

STUDI EKSPERIMENTAL TENTANG PENGARUH VARIASI RAPAT ARUS PADA *HARD CHROME ELECTROPLATING* TERHADAP KARAKTERISTIK PERMUKAAN BAJA KARBON RENDAH

Harnowo Supriadi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jln. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721)704947
E-mail : hsupriadi69@yahoo.com

Abstract

The objective of the research is to investigate the effect of hard chrome electroplating on low carbon steel surface characteristic.

This experimental research used low carbon steel as material that has been coated by hard chrome electroplating, chromium powder, and Pb alloy as cathode. The instrument for the research were rectifier, hardness testing machine LECO M-400-H1, optical microscope and digital camera. This research had been performed by making variation of current ((15 A/dm², 30 A/dm², 45 A/dm² and 60 A/dm²).

The result of this research shows that the maximum hardness of low carbon steel after coated by hard chrome electroplating was 576,50 VHN, when hard chrome electroplating had been performed on current 45 A/dm². Beside that, on the same current (45 A/dm²) also gained maximum chrome layer (38,65 μm).

Keywords: *low carbon steel, hard chrome electroplating, hardness, deep of coated.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Baja karbon rendah adalah salah satu bahan yang terdiri dari unsur besi dan karbon sebagai unsur utama dan unsur pendukung (Si, P, S dan Mn). Kadar karbon yang rendah menyebabkan kekuatannya rendah, perpanjangan (*elongation*) yang tinggi dan kemampuan lentur serta kemampuan las yang baik⁽¹⁾. Baja karbon rendah banyak digunakan untuk bahan roda gigi, mur, baut, rangka kendaraan dan sebagainya. Luasnya penggunaan baja karbon rendah, pada akhirnya diikuti oleh suatu upaya atau suatu perlakuan (*treatment*) untuk meningkatkan kualitas bahan tersebut, baik dari tinjauan mekanis, fisis maupun dari sisi dekoratif. Salah satu metode perlakuan permukaan (*surface treatment*) yang bisa digunakan iuntuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus adalah metode elektroplating. Proses elektroplating bertujuan untuk memperbaiki kualitas

permukaan logam dengan cara melapiskan logam lain pada logam induk yang akan diperbaiki kualitasnya. *Hard chrom electroplating* dapat digunakan untuk meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus suatu bahan, termasuk baja karbon rendah. Penggunaan *hard chrome electroplating* berkembang pada saat ini, seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan material berkekuatan tinggi⁽²⁾. Penelitian tentang *hard chrome electroplating* pernah dilakukan oleh Novita⁽²⁾, pada tahun 2000. Dari hasil penelitiannya diketahui bahwa telah terjadi peningkatan nilai kekerasan baja karbon medium dari 195 KHN menjadi 765 KHN, saat *hard chrome electroplating* dilakukan pada rapat arus 30 A/dm², temperatur proses (68-70)^oC dan lama pelapisan 60 menit. Pada bagian lain Umami⁽³⁾ juga telah melakukan penelitian tentang pengaruh waktu *hard chrome electroplating* terhadap kekerasan dan ketebalan pada poros pengepres kain. Hasil penelitian Umami menunjukkan bahwa kekerasan maksimum yang dicapai adalah 460 VHN, saat

electroplating dilakukan selama 40 menit. Dengan metode elektroplating yang sama, menarik untruk dikaji tentang pengaruh *hard chrome electrpplating* terhadap karakteristik permukaan baja karbon rendah, ditinjau dari nilai kekerasan dan ketebalan lapisan

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian eksperimental ini adalah untuk mengetahui pengaruh rapat arus pada *hard chrome electroplating* terhadap karakteristik permukaan baja karbon rendah yang ditinjau dari kekerasan permukaan, dan ketebalan lapisan.

Ruang lingkup penelitian *hard chrome electroplating* pada baja karbon rendah dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Bahan pelapis yang digunakan adalah Chromium (Cr)
2. Variabel peubah yang digunakan adalah rapat arus (15 A/dm^2 , 30 A/dm^2 , 45 A/dm^2 dan 60 A/dm^2), sedangkan variabel konstan adalah waktu (60 menit) dan temperatur ($68-70$) $^{\circ}\text{C}$.

LANDASAN TEORI

Elektroplating didefinisikan sebagai perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit, sehingga ion logam mengendap pada benda padat konduktif membentuk lapisan logam. Pengendapan terjadi pada benda kerja yang berlaku sebagai katoda. Lapisan logam yang mengendap disebut juga deposit.⁽⁴⁾

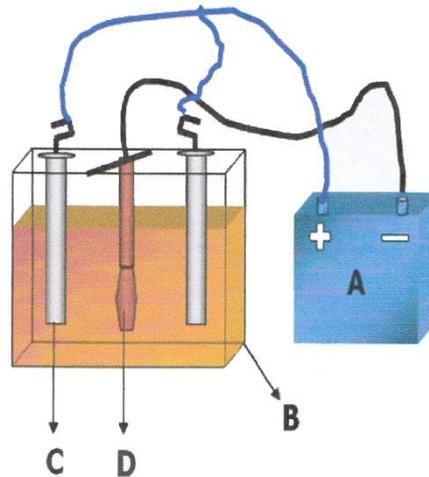
Berbagai macam aspek tujuan dari elektroplating adalah :

- Menambah kekerasan dan ketahanan aus logam
- Untuk mencegah timbulnya korosi
- Menambah ketebalan logam
- Memberikan tampilan yang lebih menarik (dekoratif)

Prinsip Kerja Elektroplating

Prinsip kerja dari proses elektroplating dapat dilihat pada gambar 1, yang menjelaskan tentang proses

elektroplating suatu logam menggunakan elektrolit yang mengandung senyawa logam.



Gambar 1. Proses Elektroplating

Keterangan : A. Rectifier
B. Bak Proses
C. Anoda
D. Katoda (benda kerja)

Sumber arus listrik searah dihubungkan dengan dua buah elektroda yaitu elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif (katoda) dan elektroda positif (anoda). Benda yang akan dilapisi harus bersifat konduktif atau menghantarkan arus listrik dan berfungsi sebagai katoda. Proses pelapisan pada benda kerja dilakukan pada suatu elektrolit yang mengandung senyawa logam. Ion logam (M^{n+}) dalam elektrolit yang bermuatan positif menuju benda kerja sebagai katoda yang bermuatan negatif, sehingga ion logam akan tereduksi menjadi logam M dan mengendap di katoda membentuk lapisan logam (deposit), menurut reaksi :



Ion logam dalam elektrolit yang telah tereduksi dan menempel di katoda, posisinya diganti oleh anoda logam yang teroksidasi dan larut dalam elektrolit atau dari penambahan larutan senyawa logam.

Pada anoda terjadi oksidasi, menurut reaksi :



Apabila proses elektroplating berjalan seimbang, maka konsentrasi elektrolit akan tetap, anoda makin lama makin berkurang dan terjadi pengendapan logam yang melapisi katoda sebagai benda kerja.

Kekerasan adalah sifat bahan berupa ketahanan bahan terhadap indentasi atau deformasi plastis, yang pengukurannya dapat dilakukan secara mikro maupun makro. Pengujian mikro diperuntukkan untuk pengujian kekerasan bahann hasil pelapisan tipis. Uji kekerasan Vickers menggunakan indenter piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Angka kekerasan Vickers (VHN) didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan jejak. Angka kekerasan Vickers (VHN) dapat ditentukan dari persamaan⁽⁵⁾ :

$$VHN = 1,854 P/D^2 \quad (3)$$

Dengan P = beban indenter (gf)

D = diagonal rata-rata (µm)

$D = (d1 + d2)/2$

d1 dan d2 adalah panjang diagonal jejak (µm)

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah baja karbon rendah sebagai bahan yang akan dilapisi dan Chromium berbentuk serbuk warna merah. Serbuk chromium ini dilarutkan dalam aqua DM dengan konsentrasi 236 gr/liter. Anoda yang dipakai adalah timah hitam paduan (Pb alloy). Sedangkan alat-alat penelitian yang digunakan adalah : Rectifier (alat yang dibutuhkan untuk menghasilkan arus dan tegangan searah (DC), bak elektroplating (untuk tempat larutan), gelas ukur (untuk menakar bahan kimia cair), tang ampere (alat ukur arus), thermometer, stopwatch untuk mengukur waktu proses, micro hardness testing machine LECO M-400-H1, mikroskop optik dan kamera digital.

Cara Penelitian

Preparasi sampel merupakan langkah awal persiapan spesimen uji, dengan cara pembersihan spesimen uji secara

mekanis dan secara kimia agar didapatkan permukaan yang halus dan bersih dari kotoran, minyak, karat atau kerak. Preparasi permukaan spesimen uji dilakukan dalam tiga tahapan yaitu *pre cleaning*, *cleaning* dan aktivasi. *Precleaning* merupakan pembersihan pendahuluan untuk menghilangkan kotoran seperti kerak, geram, cat dan sebagainya dengan cara pengampelasan (*polishing*) dan *acid cleaning*. Proses *cleaning* dimaksudkan untuk membersihkan macam-macam pengotor seperti lemak, oli dan sebagainya. Proses *cleaning* dilakukan dengan cara *alkaline soak cleaning*. Tahap aktivasi bertujuan untuk menghilangkan lapisan yang ada di permukaan logam, yang bisa menghambat atau menjadi penghalang menempelnya lapisan pada permukaan benda kerja. Setelah tahapan, preparasi sampel, dilakukan proses *hard chrome electroplating*. Larutan yang dipakai adalah asam chromat 236 gr/lit, katalis HC 8 gr/lit dan aqua DM 1,8 liter. Setelah proses *hard chrome electroplating* selesai, baru diadakan pengujian karakteristik permukaan untuk mengetahui kekerasan dan ketebalan lapisan. Pengujian kekerasan menggunakan alat Micro Hardness Testing Machine LECO M-400 M1. Pengujian ketebalan lapisan menggunakan Micro Hardness Testing Machine LECO M-400 M1, mikroskop optik dan kamera digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Baja karbon rendah yang belum dilapisi dengan chrom mempunyai kekerasan sebesar 97,18 VHN. Sedangkan data hasil pengujian kekerasan pada baja karbon rendah yang sudah dilapisi dengan chrom ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data uji kekerasan

No.	Rapat Arus (A/dm ²)	Kekerasan (VHN)
1	15	213,55
2	30	407,47
3	45	576,50
4	60	414,95

Berdasarkan data pada tabel 1 diketahui bahwa proses *hard chrome electroplating* mampu meningkatkan nilai kekerasan baja karbon rendah, sebagaimana yang dinyatakan dalam tujuan umum dari elektroplating.

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya peningkatan nilai kekerasan adalah adanya tegangan dalam (*internal stress*) yang terdapat dalam endapan chromium dan besar butir dari endapan chromium yang dihasilkan.

Tegangan dalam disebabkan oleh kisi kristal yang tidak sesuai tempatnya, hidrogen yang terlarut dalam endapan serta dislokasi atom. Pada rapat arus yang lebih tinggi (60 A/dm^2), terjadi penurunan nilai kekerasan baja karbon rendah. Hal ini bisa dipahami, karena telah terjadi gelembung gas hidrogen yang terbentuk di seputar permukaan katoda.

Pada proses *hard chrom electroplating*, terjadi proses pengeluaran gas hidrogen. Semakin tinggi arus yang diberikan, maka semakin banyak gas hidrogen yang dihasilkan. Banyaknya gas hidrogen yang terbentuk, membuat banyak gelembung gas di sekitar katoda, sehingga menghalangi proses pengendapan kromium pada permukaan baja karbon rendah yang pada akhirnya membuat laju pengendapan chromium menjadi lambat. Dengan semakin terbatasnya atom chrome yang menempel pada permukaan baja karbon rendah, maka akan semakin sedikit pula kesempatan terbentuknya tegangan dalam.

Sebagaimana diketahui bahwa tegangan dalam yang disebabkan oleh penumpukan kisi kristal yang tidak sesuai serta adanya dislokasi atom chrome pada permukaan baja karbon rendah menjadi penyebab naiknya nilai kekerasan suatu bahan. Sehingga kalau kesempatan terbentuknya tegangan dalam menurun, maka akan menurun pula kesempatan untuk meningkatkan nilai kekerasan material, bila kekerasan ditinjau dari lemah kuatnya tegangan dalam yang tersedia.

Tabel 2. Ketebalan Lapisan Chromium pada Baja Karbon Rendah

No.	Rapat Arus (A/dm^2)	Tebal Lapisan (μm)
1	15	13,115
2	30	15,243
3	45	38,65
4	60	28,608

Dari data pada tabel 2, diketahui bahwa semakin tinggi rapat arus yang digunakan dalam proses *hard chrome electroplating*, maka ketebalan lapisan chromium semakin besar.

Kenaikan rapat arus sangat berpengaruh terhadap efisiensi arus, karena dengan naiknya rapat arus akan menambah polarisasi katoda yang akan menambah laju pengendapan chromium di permukaan katoda (baja karbon rendah). Faktor penyebab turunnya ketebalan lapisan chromium pada rapat arus 60 A/dm^2 adalah karena laju pengendapan chromium yang menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi rapat arus yang diberikan semakin banyak gas hidrogen yang terbentuk disekitar permukaan baja karbon rendah sehingga menghalangi ion chromium untuk mengendap di permukaan baja karbon rendah.

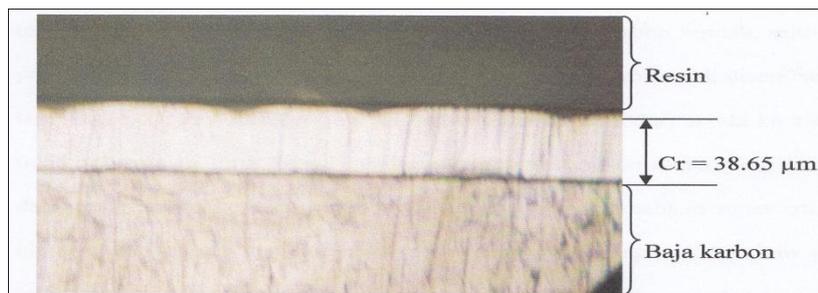
Untuk mengetahui karakteristik dan tebal lapisan chromium yang dihasilkan oleh proses *hard chrome electroplating* dapat dilihat pada gambar 3,4,5 dan 6.



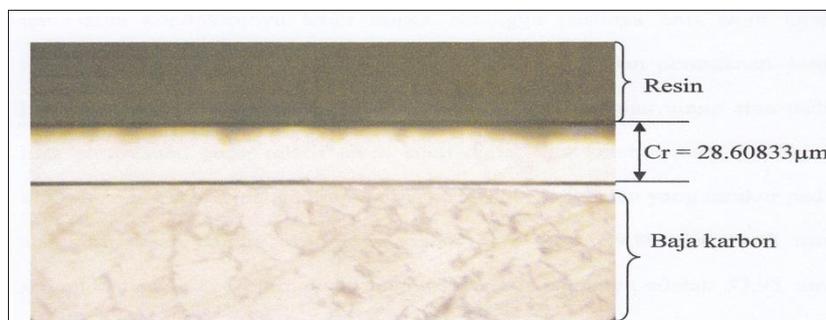
Gambar 3. Lapisan chromium pada rapat arus $15 A/dm^2$



Gambar 4. Lapisan Chrome pada rapat arus $30 A/dm^2$



Gambar 5. Lapisan Chrome pada rapat arus $45 A/dm^2$



Gambar 6. Lapisan Chrome pada rapat arus $60 A/dm^2$

Berdasarkan hasil pengamatan dengan alat bantu mikroskop optik dan kamera digital, dapat diketahui bahwa ketebalan lapisan chrome tidak rata atau seragam .
5 Lapisan chrom relatif lebih banyak menumpuk atau lebih tebal di bagian ujung yang lancip atau pada bagian permukaan dengan luas permukaan yang lebih kecil.

Hal ini disebabkan selama proses pengendapan chrome, arusnya tidak terdistribusi secara merata di seluruh permukaan baja karbon rendah, sehingga proses pengintian pertumbuhan endapan chrome terjadi di sebarang tempat (acak).

Pada sisi yang lain, lintasan arus dari anoda ke katoda tidak seluruhnya lurus tetapi cenderung melengkung terutama yang berasal dari ujung anoda ke ujung katoda. Keadaan ini menyebabkan rapat arus ke ujung-ujung katoda menjadi lebih besar sehingga endapan chrome yang terbentuk pada bagian ujung katoda cenderung lebih tebal.

SIMPULAN

1. Rapat arus pada proses *hard chrome electroplating* secara umum mampu meningkatkan kekerasan dan ketebalan lapisan pada baja karbon rendah.
2. Nilai kekerasan maksimal pada baja rendah hasil *hard chrome electroplating* adalah 576, 50 VHN, atau meningkat sebesar 493,23 % dibandingkan kekerasan baja karbon rendah yang tidak dielektroplating (97,18 VHN).
3. Ketebalan lapisan chrome maksimum adalah 38,65 μm , dicapai pada rapat arus 45 A/dm^2

40 DAFTAR PUSTAKA

1. Saito, S., Surdia, Tata, 1999, "Pengetahuan Bahan Teknik", Pradnya Paramita, Jakarta
2. Novita, Asti Ayulik, 2000, "Pengaruh Pelapisan Khromium Keras Terhadap Kekuatan Lelah Baja Karbon Medium, Skripsi, ITB, Bandung
3. Umami, Riza, 2004, "Pengaruh Kondisi Elektroplating Hard Krom Terhadap Kekerasan dan Ketebalan

Pada Poros Pengepres Kain, Skripsi, UPI Bandung, Bandung

4. Purwanto, Huda, Syamsul., 2005, "Teknologi Industri Elektroplating", Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang