

# ANALISIS VARIASI WAKTU PROSES *HARD CHROME* TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN LAPISAN PADA BESI COR KELABU

Yusep Sukrawan<sup>1</sup>

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang semakin maju mendorong para pelaku industri menemukan teknik untuk menjadikan material logam yang akan dipergunakan memiliki sifat-sifat yang mereka inginkan, untuk mengendalikan dan memperlambat laju korosi, salah satunya dengan teknik pelapisan logam. Electroplating yang dilakukan dengan menggunakan Hard Chrome pada besi cor kelabu ASTM 40. Tujuan dari penelitian electroplating hard chrome adalah untuk menganalisis pengaruh variasi waktu proses pelapisan terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan besi cor kelabu. Dengan menggunakan parameter variasi waktu 40 – 80 menit dengan kenaikan interval 10 menit, sedangkan temperatur, komposisi larutan elektrolit asam kromat dan rapat arus dibuat konstan. Hasil penelitian menghasilkan kekerasan lapisan 872,14 VHN dan ketebalan lapisan 288  $\mu\text{m}$ , dicapai pada variasi waktu 60 menit.

Kata kunci : *electroplating, hard chrome*, besi cor kelabu, variasi waktu.

## ABSTRACT

*The development of increasingly advanced technology to encourage the industry players find a technique to make the metal material to be used has the properties they want, to control and slow the rate of corrosion, one of them with a metal coating technique. Electroplating is done by using Hard Chrome on gray cast iron ASTM 40. The purpose of the hard chrome electroplating study is to analyze the effect of time variations coating process to violence and a layer thickness of gray cast iron. By using the parameter variation time of 40 "- 80" (minutes) with the increase in intervals of 10 minutes, while the temperature, composition of chromic acid electrolyte solution and the current density is made constant. The results of the research to produce 872.14 VHN hardness coating and layer thickness 288  $\mu\text{m}$ , achieved at the time variation of 60 minutes.*

Keywords: *electroplating, hard chrome, gray cast iron, variation of time.*

## PENDAHULUAN

Suatu logam dipajang (expose) kelingkungannya maka akan terjadi interaksi antara logam dengan lingkungan, berdasarkan teori mekanisme interaksi akan mengakibatkan pertukaran ion antara permukaan logam dengan lingkungannya. Karakteristik pertukaran ion sangat dipacu antara lain oleh adanya perbedaan potensial diantara keduanya, hasil dari adanya pertukaran ion terhadap logam yang dipajang adalah terjadinya kerusakan pada logam serta terbentuknya produk korosi.

Metoda perlindungan logam yang banyak digunakan dan paling mudah dilakukan serta dari aspek biaya lebih murah adalah penerapan pelapisan. Perlindungan terhadap logam

---

<sup>1</sup> Dosen pada Departemen Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI, Jl. Dr. Setiabudhi 207 Bandung

dengan cara menerapkan pelapisan pada hakekatnya adalah melindungi logam dari lingkungan sehingga pertukaran ion antara permukaan logam dengan sekeliling lingkungan dapat dikendalikan.

Proses pelapisan logam dengan krom keras (*hardchrome*) yang bertujuan selain untuk melapisi sebagai dekoratif juga melapisi permukaan logam dengan lebih kuat, sesuai dengan kegunaannya di dunia engineering. Teknik lapis listrik *nickel*, *hard chrome* dan *nickel-hard-chrome* merupakan salah satu teknik *surface treatment* bahan, baik untuk bahan konduktor maupun non konduktor. Selain sifat dekoratif, keuntungan teknik *surface treatment* juga bisa meningkatkan kekerasan, ketahanan aus, dan ketahanan korosi (Huang dkk, 2000).

Besi cor kelabu dipilih karena mempunyai kekerasan dan ketahanan aus yang tinggi dibanding logam AISI 410, (Merlo, 2003). Proses pelapisan dilakukan pada logam besi cor kelabu yang mempunyai kekuatan tegangan yang rendah dibandingkan dengan jenis besi cor yang lain. Hal ini karena bentuk mikrostrukturnya berupa grafit yang meruncing diujungnya sehingga dapat menyebabkan konsentrasi tegangan pada daerah tersebut. Salah satu sifat yang paling efektif dari besi cor kelabu adalah kemampuan meredam energi getaran dibandingkan baja.

Penelitian tentang lapisan *hard-chrome* pada baja St 60 telah dilakukan oleh (Suarsana, 2006), dengan memvariasi tegangan listrik (4, 6, dan 8 Volt) dan waktu (30, 45, 60 menit). Hasil pengamatan menyimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan listrik yang digunakan dan semakin lama waktu pelapisan tebal lapisan yang terjadi akan semakin meningkat. Tebal lapisan tertinggi 89,37  $\mu\text{m}$  diperoleh pada tegangan 8 Volt, dengan waktu pelapisan 60 menit, sedang tebal lapisan terendah 20,18  $\mu\text{m}$ , diperoleh pada tegangan 4 Volt dengan waktu pelapisan 30 menit.

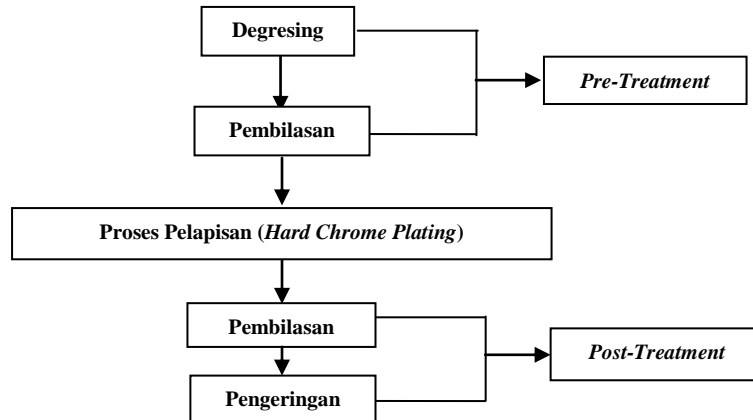
Hasil penelitian lain yang dilakukan Barbato dkk (2008) menunjukkan bahwa akibat peningkatan suhu larutan pada proses *hard-chromium* baja 1045, menggunakan rapat arus konstan sebesar 1 A/in<sup>2</sup> dan temperatur larutan 30-60 0C, akan terjadi peningkatan nilai kekerasan permukaan dari 550 BHN–700 BHN dan akan terjadi penurunan ukuran butir dari endapan *chromium*.

Huang dkk (2000) mengamati pengaruh variasi kecepatan putar elektroda (200, 500, 1000 , 2000 rpm) dan rapat arus (30, 40,50 dan 60 A/dm<sup>2</sup>) pada pelapisan *hard-chromium* baja (Cr-Mo) terhadap besar efisiensi transportasi ion *chromium* pada katoda. Hasil pengamatan menyimpulkan, bahwa efisiensi transportasi ion *chromium* pada katoda baru terjadi pada putaran diatas 200 rpm, rapat arus pada 400 A/dm<sup>2</sup>. Transportasi ion Cr akan

semakin meningkat dengan bertambahnya rapat arus dan kecepatan putar elektroda, sebaliknya difusi hidrogen pada permukaan katoda akan semakin berkurang.

## METODOLOGI

Penelitian hard chrome yang dilakukan mengikuti langkah pada gambar 1



**Gambar 1.** Alur Proses Elektroplating

### Proses Perlakuan Awal (*Pre treatment*)

- Degresing*, merupakan proses menghilangkan karat dan cat dari permukaan benda kerja dan digunakan untuk menghasilkan permukaan benda kerja yang akan dilapisi bebas minyak. Lapisan oksida benda kerja akan terkikis sehingga akan mudah mereduksi chrom. Larutan yang dipakai ialah (NaOH 35 gram) + (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 25 gram), pada proses ini benda kerja dicelupkan dalam larutan selama ±5-10 menit dengan suhu 80°C.
- Pembilasan, digunakan untuk menetralkan sisa larutan yang menempel pada permukaan setelah dilakukan proses pickling asam. Pada proses ini benda kerja dicelupkan pada air murni (*aquades*).

### Proses Pelapisan *Hard Chrome*

Digunakan larutan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 150 ml, dengan kuat arus 1 Ampere, jarak anoda katoda 15 cm. Proses pelapisan dilakukan berdasarkan variasi waktu yang berbeda yaitu 40", 50", 60", 70", 80". Membilas spesimen dengan air untuk menghilangkan sisa larutan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> selanjutnya dikeringkan. *Polishing*, dengan menggunakan alat poles yang bertujuan untuk mengkilapkan dan menghaluskan permukaan spesimen.

### Proses Perlakuan Akhir (*Post Treatment*)

- Pembilasan, digunakan untuk membersihkan sisa larutan yang menempel pada permukaan setelah dilakukan proses pelapisan, pada proses ini benda kerja dibilas dengan aquades.

b. Pengeringan, digunakan untuk mengeringkan benda kerja yang telah dibilas, pengeringan ini dapat dilakukan diruang terbuka atau dengan alat pemanas (*Air Dry Conditioner*).

Untuk menguji kekerasan logam digunakan pengujian kekerasan dengan micro vickers hardness, sedangkan untuk mengukur ketebalan menggunakan alat thickness meter menggunakan mikroskop *meiji clemex techno* dan *softwareinfinity analyze*.

Data variabel pada proses pelapisan hard chrome yang dilakukan ditabelkan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Data Voltage, Ampere, Waktu dan Temperatur Proses Elektroplating

No.	Material Dasar	Spesifikasi Material Dasar	Proses elektroplating			
			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Waktu (menit)	Temperatur (°C)
1	Besi Cor Kelabu	Bentuk kubus	3,9-4,1	1-1,1	40	40-55
2		10x10x10 mm	3,9-4,1	1-1,1	50	40-55
3		Luas permukaan 100mm <sup>2</sup>	3,9-4,1	1-1,1	60	40-55
4			3,9-4,1	1-1,1	70	40-55
5			3,9-4,1	1-1,1	80	40-55

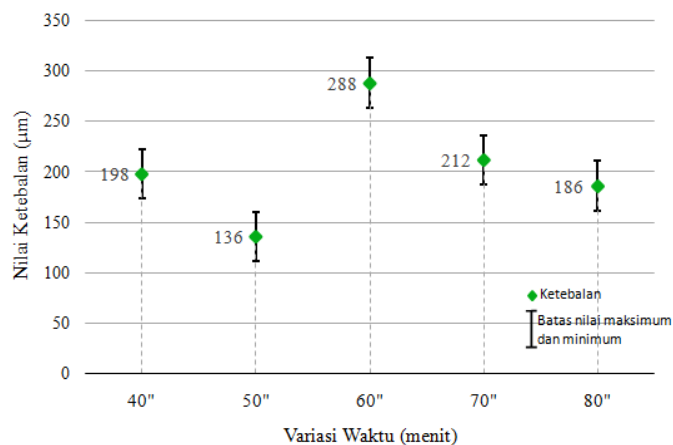
## HASIL PENELITIAN

Hasil perhitungan nilai kekerasan lapisan *hard chrome* dapat dilihat dari tabel 2.

**Tabel 2.** Data Hasil Pengujian Kekerasan Lapisan *Hard Chrome*

No.	Variasi Waktu (menit)	Nilai Kekerasan (VHN)
1	40	748,94
2	50	706,16
3	60	872,14
4	70	839,84
5	80	761,22

Jika dibuat kurva sebaran nilai kekerasan dapat dilihat pada gambar 2.



## **Gambar 2.** Sebaran Nilai Kekerasan Pada Variasi Waktu

Perubahan kenaikan nilai kekerasan pada setiap variasi waktu yang diberikan menunjukkan perubahan yang fluktuatif, yaitu dimulai dari variasi waktu dengan lama 40 menit nilai kekerasan 748,94 VHN kemudian turun pada menit ke 50 menjadi 706,16 VHN. Pada menit ke 50 lapisan mengalami mengelupasan dan lapisan tidak merata dan kasar, ini terbentuk akibat dari proses preparasi spesimen sebelum pelapisan yang kurang bersih sehingga menyisakan kotoran dan mengakibatkan *covering power* yang kurang maksimal dan cacat pada lapisan.

Pada menit ke 60 adalah nilai kekerasan yang paling baik dan paling tinggi dari semua nilai kekerasan pada semua varian yaitu dengan nilai 872,14 VHN, hal ini terindikasi adanya kecocokan atau kesesuaian antara besar arus listrik yang mengalir ( $I$ ) dengan lama proses pelapisan ( $t$ ) sehingga hasil pada kekerasan lebih maksimal dan lebih baik dari pada nilai kekerasan yang ada pada variasi waktu lain. Faktor lain yang mengakibatkan variasi waktu 60 menit memiliki nilai kekerasan yang maksimal karena terbentuknya endapan hidrogen, yang masuk secara intertisi pada struktur logam kromium yang menyebabkan distorsi kisi. Sehingga tegangan dalam lapisan kromium menjadi naik, karena adanya peningkatan tegangan, maka akan menyebabkan terhambatnya gerakan dislokasi menyebabkan kekerasan meningkat.

Faktor lain yang menyebabkan kekerasan maksimal salah satunya adalah besar dimensi spesimen yang diuji dalam hal ini  $100 \text{ mm}^2$  telah sesuai dengan kebutuhan rapat arus dan temperatur yang dibutuhkan sehingga variasi pada waktu 60 menit menjadi variasi waktu yang sesuai (ideal) dan maksimal untuk proses pelapisan. Ini mengindikasikan bahwa semakin lama proses pencelupan spesimen maka semakin tebal dan semakin keras hasil dari lapisan yang diperoleh, meskipun dari data pengujian yang diperoleh nilai kekerasan tidak terlalu linier kenaikannya dari mulai variasi waktu yang terendah hingga yang tertinggi. Namun, secara garis trending nilai kekerasan keseluruhan mengalami kenaikan yang cukup signifikan.

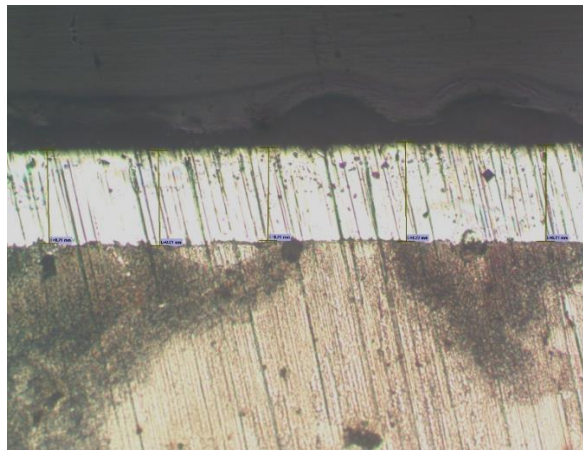
Pada variasi waktu ke empat dengan variasi waktu 70 menit yang memiliki nilai kekerasan 839,84 VHN pada varian ini terjadi penurunan nilai kekerasan diikuti varian waktu yang terakhir yaitu yang ke lima pada 80 menit yang memiliki nilai 757,48 VHN membuat hasil kekerasan yang telah diuji semakin menunjukkan grafik penurunan.

Jika berpedoman pada Hukum Faraday yang menyatakan salah satunya adalah “Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisa

sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit.” Hal ini meskipun variasi waktu proses pelapisan semakin lama, belum tentu menghasilkan ion yang terbentuk pada spesimen semakin banyak atau bisa dikatakan semakin tebal sehingga menyebabkan kekerasan semakin tinggi, indikasi ini muncul karena walaupun lama proses pelapisan semakin lama tetapi proses terbentuknya endapan pada spesimen menjadi lebih lambat dan berkurang karena besarnya rapat arus yang mengalir sama saja dengan variasi waktu yang lainnya yaitu  $100 \text{ A/dm}^2$ , sehingga reaksi reduksi menjadi kurang kuat dalam menghasilkan deposit karena kuat arus yang mengalir kurang besar menyebabkan endapan yang terbentuk kurang terikat menjadi berguguran.

Bila kuat arus yang mengalir semakin besar dan waktu pelapisan terlalu lama maka hal ini juga tidak menjadikan lapisan menjadi lebih tebal dan kekerasan semakin tinggi, bahkan sama sebaliknya. Hasil lapisan menghitam dan ion-ion yang terbentuk menjadi deposit menjadi berkurang, lapisan menjadi kasar dan bisa menyebabkan terjadinya porositas

Pengujian ketebalan dilakukan pada foto struktur mikro pada gambar 4.



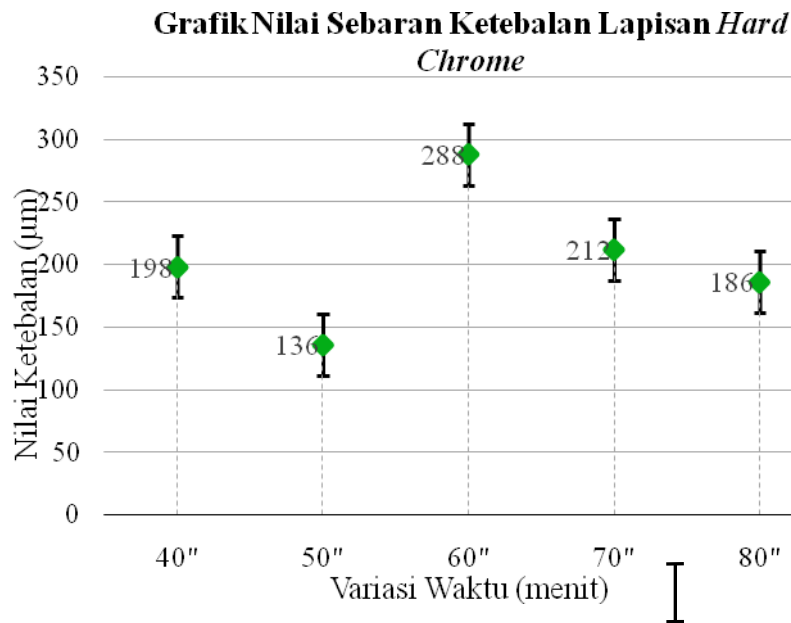
**Gambar 3.** Hasil pengujian ketebalan lapisan *hard chrome*

Hasil pengukuran ketebalan lapisan *hard chrome* bisa ditabelkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Data Hasil Pengujian Ketebalan Lapisan *Hard Chrome*

No. Spesimen	Variasi Waktu	Nilai Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )
1	40 Menit	198
2	50 Menit	136
3	60 Menit	288
4	70 Menit	212
5	80 Menit	186

Data ketebalan lapisan ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Sebaran Nilai Ketebalan Lapisan Pada Variasi Waktu

Dari grafik diatas menunjukkan adanya perubahan kenaikan ketebalan rata-rata yang secara keseluruhan cukup signifikan namun, jika dilihat pada tiap varian menunjukkan adanya perubahan yang sebanding dengan nilai kekerasan pada. Diawali dengan nilai ketebalan rata-rata pada varian yang pertama yaitu 198 μm ini menunjukkan awal yang begitu baik karena proses pelapisan dialiri dengan rapat arus listrik sebesar 100 A/dm<sup>2</sup>, kemudian jika melihat pada varian yang kedua menunjukkan nilai rata-rata penurunan yaitu 136 μm yang sama halnya dengan nilai kekerasan pada varian yang kedua sama-sama menunjukkan penurunan, ini dikarenakan terjadi karena proses persiapan permukaan yang kurang baik, dan pada cairan elektrolit juga memungkinkan adanya logam-logam berat seperti besi dan mangan sebagai pengotor menimbulkan cacat-cacat pada permukaan antara lain kekasaran (*roughness*), porous, gores (*streakness*), noda-noda hitam (*staining*), warna yang suram (*iridescence*) atau mengkristal, modular dan keropos.

Pada varian 50 menit bisa dilihat secara visual masalah yang terjadi dari hasil proses pelapisan *hard chrome* yang menyebabkan spesimen kurang terlapis dengan baik, terjadi pula lapisan yang terkelupas

Pada varian yang ketiga dengan lama waktu 60 menit, ini menunjukkan hasil yang positif dan menjadikan ketebalan rata-rata yang paling besar yaitu 288 μm dari semua ketebalan lapisan yang diujikan, ini pula yang menunjukkan bahwa adanya persamaan antara ketebalan dan kekerasan, seperti pada nilai kekerasan juga memiliki nilai yang paling tinggi dari nilai kekerasan yang lainnya, dan semakin lama proses pelapisan maka semakin banyak pula deposit yang terbentuk sehingga menyebabkan ketebalan semakin bertambah.

Pada posisi ke empat dan kelima masing-masing 70 dan 80 menit menunjukkan penurunan yang semakin lama semakin menurun ini terlihat pada nilai ketebalan ke empat adalah 212  $\mu\text{m}$  dan yang ke lima 186  $\mu\text{m}$ . Hal ini dikarenakan pada waktu 70 menit meskipun waktu pelapisan lebih lama tetapi rapat arus listrik yang mengalir sama saja dengan yang lainnya sama-sama 100  $\text{A}/\text{dm}^2$  dan membuat proses pengendapan kurang mengikat dengan kuat, karena nilai arus listrik yang konstan (tetap) dari semua variasi waktu. Sehingga menyebabkan endapan tidak bisa terjadi dengan maksimal bahkan terjadi pula ion-ion yang sudah mengendap kembali berjatuh dan berguguran sehingga endapan tidak berjalan dengan maksimal. Fenomena tersebut terjadi karena salah satunya disebabkan oleh sudah jenuhnya larutan elektrolit dan terjadi pula kontaminasi pada larutan elektrolit sehingga pada proses pelapisan kurang maksimal pengikat ion-ion elektrolit menjadi deposit

**Tabel 4.** Nilai Ketebalan dan Kekerasan Pada Berbagai Variasi Waktu

No. Spesimen	Variasi Waktu	Nilai Ketebalan Rata-rata ( $\mu\text{m}$ )	Nilai Kekerasan Rata-rata (VHN)
1	40 menit	198	748,94
2	50 menit	136	706,16
3	60 menit	288	872,14
4	70 menit	212	839,84
5	80 menit	186	761,22

Hal ini menunjukkan adanya keterkaitan antara ketebalan dengan kekerasan jika kita lihat pada tabel diatas nilai maksimum untuk ketebalan rata-rata dan kekerasan rata-rata ada pada variasi waktu 60 menit yaitu dengan nilai ketebalan 288  $\mu\text{m}$  dan kekerasan 872,14 VHN dan begitupun nilai yang terkecil ada pada variasi waktu kedua yaitu 50 menit dengan nilai ketebalan 136  $\mu\text{m}$  dan kekerasan 706,16 VHN.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan:

1. Terjadinya pengaruh variasi waktu proses pelapisan *hard chrome* pada kekerasan dan ketebalan lapisan, yang mengalami perubahan kenaikan cukup signifikan pada masing-masing variasi waktu.
2. Nilai ketebalan dan kekerasan maksimum terjadi pada variasi waktu ketiga dengan lama waktu 60 menit yaitu masing-masing dengan nilai ketebalan rata-rata 288  $\mu\text{m}$  dan nilai kekerasan rata-rata 872,14 VHN. Nilai ketebalan dan kekerasan minimum terjadi pada menit ke 50 dengan nilai ketebalan rata-rata 136  $\mu\text{m}$  dan kekerasan rata-rata 706,16 VHN.
3. Adanya keterkaitan antara ketebalan lapisan dengan kekerasan lapisan, yang menunjukkan nilai kekerasan berbanding lurus dengan naik ataupun turunnya ketebalan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Barbato, S.R., Ponce, J.F., Jara, M.V., Cuevas, J.S, Egana, R.A., 2008, “ *Study Of The Effect Of Temperature On The Hardness, Grain Size, And Yield In Electrodeposition Of Chromium On 1045 Steel* “, Journal Of The Chilean Chemical Society, Vol 53, N.1. pp
- Huang, C.A, Tu, G.C., Liao,M.C., Kao, Y.L., 2000, “*Hard Chromium Plating On Cold Swaged Cr-Mo Steel Using Rotating Cylinder Electrode*” Journal Of Materials Science Letters 19, 1357 – 1359.
- Jones, D.A., 1991, “*Principlels and prevention of Corrosion*”, Mc Millan Publishing Company, New York.
- Merlo, A.M., 2003, “*The Contribution Of Surface Engineering To The Product Performance In The Automotive Industry*”, Journal surface and Coatings Technology, Elsevier, 174-175, pp 21-26.
- Suarsana, K .I., 2008,”*Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan*”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Volume 2, No.1.
- Callister, William D. (2007). Material Science and Engineering. United States of Amerika.
- Sukrawan,Y., 2001, “*Variasi Rapat Arus Dalam Proses Pelapisan Khromium Keras Pada Cincin Torak*”, Torsi, Volume 1, No 2, 24 – 36.