

Pengaruh variasi tegangan listrik terhadap ketebalan dan kuat lekat pada baja karbon rendah dengan proses elektroplating

Ahmad Zainuri¹, Asroni^{2*}, Sulis Dri Handono³

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

*Corresponding author: as.roni@aol.com

Abstract

Electroplating is the process of depositing metal ions by means of electroplating metal layers so that they are not easily corroded. Steel is a metal alloy between Iron (Fe) and Carbon (C), where iron is the basic element and carbon is the main alloying element. The research used ST-41 plate steel, sulfuric acid solution and the anode distance was set at 5 cm. The purpose of this coating research is to form a surface with different properties or dimensions from the base metal. The occurrence of deposits in the process is due to the presence of ions in the electrolyte which will settle at the cathode, the electrochemical process will undergo oxidation and reduction reactions. This research method uses coating voltage variations of 7.5 Volts, 8.5 Volts, and 9.5 Volts and then tests the thickness and adhesive strength. The results of this study showed that the coating stress was 7.5 minutes with an average thickness of 0.121 mm, the average adhesive strength value was 23.33 MPa, the coating voltage was 8.5 Volts with an average thickness of 0.139 mm, the average adhesive strength value was 25.06 MPa, coating of 9.5 Volts with an average thickness of 0.148 mm with an average adhesive strength of 26.27 MPa.

Keywords: Steel, coating time, electroplating, thickness test, adhesive strength test.

Abstrak

Elektroplating adalah proses penengndapan ion-ion logam dengan cara elektro lapisan logam yang diplating agar tidak mudah korosi. Baja merupakan logam paduan antara Besi (Fe) dan Karbon (C), dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya,. Adapun dari penelitian menggunakan bahan baja plat ST-41, larutan asam sulfat dan jarak anoda yang ditetapkan 5 cm. Tujuan penelitian pelapisan ini untuk membentuk permukaan dengan sifat atau dimensi yang berbeda dengan logam dasarnya. Terjadinya endapan pada proses disebabkan adanya ion-ion pada elektrolit tersebut akan mengendap pada katoda, proses elektrokimia akan mengalami reaksi oksidasi dan reduksi. Metode penelitian ini menggunakan variasi tegangan pelapisan 7,5 Volt, 8,5 Volt, dan 9,5 Volt kemudian dilakukan pengujian ketebalan dan kuat lekat. Hasil penelitian ini didapatkan hasil tegangan pelapisan 7,5 menit dengan ketebalan rata rata 0,121 mm rata rata nilai kuat lekat 23,33 MPa, tegangan pelapisan 8,5 Volt dengan ketebalan rata rata 0,139 mm rata rata nilai kuat lekat 25,06 MPa, tegangan pelapisan 9,5 volt dengan ketebalan rata rata 0,148 mm rata rata nilai kuat lekat 26,27 MPa.

Kata kunci : Baja, waktu pelapisan, elektroplating, uji ketebalan, uji kuat lekat.

Pendahuluan

Proses pelapisan dengan elektroplating dilakukan dengan

mengalirkan arus pada rangkaian dua elektroda dalam media larutan elektrolit (*plating bath*). Dalam elektroplating konvensional, arus mengalir dari anoda

menuju arah katoda melalui elektrolit, karena proses lapis listrik reaksi diharapkan berjalan terus menuju arah tertentu secara tetap, maka hal yang paling penting dalam melakukan proses ini adalah mengoperasikan proses dengan arus searah, dimana kedua elektroda terendam dalam elektrolit cair. Suatu proses lapis listrik memerlukan larutan elektrolit yang merupakan media proses langsung. Larutan elektro logam yang mengandung ion-ion positif. Dimana saat proses ini terjadi akan melibatkan reaksi oksidasi dan reduksi pada elektroda dan akan menghasilkan lapisan endapan karena perbedaan katub elektroda [1].

Elektroplating merupakan suatu proses dengan metode pengendapan zat *ion-ion* logam pada suatu logam dasar melalui proses elektrokimia supaya logam dasar akan terlapis oleh logam pelapis. Untuk pelapisan logam menggunakan elektroplating juga menjelaskan bahwa pelapisan logam terdapat berbagai logam tertentu sebagai pelapis. Proses elektroplating melindungi logam dasar dengan menggunakan logam-logam tertentu sebagai pelapis dan pelindung, misalnya nikel, krom, tembaga, seng dan sebagainya [2].

Tinjauan Pustaka

A. Pelapisan Logam

Secara umum pada saat ini pelapisan logam tidak lagi asing di dunia industri, bahkan sampai masyarakat di Kota Metro juga telah mengetahui pelapisan logam khususnya pelapisan yang menggunakan listrik atau elektroplating, karena pelapisan yang menggunakan proses elektroplating dinilai sangat efektif untuk melapisi logam dengan logam yang digunakan untuk dunia industri maupun rumahan yang menggunakan pelapisan logam secara elektroplating serta diperlukan untuk memperindah logam itu sendiri, baik logam yang dilapisi krom, tembaga, dan lain sebagainya, pada umumnya pelapisan logam sudah lazim menggunakan istilah vernikel, verkrom, dan sebagainya. Pelapisan nikel,

tembaga, khrom, memang sudah populer [3].

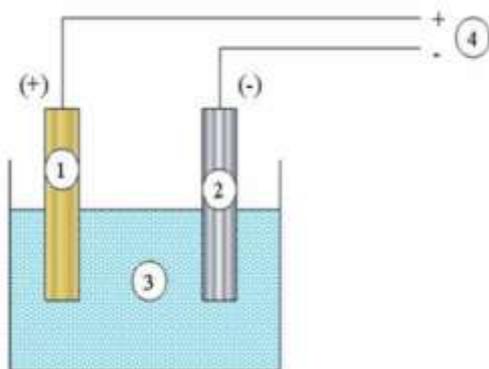
Beberapa pelapisan-pelapisan logam dengan logam atau juga bisa disebut dengan proses elektroplating merupakan salah satu yang tergolong proses *metalurgi* yang umumnya terdapat adanya proses kimia di dalamnya. Pengelompokkan beberapa pelapisan logam yaitu, logam dengan logam secara listrik, logam dengan logam tanpa proses listrik dan logam dengan bahan oksida tanpa bantuan listrik [4].

B. Elektroplating

Elektroplating yaitu gabungan dari dua kata dasar yaitu *elektro* dan *plating* atau listrik dan pelapis yang berarti bahwa dalam suatu pelapisan yang disebut elektroplating adalah suatu pelapisan dimana pelapisan itu menggunakan listrik untuk merekatkan atau menempelkan secara permanen antara bahan perekat dan perekatnya, dengan terdapatnya arus listrik DC maka logam akan mengalami perubahan kimia, secara fisik logam itu salah satunya akan ada yang melepaskan *ion-ion* dan sebaliknya ada yang akan mengikat ion-ion yang terlepas akibat adanya energi listrik. Proses elektroplating adalah proses lapisan menggunakan prinsip pengendapan logam dengan cara elektrokimia [5]. Elektroplating adalah salah satu inovasi pelapisan logam di era globalisasi ini karena walaupun sudah banyak dilakukan atau sering terdengar di masyarakat umum khususnya di Kota Metro, elektroplating masih digunakan sebagai idola untuk pelapisan antara logam dengan logam untuk memperindah suatu logam yang lebih menarik, tahan lama serta mengandung unsur keindahan yang memiliki kualitas modern dan tangguh. Di masyarakat umum, elektroplating yang dikenal sebagai finishing logam ialah vernikel dan verkrom, hasil barang garapannya pun lebih indah, memikat, berkilau dan lebih awet” [6].

C. Dasar Dasar Pelaksanaan Elektroplating

Hasil dari proses elektroplating akan menghasilkan bentuk *estetika* pada logam yang dilapisi, diantaranya bentuk-bentuk yang bervariasi dan juga pada warnanya yang akan lebih menarik, plating juga bertujuan mengurangi kontak secara langsung serta meningkatkan dan menambah nilai *konduktifitas* di permukaan luar yang bisa juga dikatakan dengan daya pantul. Sebelum logam dilakukan proses pelapisan menggunakan elektroplating pada logam aslinya atau logam dasarnya, permukaan logam asli atau logam dasa juga diupayakan untuk menerima adanya lapisan baru. Upaya seperti ini nantinya akan bertujuan untuk meningkatkan daya kuat rekat dan mengikat antara logam asli dengan lapisannya. Permukaan logam dasar bisa dikatakan ideal apabila permukaan itu seluruhnya mengandung struktur atom logam tersebut tanpa ada stuktur logam asing lainnya. Proses ini meliputi terjadinya *abrasi* secara mekanik yang saat dilakukan untuk *inert* yang besar dan juga kasar, pembersihan dengan cara mencuci ini berguna untuk menghilangkan kotoran seperti debu-debu, lemak-lemak dan minyak-minyak supaya menjadi lebih bersih, selain dengan cara dicuci penggunaan larutan alkali juga dapat menghilangkan nilai oksidasinya. Secara prinsip proses elektroplating mencakup empat hal yaitu pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan [7].



Gambar 1. Skema pelaksanaan pelapisan logam secara (elektroplating) [7]

Keterangan :

1. Anoda Bahan Pelapis
2. Katoda (Bahan Yang Dilapisi)
3. Elektrolit
4. Sumber Arus Searah.

Masing-masing *elektroda* dialiri sumber arus listrik DC yang dinamakan dengan kutub positif sebagai anoda sedangkan kutub negatif dinamakan dengan katoda. Proses *elektrokimia* akan mengalami reaksi *oksidasi* dan *reduksi* atau reaksi *redoks*. Prinsip dasar elektroplating ini dari pelapsian logam atau *plating* secara bantuan arus listrik DC ini yaitu posisi ion-ion logam yang akan ditambah elektron pada logam yang ingin dilapisi, yang mana nantinya ion-ion logam tersebut akan didapat dari elektroda anoda dan larutan elektrolit yang digunakan. “Arus listrik DC mengalir maka elektron akan dialirkan melalui elektroda yang bermuatan positif atau juga bisa disebut anoda menuju elektroda negatif atau katoda dan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit maka akan menghasilkan logam yang melapisi permukaan logam yang lain yang dilapisi [7].

Material utama yang dapat di pakai seperti Baja karbon rendah, baja karbon sedangn Serta Baja Karbon Tinggi (HCS) [2].

D. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Elektroplating

a. Suhu

Suhu juga berpengaruh untuk menemukan jalannya reaksi dan melindungi pelapisan ketika proses elektroplating. Kestabilan suhu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jarak antara anoda dan katoda, ketahanan, serta besar kecilnya arus listrik yang dialirkan.

b. Kerapatan Arus Listrik

semakin kerapatan arus listrik yang dialirkan tinggi maka akan sangat baik juga ketika proses elektroplating ini dilakukan karena ketika arus tinggi

ketebalan lapisan juga semakin cepat untuk pencapaiannya.

c. Variasi

Variasi selain untuk menambah nilai keragaman yang berbeda-beda namun variasi juga harus disesuaikan, variasi terdiri dari beberapa macam, yaitu jarak katoda dan anoda serta arus yang dialirkan tidak sesuai dengan rancangan. Variasi yang tidak sesuai mungkin akan merusak hasil rancangan, variasi sebaiknya disesuaikan dengan rancangan dan tidak keluar dari rancangan sebelumnya.

d. Konduktifitas

Konduktivitas larutan *elektrolit* tergantung pada konsentrasi *ion* yang besar.

e. Nilai Ph

Tinggi rendahnya nilai keasaman (pH) juga merupakan faktor penting dalam mengetahui larutan elektroplating.

f. Pasivitas

kejadian inisiering dijumpai pada logam yang mengalami oksidasi yang menyebabkan korosi, dimana logam yang teroksidasi menjadi terkorosi, juga bisa disebut lapisan yang pasif. Bila hal ini terjadi pada anoda, maka ion-ion logam pelapis terus mengurung bahkan habis terkikis, sehingga akan mengganggu proses elektroplating.

g. Waktu pelapisan

Waktu pencelupan pelapisan secara elektroplating sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan yang dihasilkan.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dan praktekkan sesuai dengan konsep dan dilakukan secara langsung di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.

Alat :

- Meja Elektroplating
- Wadah Elektroplating
- Power Suplay
- Multimeter
- Micrometer

- Gerindra
- Amplas
- PosiTest AT-M Adhesion untuk menguji kerekatan bahan uji.

Bahan :

- Baja Plat ST41
- Logam Nikel
- NiSO₄
- Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄)
- Kabel
- Aqua Dest

Prosedur-prosedur penelitian yang akan dilaksanakan dalam rangka pelaksanaannya terbagi beberapa tahap diantaranya:

Persiapan Penelitian

- Mempersiapkan wadah penampung sebagai media elektroplating
- Mempersiapkan bahan-bahan uji dari logam Nikel (anoda) dan baja karbon rendah (katoda),
- Mempersiapkan larutan elektrolit Asam Sulfat(H₂SO₄).
- Pembuatan bahan uji baja karbon rendah dan logam nikel lalu, memotong dengan ukuran tinggi 70 mm, lebar 25 mm, tebal 20 mm.
- Membersihkan dan menghaluskan permukaan bahan uji menggunakan gerinda, amplas, dan kain lap.
- Mengukur ketebalan bahan uji gunanya untuk mengetahui ketebalan sebelum pengujian dilakukan.
- Merendam atau mencelupkan bahan uji dengan menggunakan larutan air bersih
- Mengeringkan bahan uji dengan cara membiarkan bahan uji kering dengan sendirinya.
- Menghubungkan baja karbon rendah (katoda) pada arus listrik negatif.
- Menghubungkan logam nikel (anoda) pada arus listrik positif.

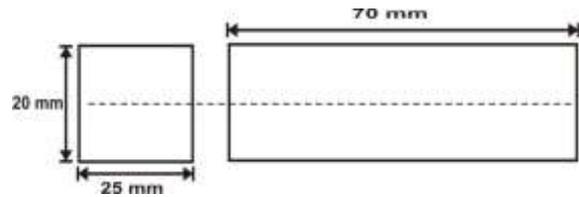
Proses Pelapisan (Elektroplating)

- Menyiapkan wadah elektrolit untuk proses elektroplating

- b) Merangkai kabel-kabel yang akan dihubungkan antara katoda dan sumber daya listrik DC di sumbu positif
- c) Merangkai kabel-kabel yang akan dihubungkan antara katoda dan sumber daya listrik DC di sumbu negatif
- d) Menyusun susunan katoda dan anoda sesuai ukuran yang telah diatur dalam wadah.
- e) Menyiapkan larutan elektrolit 20 ml asam sulfat (H_2SO_4), 800gr nikel sulfat ($NiSO_4$) serta 2 liter aquades dan aduk hingga larutan tercampur dan merata.
- f) Memasukkan elektrolit ke dalam wadah sampai katoda dan anoda terendam secara baik.
- g) Mengatur jarak katoda dan anoda serta tegangan listrik DC yang telah disesuaikan.
- h) Menghubungkan multimeter pada saat tertentu ketika ingin melakukan atau memulai proses elektroplating.
- i) Melakukan pengujian ketebalan dan kerekatan pada bahan uji sebelum proses elektroplating dilakukan.
- j) Menghidupkan daya listrik dan hubungkan ke power supply ke katoda (-) dan anoda (+)
- k) Mencatat waktu akan memulai perendaman dan setelah perendaman proses elektroplating saat daya listrik dihubungkan.
- l) Mengangkat bahan uji pada waktu yang telah ditentukan.
- m) Membersihkan bahan uji dengan menggunakan air bersih secara mengalir dan kemudian dikeringkan.
- n) Melakukan pengujian ketebalan dan kerekatan pada bahan uji setelah proses elektroplating dilakukan.

Pengukuran Ketebalan Bahan Uji

Pengukuran ketebalan lapisan bahan, alat yang digunakan adalah alat ukur micrometer.



Gambar 2. Ukuran Bahan Uji.

Adapun langkah-langkah pengukuran tebal lapisan adalah sebagai berikut:

- a) Mengukur ketebalan sebelum dan sesudah proses elektroplating dilakukan, bahan uji dari masing-masing sisi.
- b) Setelah mendapatkan ukuran, kemudian dilakukan perhitungan perbandingan antara sebelum dan sesudah proses elektroplating. Maka akan didapat nilai ketebalan pada lapisan dari proses elektroplating.
- c) Mencatat hasil-hasil pengukuran yang telah dilakukan baik sebelum maupun sesudah proses pelapisan berlangsung.
- d) Mengukur beberapa bahan uji dengan metode yang sama

Pengukuran Kuat Rekat Bahan Uji

Pengujian kerekatan lapisan hasil proses elektroplating ini dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Metro dengan menggunakan alat uji posi Test AT-M Adhesion Tester. Adapun langkah-langkah pengukuran kerekatan lapisan adalah sebagai berikut:

- a) Benda kerja ditempelkan atau direkatkan pada bahan uji menggunakan *glue* atau lem *poxy* lalu dibiarkan mengering selama 12 jam.
- b) Membersihkan bahan uji dari sisa-sisa lem pada samping alat penarik dengan menggunakan alat *cutting tool* yang berbentuk lingkaran dan tajam.
- c) Melakukan proses pengujian *pull-off* dengan memasukkan tuas penarik ke dalam alat penarik yang terhubung dengan alat indikator digital tekanan. Kemudian mulai proses penarikan sampai lapisan *coating* terangkat.
- d) Mencatat hasil pengujian kuat rekat yang telah dilakukan.

- e) Menguji bahan uji dengan metode yang sama.

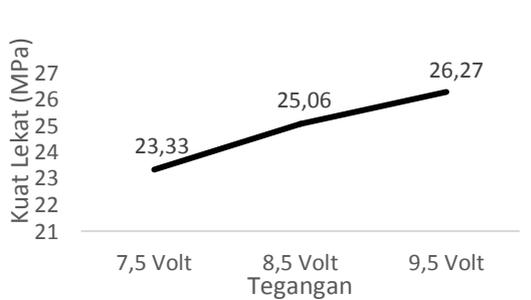
Hasil dan Pembahasan

Pada proses pengujian ini telah diperoleh data dengan menguji ketebalan menggunakan *Vernier Caliper* (jangka sorong) dan menguji kuat lekat. Hasil pengujian yang telah didapat dimasukkan ke dalam tabel dan grafik, untuk dibandingkan dan diambil kesimpulan sehingga dapat diketahui variabel mana yang lebih optimal. Berdasarkan hasil dari pengujian didapatkan hasil rata – rata ketebalan dan kuat lekat dari proses elektroplating didapatkan dari hasil:

Tabel 1. Hasil rata-rata nilai variasi

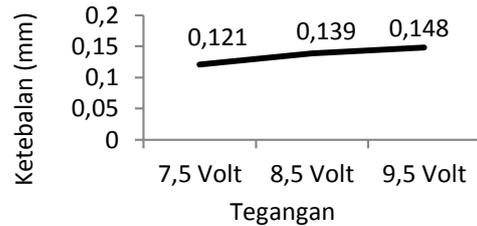
NO	Bahan Uji	Tegangan (Volt)	Waktu	Nilai Kuat Lekat (MPa)	Ketebalan (mm)
1	I	7,5	30	23,33	0,121
2	II	8,5	30	25,06	0,139
3	III	9,5	30	26,27	0,148

Dari data yang dianalisa pada tabel diperoleh sehingga dapat dibuat grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik pengujian kuat lekat

Dari grafik diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian kuat lekat dari variasi tegangan 7,5 Volt, 8,5 Volt, dan 9,5 dapat disimpulkan bahwa dari pengujian kuat lekat yang mendapat nilai yang terbaik yaitu pada tegangan 9,5 Volt yaitu terdapat nilai 26,27 Mpa.



Gambar 4. Grafik pengujian ketebalan

Dari grafik pengujian ketebalan dapat dijelaskan dari variasi tegangan 7,5 Volt, 8,5 Volt, dan 9,5 Volt dapat dilihat dari grafik nilai ketebalan yang terbaik terdapat pada tegangan 9,5 Volt dengan nilai 0,148 mm.

Pembahasan

Dari analisa Gambar 3 dan 4, dapat disimpulkan hasil dari garafik masing-masing data pengujian ketebalan dan kuat lekat mempunyai hasil dari pengujian kuat lekat yang paling tinggi adalah spesimen dengan tegangan 9,5 Volt yaitu dengan rata-rata nilai 26,27 MPa dan sedangkan nilai yang paling rendah ada pada spesimen dengan tegangan 7,5 Volt dengan nilai 23,33 MPa.

Sedangkan dari pengujian ketebalan didapatkan hasil ketebalan paling tinggi adalah spesimen dengan tegangan 9,5 Volt yaitu dengan hasil 0,148 mm dari nilai rata-rata tersebut, sedangkan nilai yang paling rendah terdapat pada hasil tegangan 7,5 Volt 0,121 mm dari nilai rata-rata pada grafik pengujian ketebalan.

Setelah didapatkan hasil dari nilai-nilai tersebut dapat disimpulkan dengan batasan nilai variasi yang telah ditentukan nilai kuat lekat berbanding lurus dengan lama variasi tegangan, maka semakin kuat tegangan arus listrik maka akan semakin tinggi nilai kuat lekatnya, begitu juga dengan ketebalan berbanding lurus dengan lama variasi tegangan listrik maka semaking besar tegangan listrik maka semakin tebal pelapisannya.

Kesimpulan

Dari variasi pengujian elektroplating tentang ketebalan yang paling terbaik ditemukan pada tegangan 9,5 Volt dengan nilai kuat lekat 0,148 mm, sedangkan nilai yang paling rendah terdapat pada tegangan 7,5 Volt dengan nilai 0,121 mm.

Dari variasi pengujian elektroplating tentang kuat lekat yang terbaik ditemukan pada tegangan 9,5 Volt dengan nilai kuat lekat sangat tinggi yaitu 26,27 MPa, sedangkan nilai yang paling rendah terdapat pada tegangan 7,5 Volt dengan nilai 23,33 MPa.

Referensi

- [1] Budiyanto, E., Setiawan, D. A., Supriadi, H., & Ridhuan, K. (2017). Pengaruh jarak anoda-katoda pada proses elektroplating tembaga terhadap ketebalan lapisan dan efisiensi katoda baja AISI 1020. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1)..
- [2] Paridawati, 2013. *Analisa Besar Pengaruh Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Chrome Pada Pelat Baja Dengan Proses Elektroplating*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol.1, No.1 Februari 2013 Universitas Islam 45, Bekasi.
- [3] Dermawan, Arif Surya dkk, 2015, *Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Elektroplating Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom*, Dinamika Teknik Mesin, Volume 5 No. 2 Juli 2015, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- [4] Mubin, ahmad 2001, *Uji Pemanfaatan Teknologi Elektroplating Pada Produk Pandai Besi Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Dan Daya Saing*, Optimum Vol. 2. No. 1. 2001, hal 01-09, Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Malang..
- [5] Cahyono, Darmalia dan Tjahjanti, 2016 *Analisa Produk Elektroplating As Sepeda Motor Dari Home Industri Di Pasuruan*, SenasPro 17-18 Oktober 2016, Universitas Muhammadiyah Malang
- [6] Sutomo, Senen, Rahmat, 2010. *Pengaruh Arus Dan Waktu Pada Pelapisan Nikel Dengan Elektroplating Untuk Bentuk Plat*. Program Diploma III Teknik Mesin, Vol. 6 No. 02. 2010 Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [7] Suarsana, I Ketut 2008, *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan*, Jurnal Teknik Mesin CAKRAM Vol.2 No.1.Juni 2008 (48-60), Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali.