

## PENGARUH DURASI HARD CROME TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON S45C

**Bambang Hari Priyambodo**

Program Studi Teknik Mesin  
Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta  
Email: bambang.hari.priyambodo@gmail.com

**Yulianto Kristiawan**

Program Studi Teknik Mesin  
Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta  
Email: eben3heazer@yahoo.com

### ABSTRAK

Baja karbon banyak digunakan untuk menjadi bahan dasar dari suatu komponen serta mempunyai banyak keunggulan. Namun demikian diperlukan peningkatan sifat fisis dan mekanis untuk memenuhi kebutuhan dalam penggunaannya. Salah satu cara meningkatkan sifat fisis dan mekanis tersebut dapat dilakukan dengan proses pelapisan dengan menggunakan metode *electroplating*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi durasi pelapisan *hard chrome* terhadap kekerasan permukaan baja karbon S45C dan perubahan struktur mikro yang terbentuk. Pelapisan dilakukan dalam larutan elektrolit dengan kandungan asam kromat ( $\text{CrO}_3$ ) 350 gr/l dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 1,2 ml/l. Anoda yang digunakan timah hitam (Pb) dan katoda baja S45C. Jarak antara anoda dan katoda yaitu 10 cm dengan tegangan 12 V. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin lama durasi pelapisan maka nilai kekerasannya semakin meningkat. Nilai kekerasan yang diperoleh dari baja S45C setelah dilakukan pelapisan *hard chrome* pada durasi pelapisan 30, 45 dan 60 menit yaitu 773,54 VHN, 865,8 VHN dan 980,2 VHN. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 980,2 VHN pada durasi 60 menit. Kekerasan spesimen S45C setelah dilapisi *hard chrome* mengalami peningkatan sekitar 389% atau sebesar 980,2 VHN. Lapisan *hard chrome* yang diamati pada struktur mikro terbentuk secara merata.

**Kata kunci:** *hard chrome, kekerasan, struktur mikro, S45C.*

### ABSTRACT

*Carbon steel is widely used as the basic material of a component and has many advantages. However, it is necessary to increase the physical and mechanical properties to meet the needs of its use. One way to improve these physical and mechanical properties can be done by a coating process using the electroplating method. This research aims to determine the effect of variations in the duration of hard chrome plating on the surface hardness of S45C carbon steel and changes in the microstructure formed. The coating was carried out in an electrolyte solution containing 350 gr / l chromic acid ( $\text{CrO}_3$ ) and 1.2 ml / l sulfuric acid ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). The anode used was lead (Pb) and steel cathode S45C. The distance between the anode and cathode is 10 cm with a voltage of 12 V. The results of this study indicate that the longer the coating duration, the higher the hardness value. The hardness values obtained from S45C steel after hard chrome plating at a coating duration of 30, 45 and 60 minutes were 773.54 VHN, 865.8 VHN, and 980.2 VHN. The highest hardness value was 980.2 VHN at 60 minutes duration. The hardness of S45C specimens after being coated with hard chrome increased by about 389% or 980.2 VHN. The hard chrome layer observed in the microstructure is formed evenly.*

## 1. PENDAHULUAN

Proses *electroplating* secara sederhana dapat diartikan sebagai proses pelapisan logam dengan bantuan arus listrik dan senyawa kimia tertentu, guna memindahkan partikel logam pelapis ke bahan yang akan dilapis [1]. Proses pelapisan logam termasuk ke dalam proses pengerjaan akhir (*metal finishing*). Logam pelapis yang dapat digunakan dalam proses *electroplating* salah satunya adalah *chrome*. Pelapisan *chrome* dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *chrome dekoratif* yang melalui beberapa macam pelapis terlebih dahulu, kemudian diakiri dengan pelapisan kromium dengan pelapisan tipis, dan *hard chrome* yaitu dengan sistem satu lapisan *chrome* keras yaitu dengan cara material dasar dihaluskan / dipolish terlebih dahulu kemudian langsung dilapisi dengan *chrome*. Pelapisan logam dengan metode *electroplating* ini semakin diminati oleh masyarakat dan industri karena prosesnya yang mudah, biaya yang relatif terjangkau serta bahan-bahan yang mudah terjangkau.

Pelapisan dilakukan pada baja karbon S45C dalam larutan elektrolit dengan kandungan asam kromat ( $\text{CrO}_3$ ) 350 gr/l dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 1,2 ml/l. Anoda yang digunakan timah hitam (Pb) dan katoda baja S45C [2]. Jarak antara anoda dan katoda yaitu 10 cm dengan tegangan 12 V [3],[4]. Durasi proses pelapisan dilakukan dengan variasi 30, 45, dan 60 menit. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *hardness Vickers* ASTM E92. Pengamatan struktur mikro dengan mikroskop optik pembesaran 500x.

Penelitian ini membahas pengaruh durasi proses *electroplating hard chrome* terhadap kekerasan dan struktur mikro yang terbentuk pada permukaan baja karbon S45C.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Spesimen

Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon S45C berbentuk batang bediameter 20 mm dengan tebal 100 mm. Permukaan dihaluskan dengan kertas amplas dibantu alat orbital sander dengan grade amplas 400, 600, 800, 1000, dan 2000. Setelah dihaluskan dengan amplas, selanjutnya spesimen difinishing menggunakan autosol metal polish untuk menghilangkan goresan dan membuat permukaan spesimen lebih halus. Bentuk specimen di tunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Spesimen

### 2.2. *Electroplating*

*Electroplating* adalah proses perlakuan permukaan yang berlangsung dalam larutan elektrolit. Aliran listrik dialirkan ke anoda dan katoda, dimana katoda adalah substrat yang berfungsi sebagai bahan pelapis permukaan material sedangkan anoda adalah material yang

dilapisi. Adanya penambahan perlakuan *electroplating* diharapkan dapat meningkatkan kekerasan permukaan bahan. Pelapisan dilakukan dalam larutan elektrolit dengan kandungan asam kromat ( $\text{CrO}_3$ ) 350 gr/l dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 1,2 ml/l. Anoda yang digunakan timah hitam (Pb) dan katoda baja S45C. Jarak antara anoda dan katoda yaitu 10 cm, tegangan 12 V, serta suhu larutan elektrolit  $50^\circ\text{C}$  [5],[6]. Proses *electroplating* di tunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Proses *electroplating*

### 2.3. Pengujian

Pengujian dengan spektrometer pada spesimen dilakukan terlebih dahulu untuk mengetahui komposisi kimia bahan yang digunakan untuk penelitian.

Pengujian kekerasan akan dilakukan dengan metode uji kekerasan *micro vickers* dan menggunakan *indentor* berbentuk piramida yang terbuat intan dengan sudut  $136^\circ$  pada bagian dasarnya berbentuk bujur sangkar. Pengujian menggunakan standar ASTM E92 dengan pemberian beban 0,49 N selama 10 detik [7].

Pengujian stuktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi struktur mikro pada permukaan baja karbon S45C yang terbentuk setelah dilakukan *electroplating*. Pemotongan dilakukan adalah arah lateral untuk mendapatkan penampang melintang, kemudian spesimen dihaluskan dengan kertas amplas 400, 600, 800, 1000, dan 2000. Proses selanjutnya spesimen dipoles dengan menggunakan *autosol* atau pengkilap logam dengan bantuan kain beludru sampai minim goresan. Permukaan spesimen diamati dengan menggunakan foto mikroskop optik yang dihubungkan dengan komputer.

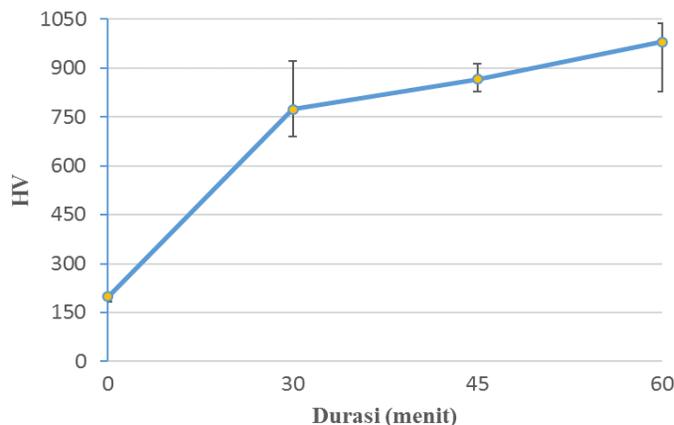
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian awal yang dilakukan yaitu uji komposisi kimia spesimen S45C dengan alat spektrometer. Komposisi utama yang terkandung adalah unsur 98,48 % Fe dan 0,481 % C. Hal tersebut menyatakan bahwa spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon S45C. Hasil uji komposisi kimia disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi kimia baja karbon S45C

UNSUR	SAMPEL UJI	
	297/20-S682 (%)	Standart Deviasi
C	0,481	0,0020
Si	0,223	0,0053
Mn	0,498	0,0057
P	<0.0100	0,0019
Si	<0.0100	0,0004
Cr	0,297	0,0024
Mo	0,020	0,0012
Ni	<0.0100	0,0015
Cu	0,010	0,0025
Al	0,008	0,0002
Co	<0.0050	0,0007
Mg	<0.0050	0,0001
Nb	0,021	0,0008
Ti	0,006	0,0003
V	<0.0050	0,0004
W	<0.100	0,0100
Fe	98,400	0,0130

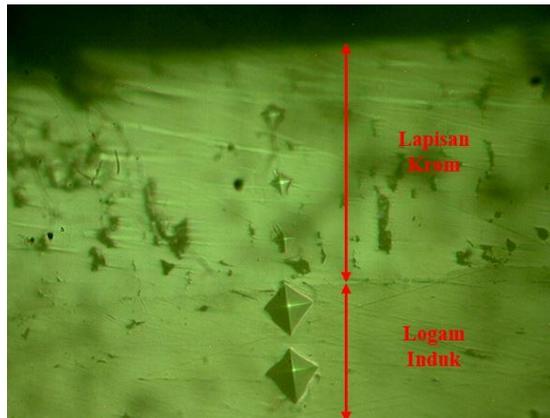
Pengujian kekerasan dilakukan sebelum dan sesudah pada spesimen dilakukan pelapisan *hard chrome*. Pengukuran kekerasan lapisan *hard chrome* dengan alat uji jenis *microhardness* dengan metode *Vickers*. Sebelum dilakukan pengujian kekerasan awal, terlebih dahulu dilakukan proses *normalizing* untuk menormalkan material S45C karena pengaruh proses *roll* untuk mengetahui kekerasan permukaannya. Nilai kekerasan S45C sebelum pelapisan *hard chrome* disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Nilai kekerasan *hard chrome* pada S45C

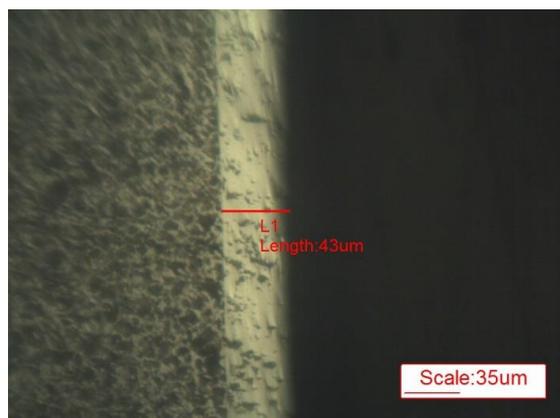
Kekerasan spesimen S45C setelah dilakukan pelapisan *hard chrome* dengan durasi 30, 45, dan 60 menit mengalami peningkatan sebesar 773,54 VHN, 865,8 VHN dan 980,2 VHN.

Kekerasan tertinggi diperoleh pada durasi pelapisan 60 menit dengan peningkatan sekitar 389% atau sebesar 980,2 VHN. Fenomena ini membuktikan bahwa semakin lama proses pelapisan berbanding lurus dengan semakin meningkatnya kekerasan pelapis *hard chrome* yang dihasilkan. Durasi berpengaruh pada proses *electroplating* dikarenakan semakin lama durasi pelapisan maka semakin banyak atom *chrome* yang melapis pada katoda, sehingga ketebalannya juga ikut meningkat. Dengan semakin banyaknya atom krom yang menempel pada permukaan S45C, dapat semakin meningkatkan kekerasan permukaan S45C. Atom krom dapat meningkatkan sistem slip pada permukaan S45C, dimana apabila sistem slip meningkat maka kemampuan permukaan S45C untuk menahan deformasi plastis semakin kuat. Hal ini yang menyebabkan terjadinya peningkatan kekerasan pada permukaan S45C yang dilapisi krom [8],[9],[10],[11],[12].



**Gambar 4.** Foto mikro jejak indentasi uji kekerasan *Vickers*

Gambar 4 menyajikan perbandingan ukuran diagonal jejak indentasi uji kekerasan *Vickers* lapisan *hard chrome* dengan logam induk S45C. Terlihat jelas bahwa jejak indentasi pada lapisan *hard chrome* mempunyai diagonal lebih kecil. Semakin kecil diagonal indentasi, membuktikan bahwa pada permukaan *hard chrome* mampu menahan deformasi plastis indentasi lebih baik dibandingkan pada logam induk S45C. Hal ini menyatakan bahwa kekerasan lapisan *hard chrome* lebih keras dibandingkan kekerasan logam induk S45C.



**Gambar 5.** Struktur mikro penampang melintang lapisan *hard chrome* pada S45C

Pengamatan struktur mikro diambil pada permukaan *hard chrome* dengan nilai kekerasan terbaik yaitu pada durasi *electroplating* 60 menit. Gambar 5 menyajikan struktur mikro pembesaran 500X penampang melintang spesimen S45C dengan proses pelapisan *hard chrome* durasi 60 menit. Terlihat jelas bahwa struktur mikro lapisan *hard chrome* lebih rapat dibandingkan

logam induk S45C. Ketebalan lapisan sekitar 43  $\mu\text{m}$  dan merata pada permukaan S45C. Fenomena ini berhubungan dengan hasil uji kekerasan permukaan, dimana lapisan *hard chrome* mempunyai kekerasan lebih tinggi dibandingkan kekerasan [13].

#### 4. KESIMPULAN

Semakin lama durasi pelapisan *hard chrome* pada baja S45C, berbanding lurus dengan meningkatnya kekerasan lapisan yang dihasilkan. Nilai kekerasan yang diperoleh dari baja S45C setelah dilakukan pelapisan *hard chrome* pada durasi pelapisan 30, 45 dan 60 menit yaitu 773,54 VHN, 865,8 VHN dan 980,2 VHN. Nilai kekerasan tertinggi sebesar 980,2 VHN pada durasi 60 menit. Kekerasan spesimen S45C setelah dilapisi *hard chrome* mengalami peningkatan sekitar 389% atau sebesar 980,2 VHN. Lapisan struktur mikro yang terbentuk setelah dilakukan proses *electroplating* dapat melapisi merata, dengan ketebalan sekitar 43 $\mu\text{m}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto dan Huda, S. (2005). "Teknologi Industri Elektroplating". Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [2] Raharjo, S. 2008. "Pemilihan Jenis Larutan Elektrolit Sebagai Media Pelapisan Khrom Keras Pada Baja Karbon Rendah". Traksi, Jurusan Teknik Mesin UNIMUS, vol 8(1), 1-7.
- [3] Ridlwan, A.S. 2011. "Pengaruh Jarak Anoda Katoda Teknik Elektroplating Seng Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Hasil Lapisan". Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [4] Purgiyanto., dan Malau, V. 2011. "Pengaruh Variasi Voltase Waktu Dengan Temperatur Proses Pelapisan Krom 50°C Terhadap Karakteristik Logam Aluminium". Prosiding *Industrial Research Workshop and National Seminar 2*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 26-33.
- [5] Priyambodo B.H. 2011. "Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekerasan, Struktur Mikro dan Laju Korosi Lapisan Chromate Coating pada Logam Aluminium". Tesis Universitas Gadjah Mada
- [6] Sunardi, Iswanto, P. T., dan Mudjijana. 2015. "Peningkatan Ketahanan Korosi Pada Material Biomedik Plat Penyambung Tulang SS 304 Dengan Gabungan Metode Shot peening dan Electroplating Ni-Cr". *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 18(2), 160–167.
- [7] ASTM E92. (1997). "Standard Test Methods for Vickers Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials".
- [8] Raharjo, S. 2010. "Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan Serta Kekerasan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom". Universitas Diponegoro, Semarang.
- [9] Suarsana, I.K., Astika, I.M., dan Negara, D.N.K.P. 2019. "Efek Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Elektroplating Krom Keras Terhadap Tebal Lapisan". *Jurnal Energi Dan Manufaktur, Teknik Mesin Universitas Udayana*, vol. 12(2), 75 – 81.
- [10] Priyambodo, B.H., dan Yaqin, R.I. 2018. "Studi Durasi Electroplating Ni-Cr pada AISI 316L terhadap Kekerasan dan Laju Korosi dalam Media 3,5% NaCl". *STT Texmaco Vol. 1*. ISSN. 2622-0164.
- [11] Tarwijayanto, D. 2013. "Pengaruh Arus Pelapisan *Hard Chrome* Terhadap Ketebalan Lapisan dan Tingkat Kekerasan Mikro Pada Plat Baja Karbon Rendah AISI 1026 dengan Menggunakan  $\text{CrO}_3$  250 gr/lit dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2,5 gr/lit Pada Proses Elektroplating". Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [12] Ulum, B. 2017. "Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Pencelupan Terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Strip Plat ST 37 Dengan Nikel Sebagai Pelapis". *Akademi Teknologi Warga Surakarta, Sukoharjo*.
- [13] Suarsana, I.K. 2008. "Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan". *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Cakram*, vol 2(1), 48-60.