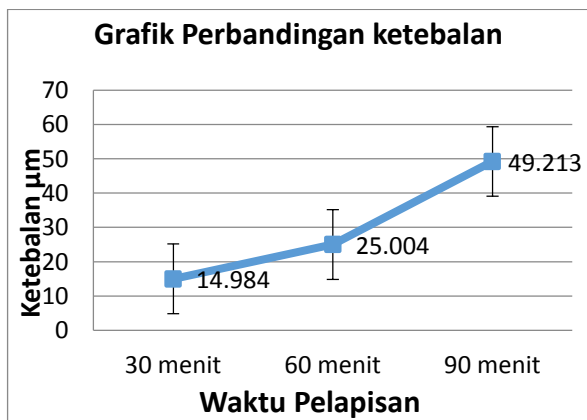
1.1. Pengujian Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan dengan terlebih dahulu meresin benda kerja yang akan diuji agar lapisan *plating* tidak terkelupas saat pemotongan benda kerja. setelah diresin benda kerja dipotong menjadi beberapa bagian agar dapat dilihat

menggunakan mikroskop makro Olympus SZ61 dengan perbesaran 20x.

Tabel 4.1 Tabel hasil uji ketebalan

No.	Uji	30 menit (μm)	60 menit (μm)	90 menit (μm)
1.	Uji 1	15,66	21,52	67,74
2.	Uji 2	13,30	24,75	59,61
3.	Uji 3	13,30	52,83	88,71
4.	Uji 4	29,75	28,10	91,29
5.	Uji 5	19,87	16,50	35,01
6.	Uji 6	13,30	13,30	16,50
7.	Uji 7	11,67	23,34	19,87
8.	Uji 8	13,30	33,21	18,82
9.	Uji 9	11,67	40,76	25,83
10.	Uji 10	11,67	23,63	48,53
11.	Uji 11	11,67	11,67	51,79
12.	Uji 12	16,50	10,44	44,43
13.	Uji 13	16,50	-	71,65
14.	Uji 14	13,30	-	-
15.	Uji 15	13,30	-	-
	Rata - rata	14,984	25,004	49,213



Gambar 4.1 Grafik perbandingan ketebalan 30 menit, 60 menit, 90 menit

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pelapisan, maka semakin tebal *plating* yang didapatkan. Pada waktu pelapisan 30 menit didapatkan tebal *plating* sebesar 14.984 μm dan pada waktu pelapisan 60 menit didapatkan tebal *plating* sebesar 25.004 μm sedangkan pada waktu pelapisan 90 menit didapatkan tebal *plating* sebesar 49.213 μm .

4.2. Pengujian kekasaran

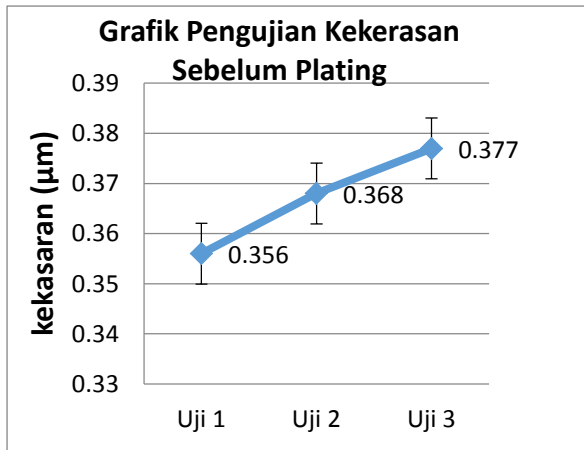
Pengujian kekasaran menggunakan alat uji *Surface Roughness Tester* dengan satu benda uji tiap variabel waktu dan setiap benda uji dilakukan uji kekasaran sebanyak tiga kali dengan hasil uji :

Tabel 4.2 Data uji kekasaran sebelum *plating*

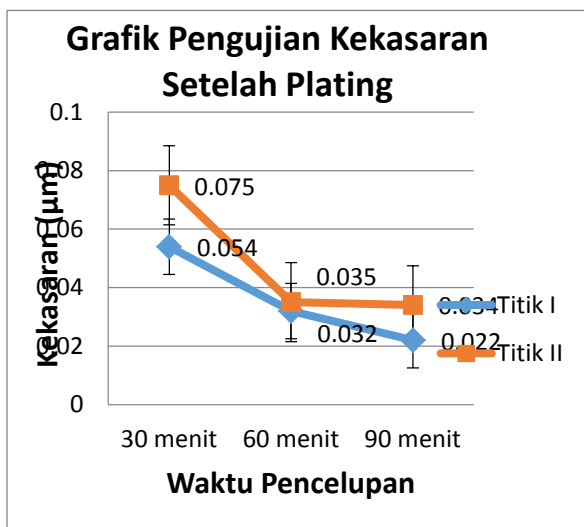
No.	Uji	Sebelum plating (μm)
1.	Uji 1	0,356
2.	Uji 2	0,368
3.	Uji 3	0,377
	Rata - rata	0,367
	dev	0,010

Tabel 4.3 Data uji kekasaran setelah *plating*

Waktu	Titik 1 (μm)	Titik 2 (μm)
30 menit	0,052	0,076
	0,054	0,073
	0,056	0,077
Rata	0,054	0,075
Dev	0,002	0,002
60 menit	0,031	0,034
	0,033	0,035
	0,033	0,036
Rata	0,032	0,035
Dev	0,001	0,001
90 menit	0,021	0,034
	0,022	0,034
	0,023	0,036
Rata	0,022	0,034
dev	0,001	0,001



Gambar 4.2 Grafik pengujian kekerasan sebelum plating



Gambar 4.3 Grafik pengujian kekerasan setelah plating

Pada grafik pengujian sebelum plating, dilakukan uji kekerasan sebanyak tiga kali didapat hasil dengan rata-rata 0,367 µm. Dan pada grafik pengujian setelah plating, pada variabel waktu 30 menit didapat hasil 0,075 µm dan 0,054

µm. Pada variabel waktu 60 menit didapat hasil 0,035 µm dan 0,032 µm. Pada variabel waktu 90 menit didapat hasil 0,034 µm dan 0,022 µm.

Dari hasil uji kekerasan tersebut dapat dilihat bahwa terjadi perbedaan yang signifikan dari data sebelum dan sesudah dilakukan proses plating. Sesudah dilakukan proses plating menunjukkan angka yang semakin kecil menandakan bahwa permukaan setelah plating jauh lebih halus daripada sebelum plating. Dan terdapat perbedaan angka yang jauh dari variabel waktu 30 menit dan 60 menit tetapi tidak begitu jauh pada variabel 60 menit dan 90 menit.

4.3. Analisa biaya Proses

Ukur amper DC dari barang pada saat dikerjakan (misal : A ampere) dengan menggunakan tang ampere DC pada kawat gantungan. Hitung waktu yang diperlukan untuk mendapatkan lapisan nikel yang diinginkan (misal : T menit)

Prinsip dasar, untuk cairan nikel standard (kadar nikel sulphate, nikel chloride, dan boric acid) dan proses kerja yang standard pula (panas, pH, volt, dll), maka setiap 1000 ampere jam, kira-kira berat nikel yang melapisi sekitar 1000 gr, atau dengan kata lain 1 ampere jam = 1 gr nikel.

Rumus untuk menghitung berat nikel :

$$W = A \times T / 60 \text{ gr}$$

$$\text{Harga} = \frac{W \cdot \text{harga nikel/kg}}{sf \cdot 1000}$$

Sf = biaya listrik, peralatan dan pengerjaan.

30 menit

Holder sepeda dengan besar tegangan 2,4 Volt 13 *Ampere* maka Nikel yang melapisi :

$$Ni = A \times T/60$$

$$Ni = 13 \times 30/60$$

$$Ni = 6.5 \text{ gr}$$

Dengan harga nikel Rp 300.000,00 perkilo, maka didapatkan hasil Rp 1.950,00.

Dengan biaya produksi sekitar Rp 4.000,00 maka biaya total untuk waktu 30 menit adalah Rp. 5.950,00.

60 menit

Holder sepeda dengan besar tegangan 2,4 Volt 13 *Ampere* maka Nikel yang melapisi :

$$Ni = A \times T/60$$

$$Ni = 13 \times 60/60$$

$$Ni = 13 \text{ gr}$$

Dengan harga nikel Rp 300.000,00 perkilo, maka didapatkan hasil Rp 3.900,00.

Dengan biaya produksi sekitar Rp 4.000,00 maka biaya total untuk waktu 60 menit adalah Rp. 7.900,00.

90 menit

Holder sepeda dengan besar tegangan 2,4 Volt 13 *Ampere* maka Nikel yang melapisi :

$$Ni = A \times T/60$$

$$Ni = 13 \times 90/60$$

$$Ni = 19,5 \text{ gr}$$

Dengan harga nikel Rp 300.000,00 perkilo, maka didapatkan hasil Rp 5.850,00.

Dengan biaya produksi sekitar Rp 4.000,00 maka biaya total untuk waktu 60 menit adalah Rp. 9.850,00.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwalogam lama dapat direstorasi menggunakan metode *electroplating nickle – chome* tetapi tergantung seberapa besar tingkat korosinya. Semakin besar tingkat korosi maka akan nampak cacat pada hasil *plating*.
2. Semakin lama waktu perendaman maka ketebalan akan semakin besar. Pada variabel waktu 30 menit didapat 14,984 μm dan pada variabel waktu 60 menit didapat 25,004 μm dan pada variabel 90 menit didapat 49,213 μm . Berbanding terbalik dengan uji kekasaran, semakin lama waktu perendaman maka kekasaran semakin kecil. Pada variabel waktu 30 menit didapatkan hasil 0,075 μm dan 0,054 μm dan pada variabel waktu 60 menit didapatkan hasil 0,035 μm dan 0,032 μm dan pada variabel waktu 90 menit didapatkan hasil 0,034 μm dan 0,022 μm .
3. Dengan mempertimbangkan biaya produksi, waktu efektif untuk mendapatkan hasil yang baik adalah pada waktu 60 menit. Walaupun pada uji ketebalan terdapat perbedaan yang cukup besar pada variabel waktu 60 menit dan 90 menit, tetapi pada uji kekasaran tidak terlalu banyak perbedaan pada variabel waktu 60 menit dan 90 menit.

Saran

Agar penelitian ini mendapat hasil pengujian yang lebih valid, sebaiknya ditambahkan pengujian *Salt Spray Test* (SST) sehingga dapat diketahui dengan jelas tingkat korosi yang terjadi dan pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan variasi arus yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Arsianto, S. A. 1995. *Mengenal Teknik Pelapisan Logam*. Bandung : Balai Besar Pengembangan Industri Logam dan Mesin.
- Basmal, Bayuseno, Nugroho Sri. 2012. *Pengaruh Suhu Dan Waktu Pelapisan Tembaga-nikel Pada Baja Karbon Rendah Secara Elektroplating Terhadap Nilai Ketebalan Dan Kekasaran*. Jurnal Teknik Mesin ROTASI Vol. 14, No. 2, April 2012: 23-28.
- Dewi Ayu Citra, Ahmadi. *Pengaruh Waktu Pada Elektroplating Krom Dekoratif Dengan Logam Basis Tembaga Terhadap Laju Korosi*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia "Hydrogen" Vol. 1, No. 2, ISSN 2338-6480.
- Hardiyani Fitri, Santoso Yusuf Mochammad, Kurniawan Indra Didik. 2017. *Pengaruh Waktu Perendaman Dan Konsentrasi Pelapisan Krom Terhadap Laju Korosi Grey Cast*
- Kaban Hadir, Niar Sri, Jorena Dan. 2010. *Menguji Kekuatan Bahan Electroplating Pelapisan Nikel Pada Substrat Besi Dengan Uji Impak (Impact Test)*. Jurnal Penelitian Sains Vol. 13, No. 3(B), September 2010.
- Paridawati. 2013. *Analisa Besar Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Pelat Baja Dengan Proses Electroplating*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 1, No. 1 Februari 2013.
- Prasetyo Hani, Faid Ahmad Yafi. 2018. *Pengaruh Variasi Waktu Electroplating Nikel Terhadap Berat Lapisan Yang Diendapkan Pada Baja ST37*. Jurnal MER-C No. 6 Vol. 1.
- Putri Andrisel, Handayani Sri. 2015. *Karakterisasi Sifat Mekanik Hasil Electroplating Nikel Karbonat (NiCO₃) Pada Tembaga (Cu)*. Jurnal Fisika Unand Vol. 4, No. 1, Januari 2015.
- Setyahandana Budi, Christianto Eko Yohanes. 2017. *Pengaruh Hard Chrome Plating Pada Peningkatan Kekerasan Baja Komponen Kincir*. Media Teknika Jurnal Teknologi Vol. 12, No. 1, Juni 2017.
- Sudana Made I, Arsani Anom Ayu Ida, Waisnawa Suta I.G.N. 2014. *Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Electroplating*. Jurnal Logic Vol. 14 No 3 Nopember 2014.

Susanto Edy Eko, Boediyanto, Sugiyanto.
2017. *Pelapisan Krom Pada Bahan Komposisi Dengan Proses Electroplating*. Jurnal Flywheel Vol. 8, No. 2, September 2017.

Tarwijayanto Danang, Raharjo Purwo Wahyu, Triyono Teguh. 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/l Dan H₂SO₄ 2,5 gr/l Pada Proses Electroplating*. Jurnal Mekanika Vol. 11, No. 2.