

Electroplating Chrome Baja ST 37 Dengan Perubahan Tegangan Listrik 6v, 10v, Dan 12v Terhadap Kekerasan Dan Ketebalan

Ikmal Hilm¹, Sutarno²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Kampus Sekaran, Gunung Pati, Semarang, 50229, Indonesia

ikmalharies95@gmail.com

Abstrak— Besi mudah mengoreksi korosi yang mengurangi kebutuhan kualitas logam ditingkatkan. Electroplating adalah proses menetap ion logam pada elektroda (katoda) dengan cara elektrolisis karena perbedaan potensial arus listrik. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan: Kerapatan arus, Waktu, Suhu, Konsentrasi larutan elektrolisis. Tegangan yang digunakan dalam elektroplating bisa bervariasi antara 6 volt, 10 volt, dan 12 volt sedangkan ampere yang berbanding lurus, kecil atau besar dengan tegangan permukaan benda kerja. Baja ST 37 mendapatkan perlakuan chrome electroplating dengan perubahan tegangan 6V, 10V, dan 12V. Kemudian hasil chrome electroplating akan menemukan nilai kekerasan permukaan dengan menggunakan uji Vickers, setelah itu berdasarkan pada rumus teoritis ketebalan lapisan chrome dihitung dan dibandingkan dengan hasil aktual dari ketebalan menggunakan tes (SEM). Dalam 6V elektroplating pengobatan krom, berat deposisi adalah 0,004 gram, nilai kekerasan adalah 771VHN, dan ketebalan lapisan krom adalah 0,17 m. elektroplating krom pada tegangan 10V memiliki berat pengendapan 0,014 gram, nilai kekerasan 838.4VHN, dan ketebalan lapisan krom dari 0,7 um. Tegangan 12V memiliki berat lumpur menurut perhitungan 0,025 gram. memiliki nilai kekerasan 858,2 VHN dan hasil SEM menguji ketebalan hingga 1,3 μ m dalam kondisi ini kekerasan tertinggi karena lapisan permukaan krom dalam spesimen semakin berat dan ketebalan lapisan krom meningkat.

Kata kunci— Proses elektroplating, kekerasan, ketebalan lapisan.

Abstract— Iron easily corrects corrosion which reduces metal quality needs to be improved. Electroplating is the process of settling metal ions at the electrodes (cathode) by means of electrolysis due to the difference in electric current potential. Factors affecting electroplating results: Current density, Time, Temperature, Concentration of the electrolyzed solution. The voltage used in electroplating can be varied between 6 volts, 10 volts, and 12 volts while the amperes are directly proportional, small or large with the voltage. workpiece surface. ST 37 steel gets electroplating chrome treatment with 6V, 10V, and 12V voltage changes. Then the results of electroplating chrome will find the surface roughness value by using the Vickers test, after that based on the theoretical formula the thickness of the chrome layer is calculated and compared with the actual results of the thickness using the test (SEM). In the 6V electroplating chrome treatment, the deposition weight was 0.004 gram, the hardness value was 771VHN, and the thickness of the chrome layer was 0.17 um. electroplating chrome at a voltage of 10V has a deposition weight of 0.014 grams, a hardness value of 838.4VHN, and a thickness of the chrome layer of 0.7 μ m. 12V voltage has a sludge weight according to calculations of 0.025 grams. has a hardness value of 858.2 VHN and the results of SEM testing the thickness to 1.3 μ m under these conditions the highest hardness due to the chrome surface layer in the specimen is getting heavier and the chrome layer thickness is increasing.

Keywords— Electroplating process, hardness, layer thickness.

I. PENDAHULUAN

Besi mudah mengalami korosi yang mengurangi kualitas logam maka perlu ada usaha peningkatan kualitas logam. Proses electroplating merupakan salah satu proses untuk logam bersifat tahan korosi, keras, dan dekoratif.

Electroplating dalam usaha peningkatan kualitas logam sangat berkembang pesat, kerena sesuai dengan permintaan customer yang puas terhadap hasil lapisan. Logam yang awalnya berkarat, berminyak, dan banyak noda akan

dibersihkan dengan larutan HCL atau disabun setelah itu material dipoles dan dikasih batu ijo supaya mengkilap sebelum diplenopating. Agar dihasilkan lapisan chrome yang baik dan sempurna maka perlu pelapisan dasar yaitu plating dengan nickel kemudian tahap proses akhir menggunakan larutan chrome. Bahkan untuk saat ini tidak hanya material pengantar listrik saja yang bisa dilapisi oleh chrome, jenis kayu dan plastik juga bisa dilapisi oleh unsur chrome dengan cara memberikan tembaga spray sehingga material yang awalnya

bersifat isolator menjadi konduktor yang disebut etching dalam ilmu pelapisan logam.

II. KAJIAN PUSTAKA

Electroplating adalah proses pengendapan ion-ion logam pada electrode (katoda) dengan cara electrolysis akibat beda potensial arus listrik. Faktor yang mempengaruhi hasil elektroplating: Rapat arus, Waktu, Temperatur, Konsentrasi larutan electrolysis. Tegangan yang digunakan dalam electroplating dapat divariabelkan antara 6 Volt, 10 Volt, dan 12 Volt sedang amperennya berbanding lurus kecil atau besar dengan tegangannya, Semakin besar tegangan yang dipakai, maka akan meningkatkan rapat arus listrik sehingga ion-ion *chrome* semakin tebal yang mengendap pada permukaan benda kerja.

A. Hukum Ohm

Untuk mengetahui arus listrik yang dibutuhkan dapat dicari dengan menggunakan Hukum Ohm yang dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Dimana:

I = Arus yang mengalir (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

R = Tahanan (Ohm)

Dengan menaikkan tegangan, arus yang mengalir juga akan bertambah, yang terbaca pada ampermeter yang terpasang pada rangkaian. Pada umumnya lapis listrik membutuhkan tegangan sebesar 6–12 Volt dan untuk rapat arus tergantung pada proses yang akan dilakukan.

B. Rapat Arus (Hukum Faraday)

Rapat arus adalah arus total yang mengalir melalui sel menghasilkan perhitungan jumlah logam yang diendapkan secara keseluruhan. Rapat arus dapat dicari dari arus yang mengalir dibagi oleh permukaan permukaan spesimen.

$$j = \frac{I}{A_0} \quad (2)$$

Dimana: j = Rapat arus (A/dm^2),

I = Arus listrik (A)

A_0 = Luas Penampang (dm^2)

III. BERAT ENDAPAN LAPISAN ELECTROPLATING

Ketebalan rata-rata akan tergantung kepada berat total logam yang diendapkan dan luas permukaan dimana endapan tersebut menyebar. Yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$W = \frac{I \cdot t \cdot A}{z \cdot F} \quad (3)$$

Berdasarkan buku saku electroplating.

dimana :

W = Berat endapan (gram),

I = Arus listrik (Ampere)

t = Waktu proses (menit),

A = Berat atom

z = Valensi

F = Bilangan faraday 96.500 coulomb

Harga A untuk logam-logam tertentu: Ni = 19,0. Cr = 52. Zn = 14,3. Ag = 6,2. Dari rumus di atas dapat dicari volume pelapisan dinyatakan dengan rumus :

$$V = \frac{W}{\rho} \quad (4)$$

Dimana:

W = Berat (gram),

V = Volume (dm^3)

ρ = Berat Jenis (gram/ dm^3)

Ketebalan lapisan

ketebalan lapisan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\# = \frac{V}{L} \quad (5)$$

Dimana:

$\#$ = Tebal lapisan (μm)

V = Volume (dm^3)

L = Luas (dm^2)

Sehingga perhitungan tebal lapisan electroplating adalah

$$\# = \frac{J \cdot t \cdot A \cdot \text{Eff. } 6000000}{\rho \cdot z \cdot F}$$

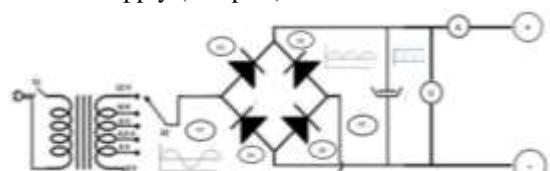
dimana :

$\#$ = Tebal lapisan (μm)

J = Rapat arus listrik (A/dm^2)

Eff = 15%

DC Power Supply (Adaptor)



Gambar 1. Rangkaian Power Supply

Transformator atau disingkat dengan trafo yang digunakan untuk DC power supply adalah transformer jenis step-down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik sesuai dengan kebutuhan komponen elektronik yang terdapat pada rangkaian adaptor (DC power supply). Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik yang terdiri dari 2 bagian utama yang berbentuk lilitan yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder. Lilitan primer merupakan input dari transformator sedangkan output dari transformator masih berbentuk arus bolak-balik (arus AC) yang harus diproses selanjutnya.

Rectifier atau penyearah gelombang adalah rangkaian elektronik dalam power supply yang berfungsi untuk mengubah gelombang AC menjadi gelombang DC setelah tegangannya diturunkan oleh transformator step-down.

Rangkaian rectifier biasanya terdiri dari komponen diode. Seperti yang kita lihat pada gambar diatas, keempat Dioda yang diberi label D1, D2, D3 dan D4 disusun secara “seri berpasangan” dengan hanya dua dioda saja yang melewatkannya arus satu sisi sinyal atau arus setengah siklus gelombang (*half cycle*). Pada saat sisi sinyal positif (+) diberikan ke Input-1 dan sinyal negatif (-) diberikan ke Input-2 Dioda bridge, rangkaian internal D1 dan D2 akan berada dalam kondisi Forward Bias sehingga melewatkannya sinyal positif tersebut, sedangkan D3 dan D4 akan berada dalam kondisi Reverse Bias yang menghambat sinyal sisi negatifnya. Kemudian pada saat sinyal berubah menjadi sinyal negatif (-) yang diberikan ke Input-1 dan sinyal positif (+) ke Input-2 Dioda bridge maka D3 dan D4 akan berubah juga menjadi kondisi Forward Bias yang melewatkannya sedangkan D1 dan D2-nya menjadi reverse bias yang menghambat sinyal sisi negatifnya.

Hasil dari penyearah gelombang penuh. Kemudian arus yang sudah menjadi arus searah akan melewati komponen kapasitor yang berfungsi sebagai filter. Filter digunakan untuk meratakan sinyal arus searah keluar dari rectifier. Pada sinyal positif dan negatif dipasang volt meter untuk mengetahui tegangan yang bekerja serta salah satu sinyal dipasang amper meter untuk mengetahui berapa arus listrik yang mengalir pada penghantar.

C. KEKERASAN LOGAM

Angka kekerasan *vickers* (*VHN/Vickers Hardness Number*), secara teori didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan (Djaprie, 1987:334). Luas ini dihitung dari pengukuran mikroskop optik panjang diagonal jejak.

VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$VHN = \frac{1,8544 \cdot P}{d^2}$$

dimana :

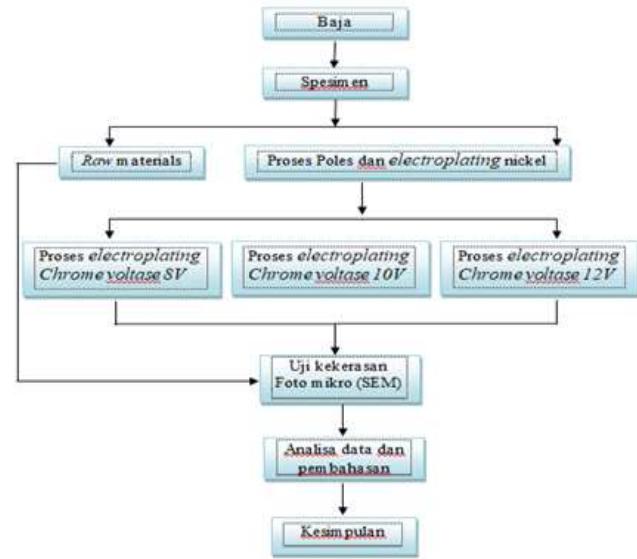
VHN = Nilai Kekerasan Vickers.

P = Beban yang diterapkan (N).

D = Diagonal indentasi (μm).

III. METODE PENELITIAN

Alur penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN

A. HASIL

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Penampang Spesimen} \\
 A_0 &= 2((pxl)+(pxt)+(lxt)) \\
 &= 2((0,5 \times 0,4) + (0,5 \times 0,26) + (0,4 \times 0,26)) \\
 &= 2(0,2234) \\
 &= 0,4468 \text{ dm}^2
 \end{aligned}$$

1) Arus Listrik

Arus listrik yang dihasilkan ketika penelitian electroplating chrome dengan perubahan tegangan dapat dilihat dalam Tabel I.

TABEL I. NILAI ARUS LISTRIK

Nilai Arus Listrik	Tegangan		
	6V	9V	12V
Amper	20	80	140
Jumlah Spesimen	5	5	6

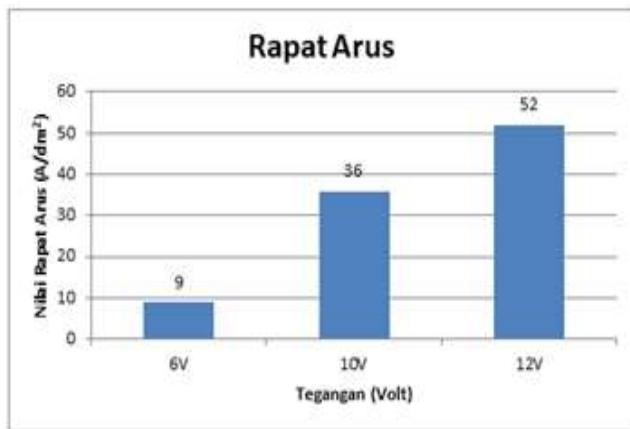
Data yang diperoleh dalam electroplating chrome menunjukkan bahwa skala ukur volt meter dan amper meter dapat membuktikan teori Hukum Ohm.

2) Rapat Arus Listrik

TABEL II. NILAI RAPAT ARUS

Nilai Rapat Arus	Rapat Arus		
	6V	9V	12V
A/dm^2	9	36	52
Arus Listrik	20	80	140

Hasil perhitungan rapat arus yang dihasilkan, diperoleh diagram batang hubungan antara perubah tegangan *electroplating chrome* terhadap luas penampang spesimen, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rapat Arus

Dari perhitungan diatas peneliti mendapat data untuk perhitungan electroplating chrome yang ditabulasi dalam tabel sebagai analisis berat endapan, kekerasan dan ketebalan pada lapisan chrome.

TABEL III. DATA BESARAN ELECTROPLATING CHROME

Besaran	Perubah Tegangan		
	6V	9V	12V
Berat Atom	20	80	140
Massa Jenis	5	5	6
Valensi	6	6	6
Effisiensi	15%	15%	15%
Faraday	96500	96500	96500
Waktu Pencelupan	2 menit	2 menit	2 menit
Rapat arus Listrik	9 A/dm ²	36 A/dm ²	52 A/dm ²

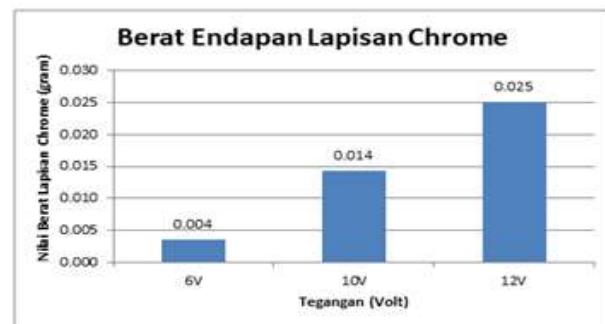
3) Berat Endapan Lapisan Chrome

Hasil dari perhitungan berat endapan lapisan chrome dapat dilihat melalui Tabel IV.

TABEL IV. NILAI BERAT ENDAPAN

Nilai Endapan	Berat	Rapat Arus		
		Tegangan 6V	Tegangan 9V	Tegangan 12V
W(gram)		0,004	0,014	0,025

Gambar Perubah tegangan electroplating chrome terhadap berat endapan.



Gambar 4. Nilai Berat Endapan

Perhitungan berat endapan lapisan chrome menunjukkan bahwa semakin besar tegangan yang dipakai akan lebih banyak ion larutan chrome yang terlepas dari anoda untuk mengendap ke spesimen yang dihubungkan pada katoda sehingga menambah berat spesimen.

4) Kekerasan

Nilai kekerasan vickers baja ST 37 kelompok raw materials dan electroplating chrome dengan perubah tegangan dapat dilihat pada Tabel V. sebagai berikut:

TABEL V. NILAI RERATA PENGUJIAN KEKERASAN VICKERS

Kekerasan Vickers (VHN)	Raw Material	Spesimen Tegangan		
		6V	9V	12V
Newton	287,8	765,1	853,1	867,7
Newton	281,8	758,7	818,5	869,7
Newton	285,6	789,3	843,5	837,4
Rata-rata (N)	285,1	771	838,4	858,2

Data hasil perhitungan kekerasan dibuat diagram batang hubungan antara perubah tegangan electroplating chrome terhadap kekerasan.



Gambar 5. Nilai Rerata Kekerasan

Pada Gambar 5. tersebut menunjukkan hubungan antara perubah tegangan terhadap kekerasan, dimana nilai untuk kekerasan raw material lebih rendah kekerasannya, dibandingkan dengan yang mengalami perlakuan. Raw material memiliki nilai kekerasan 285,1. Kekerasan raw material tersebut digunakan sebagai nilai pembanding dimana dalam Gambar 5. hubungan pengaruh electroplating chrome terhadap kekerasan vickers dengan perubah

tegangan terlihat bahwa tegangan mempengaruhi kekerasan permukaan, dimana nilai tertinggi dihasilkan dari perlakuan electroplating chrome dengan tegangan 12V pada Arus listrik 140 Ampere dengan waktu pencelupan 2 menit dihasilkan nilai kekerasan 858,2 VHN.

Nilai kekerasan perlakuan electroplating chrome pada tegangan 6V menghasilkan Arus listrik 20 Ampere dengan waktu pencelupan 2 menit dihasilkan nilai kekerasan yang lebih keras dibandingkan dengan raw material 771 VHN lebih keras 170,5% dari kekerasan raw material. Hasil penelitian yang menghasilkan data sebagai dasar perhitungan nilai kekerasan menunjukkan bahwa ada kenaikan nilai kekerasan yang besar dari raw material seiring dengan tegangan yang digunakan dalam penelitian.

Begini juga dengan tegangan 10V menghasilkan arus listrik 80 ampere dengan waktu pencelupan 2 menit memiliki nilai kekerasan yang lebih keras dibandingkan dengan raw material dan tegangan 6V yaitu 838,4 VHN lebih keras 194,1% dari kekerasan raw material. Spesimen yang awal permukaannya unsur ferit atau besi terlapis unsur chrome yang memiliki sifat mekanik keras.

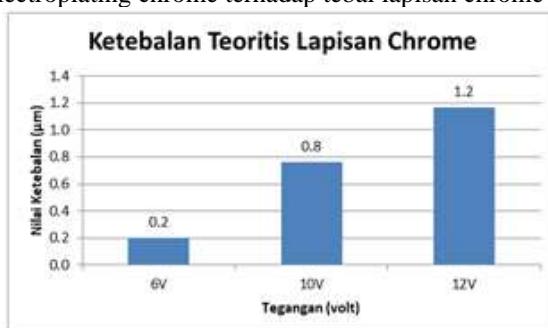
5) Ketebalan

Berdasarkan rumus ketebalan teoritis dapat dihitung berdasarkan tabel besaran electroplating chrome pada tabel diatas. Hasil ketebalan teoritis dapat dilihat pada Tabel VI. sebagai berikut:

TABEL VI. PERHITUNGAN KETEBALAN TEORITIS

Nilai Ketebalan µm	Ketebalan Teoritis Lapisan Chrome		
	Tegangan 6V	Tegangan 9V	Tegangan 12V
0,2	0,8	1,2	

Gambar hubungan antara perubah tegangan electroplating chrome terhadap tebal lapisan chrome



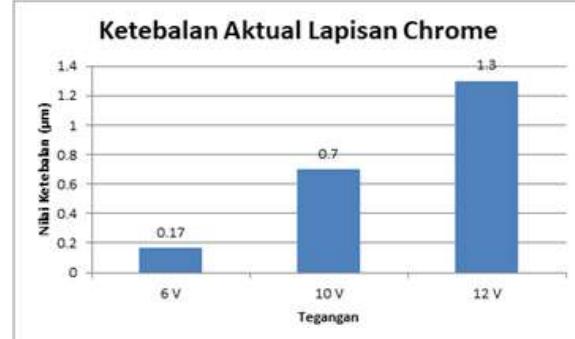
Gambar 6. Nilai Ketebalan Teoritis

Hasil ketebalan aktual dalam penelitian menggunakan uji SEM.

TABEL VII. KETEBALAN AKTUAL

Nilai Ketebalan µm	Ketebalan Aktual Lapisan Chrome		
	Tegangan 6V	Tegangan 9V	Tegangan 12V
0,17	0,7	1,3	

Data hasil perhitungan ketebalan aktual dirubah menjadi diagram batang pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai Ketebalan Aktual

Hubungan antara tegangan terhadap tebal lapisan menunjukkan bahwa semakin tinggi tegangan yang digunakan ketebalan lapisan chrome akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya tegangan maka Arus listrik yang mengalir semakin besar sehingga jumlah ion-ion akan semakin banyak, ion-ion akan semakin banyak yang terlepas dari larutan dan mengendap pada katoda atau benda kerja. Data hubungan ketebalan lapisan chrome teoritis dengan aktual disajikan dalam diagram garis pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Nilai Ketebalan Teoritis dan Aktual

Ada pengaruh besaran “Tegangan Listrik” terhadap ketebalan lapisan yang terbentuk pada permukaan spesimen, dengan mengamati hasil grafik diatas ketebalan setiap tegangan semakin meningkat, ketiga perubah tegangan yang digunakan, menunjukkan pola: 6V<10V<12V.

Penjelasan untuk hal ini adalah semakin besar tegangan pada perlakuan electroplating chrome, maka porsi akumulasi pergerakan elektron dan transfer material pada kedua elektroda juga akan semakin besar.

B. PEMBAHASAN

Data hasil perhitungan berat endapan yang dihasilkan akan dibandingkan terhadap data hasil tabulasi distribusi nilai kekerasan vickers dan ketebalan lapisan chrome dari spesimen material baja ST 37 kelompok perubah tegangan electroplating chrome. Hasil dari perhitungan berat endapan lapisan chrome untuk tegangan 6V dihasilkan nilai 0,004 gram. Ketika diuji nilai kekerasannya meningkat 170,5% dari raw materials sebesar 771VHN. Baja ST 37 bersifat keras dan tahan gores. Hasil penelitian pengujian SEM memiliki ketebalan 0,17 µm.

Pada perlakuan electroplating chrome tegangan 10V memiliki berat endapan sesuai perhitungan 0,014 gram. dengan kekerasan sebesar 838,4 VHN ketebalan menjadi 0,7 μm pada kondisi ini sifat kekerasan meningkat karena lapisan permukaan chrome pada spesimen semakin berat dan ketebalan lapisan chrome bertambah.

Pada perlakuan electroplating chrome tegangan 12V memiliki berat endapan sesuai perhitungan 0,025 gram. Hasil pengujian vickers nilai kekerasan sebesar 858,2 VHN dan hasil nilai pengujian SEM ketebalan menjadi 1,3 μm pada kondisi ini sifat kekerasan paling tinggi karena lapisan permukaan chrome pada spesimen semakin berat dan ketebalan lapisan chrome bertambah.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa perubahan tegangan akan meningkatkan kuat arus dan berbanding senilai terhadap berat endapan secara teoritis, hasil pengujian kekerasan vickers dan pengujian SEM pada tebal lapisan chrome.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sifat mekanik kekerasan logam fero yang dilapisi oleh unsur chrome dalam penelitian, membuktikan ada pengaruh tegangan dalam proses penelitian. Kekerasan logam berbanding lurus dengan perubahan tegangan, dimana tegangan semakin tinggi maka nilai kekerasannya semakin tinggi seiring dengan perubahan tegangan yang digunakan.
2. Data yang didapatkan dari penelitian electroplating chrome dicari nilai ketebalan teoritis dan data ketebalan aktual melalui uji SEM. Kita dapat melihat bahwa ada

pengaruh ketebalan yang didapatkan dengan perubahan tegangan 6V, 10V, dan 12V yang digunakan dalam setiap proses penelitian. Hal ini karena adanya ion larutan yang lepas dari anoda mengendap pada katoda spesimen.

B. Saran

Untuk menyempurnakan penelitian tentang pengaruh perubahan tegangan pada baja ST 37 terhadap ketebalan dan kekerasan. Perlu diteliti pengaruh parameter-parameter yang lain seperti jarak electrode, kekentalan larutan, pengaruh temperatur dan jenis larutan yang digunakan.

REFERENSI

- Abrianto Akuan, Ir., MT. 2001. Dasar-dasar proses electroplating. Teknik Metalurgi: UNJANI
- Djaprie, S. 1983. Teknologi Mekanik jilid I. Terjemahan dari Manufacturing Processes. Jakarta: Erlangga.
- , 1987. Metalurgi Mekanik. Terjemahan dari Mechanic Metallurgy. Jakarta: Erlangga.
- , 1990. Dasar Metalurgi untuk Rekayasa. Terjemahan dari Essential Metallurgy for Engineers. Jakarta: Erlangga.
- Indrawan satoto P. 2018. Electroplating chrome. Solo: Gramedia
- rving M. Gottlieb. 1998. Catu daya switching regulator Jakarta: PT Elex Media
- Schonmentz, A. 1985. Pengetahuan Bahan Dalam Pengrajan Logam. Bandung: Angkasa.
- Smallman, dan Bhisop. 2000, Metalurgi Fisik Modern & Rekayasa Material. Jakarta: Erlangga.
- Supardi, E. 1999. Pengujian Logam. Bandung: Angkasa.
- Surdia, T. dan Saito, S. 2000. Pengetahuan Bahan Teknik. Cetakan ke-5 Pradya Paramita Jakarta