

# PENGARUH TEMPERATUR ASAM KROMAT PROSES HARD CHROME TERHADAP KEKERASAN DAN KETEBALAN BESI COR KELABU PADA LAPISAN CINCIN TORAK

**Yusep Sukrawan**

Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI

Jl Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154

Phone/Fax : (022) 2013163-201364 / (022) 2013651

Email: [yusepsukrawan@upi.edu](mailto:yusepsukrawan@upi.edu)

## Abstrak

Electroplating merupakan salah satu cara untuk memberikan perlindungan terhadap logam dari kerusakan yang diakibatkan oleh korosi ataupun goresan atau gesekan yang menyebabkan kecacatan atau keausan pada logam. Electroplating melindungi logam dengan cara melapisi logam yang akan dilindungi dengan logam lain dengan menggunakan arus listrik. Tujuan dari penelitian electroplating hard chrome adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur larutan asam khromat terhadap kekerasan dan ketebalan besi cor kelabu pada lapisan cincin torak agar lapisan cincin torak tidak cepat aus. Kondisi operasi yang digunakan adalah dengan variasi temperatur larutan dimulai dari 30°C - 70°C dengan interval kenaikan temperatur 10°C, sedangkan variabel lain yaitu waktu, rapat arus, dan konsentrasi larutan di buat konstan. Hasil penelitian pelapisan hard chrome yang memenuhi syarat kekerasan (minimal 600 HV) dan ketebalan (2,5 µm - 300 µm) untuk cincin torak, adalah pada temperatur 30°C yang menghasilkan kekerasan 690,54 HV dengan ketebalan 130 µm. Terjadi kecenderungan penurunan kekerasan dan ketebalan lapisan seiring dengan bertambahnya temperatur proses.

**Kata kunci:** *Electroplating, Hard Chrome, Cincin torak, Asam Khromat*

## 1. Pendahuluan (Bold, 12 TNR)

Fungsi cincin torak adalah sebagai perapat antara torak dengan dinding silinder agar tidak terjadi kebocoran gas pada saat langkah kompresi dan langkah kerja berlangsung[1]. Agar tahan terhadap keausan, maka cincin torak pada permukaan yang bergesekan dengan dinding silinder dikeraskan dengan cara pelapisan khromium keras.

Pelapisan khromium keras adalah suatu proses pengendapan suatu logam dengan cara elektrolisa. Biasanya elektrolisa dilakukan dalam suatu bejana yang disebut sel elektrolisa yang berisi cairan elektrolit. Cairan elektrolit yang digunakan adalah larutan asam khromat, dan sebagai katalisnya digunakan asam sulfat.

Tinggi rendahnya temperatur larutan yang digunakan berpengaruh terhadap konduktifitas dan efisiensi arus, temperatur larutan yang tinggi akan meningkatkan konduktifitas dan efisiensi arus, dengan naiknya konduktifitas maka kecepatan reaksi akan tinggi, kecepatan reaksi yang tinggi akan menghasilkan banyak

hidrogen. Dengan banyaknya hidrogen yang terbentuk, memungkinkan lebih banyak pula kesempatan untuk diserap oleh struktur lapisan khromium, akibatnya kekerasan lapisan yang dihasilkan akan meningkat.

Dari faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas hasil pelapisan khromium keras agar penelitian yang dilakukan lebih optimal, peneliti membatasi pada faktor temperatur larutan, sedangkan faktor lain (temperatur larutan dan lamanya waktu proses) dibuat konstan.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membuat cincin torak yang memiliki kualitas ketebalan dan kekerasan yang optimum, untuk digunakan pada kendaraan bermotor.

Cincin torak yang baik mampu menahan tekanan gas pembakaran di dalam silinder motor sehingga tidak ada kebocoran gas yang mengakibatkan berkurangnya daya motor. Berbagai merek cincin torak beredar di pasaran dari berbagai kualitas, tergantung dari harga yang dipatok. Benarkah harga yang tinggi sebanding dengan kualitasnya?.

Untuk memperoleh cincin torak yang baik, maka faktor-faktor yang turut menunjang adalah

faktor rapat arus, konsentrasi larutan dan temperatur proses pelapisan chromium keras, serta lamanya waktu proses.

Melalui penelitian ini diharapkan memberikan gambaran yang sebenarnya tentang kualitas cincin torak yang beredar di pasaran, sehingga masyarakat tidak terkecoh dengan membeli cincin torak dengan harga tinggi tapi kualitasnya kurang memuaskan.

Bahan dasar untuk proses pelapisan khromium keras yang umum digunakan adalah [2] : Baja karbon, besi cor, stainless steel, tool steels, aircraft steels, bahan dasar nonfero (termasuk tembaga, kuningan, aluminium, monel dan seng). Bahan dasar cincin torak yang umum digunakan adalah besi cor kelabu. [2]

Kekerasan besi cor kelabu sangat dipengaruhi oleh kekerasan grafit dalam matriks ferit, semakin kasar grafitnya maka semakin rendah kekerasannya. Dengan adanya grafit ini, menyebabkan besi cor kelabu mempunyai mampu mesin yang baik, hal ini disebabkan grafit yang terdapat pada besi cor kelabu dapat berfungsi sebagai pelumas. Besi cor kelabu pada umumnya mengandung unsur karbon C sebesar 2 – 4% dan 1 – 3% Si.

Penggunaan hasil pelapisan khromium keras, banyak digunakan untuk benda-benda yang memerlukan sifat-sifat teknis tertentu antara lain pada bagian-bagian motor, seperti ... rocker arms; cams; piston rings ...[2]

Pada proses pelapisan khromium keras, hasil lapisan yang dibutuhkan adalah [3] : (a) Kekerasan dan daya tahan gores yang tinggi; (b) Tahan korosi dan panas; (c) Koefisien gesek dan adesi yang rendah; (d) Sifat paramagnetik; dan (e) Penampilan dekoratif yang baik.

Hal terpenting dalam pengoperasian proses pelapisan khromium keras adalah pengendalian perbandingan berat asam khromat dan asam yang digunakan sebagai katalis harus berada pada batas tertentu. Perbandingan asam khromat dan asam sulfat agar dihasilkan kondisi yang optimum biasanya adalah 100:1 [4] (100 bagian asam khromat dan 1 bagian asam sulfat), atau 250 g/l asam khromat dan 2,5 ml/l asam sulfat.

Efisiensi arus dalam proses pelapisan khromium biasanya cukup rendah, sekitar 10-25%, namun kecepatan pengendapan akan cukup tinggi pada rapat arus yang relatif tinggi. Sedangkan tegangan yang diperlukan untuk proses ini adalah 4-10 volt, tergantung pada kondisi operasinya.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Material Penelitian

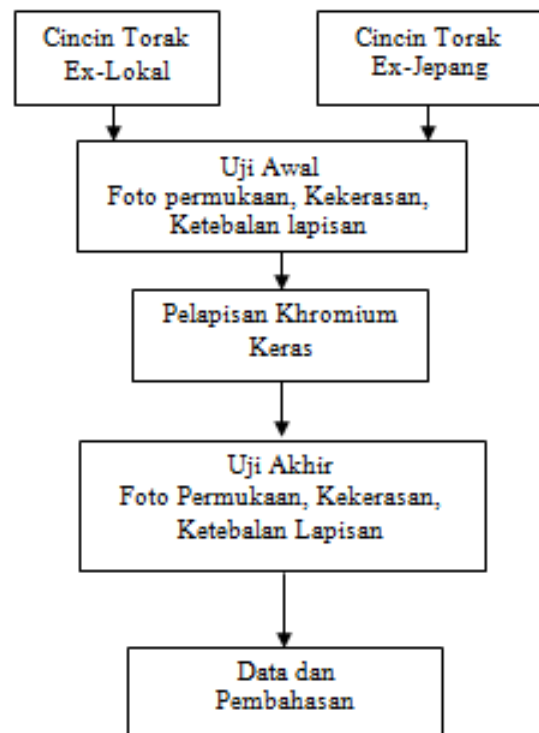
Material yang digunakan dalam penelitian ini, adalah besi cor kelabu dengan ukuran 10 x 10 x 6 mm, hal ini sesuai dengan ukuran permukaan cincin torak kompresi yang bergesekan dengan dinding silinder yang diteliti.

### 2.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dilakukan untuk memberikan gambaran tentang kegiatan penelitian secara keseluruhan, baik arah maupun tujuan yang ingin dicapai. Diagram alir penelitian digambarkan pada gambar 1.

Uji awal adalah merupakan karakterisasi cincin torak yang terdapat di pasaran (ex-lokal dan ex-Jepang), uji awal ini meliputi foto permukaan lapisan khromium cincin torak, pengujian kekerasan lapisan khromium cincin torak, dan pengukuran ketebalan lapisan khromium cincin torak.

Pelapisan khromium keras, dilakukan pada benda uji dengan berbagai variasi temperatur dengan rapat arus dibuat konstan pada 100 A/dm<sup>2</sup>, larutan elektrolit konstan asam khromat 250 g/l dan asam sulfat 2,5 ml/l, serta waktu pelapisan 60 menit.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Untuk melihat ketebalan dilakukan dengan mengukur foto mikro, sedangkan untuk mengukur kekerasan dengan menguji kekerasan dengan mickro vickers.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian ditabelkan pada tabel 1.

Temp (°C)	Kekerasan (HV)	Ketebalan (µm)
30	690	130
40	1084	92
50	960	74
60	901	50
70	707	46

#### 3.1 Kekerasan Lapisan

Hasil penelitian tingkat kekerasan dapat dilihat dari gambar 2 yang menunjukkan bahwa variasi temperatur berpengaruh terhadap tingkat kekerasan pada pelapisan besi cor kelabu. Pengaruh temperatur pada kualitas hasil pelapisan terletak pada penampilan akhir, temperatur rendah akan menghasilkan hasil lapisan yang suram tetapi keras, dan temperatur yang tinggi akan menyebabkan lapisan menjadi turun kekerasannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kekerasan telah mencapai persyaratan minimum 600 HV [5]. Dimana hasil menunjukkan bahwa pada temperatur 30°C nilai kekerasan 690 HV, tingkat kekerasan naik di temperatur 40°C menjadi 1084 HV yang berada pada titik maksimum yang selanjutnya pada temperatur 50 – 70°C nilai kekerasan kembali turun hingga 707 HV.

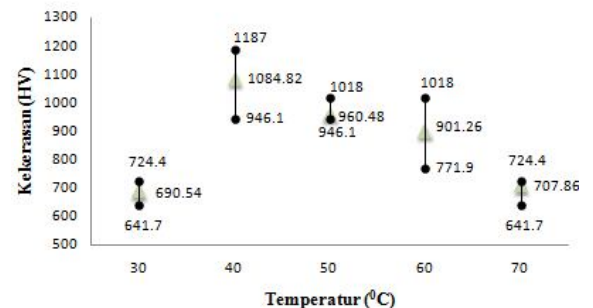
Pada temperatur 30°C – 40°C hidrogen terperangkap di dalam endapan yang masuk secara intertisi pada struktur logam khromium yang menyebabkan distorsi kisi, sehingga dengan terjadinya distorsi kisi dapat menyebabkan tegangan dalam lapisan khromium menjadi naik dan akan membuat terhambatnya gerakan dislokasi yang dapat membuat tingkat kekerasan meningkat [2]. Hal inilah yang menyebabkan kondisi temperatur 30°C – 40°C naik nilai kekerasannya. Dan pada saat berada di temperatur 40°C nilai kekerasan mencapai titik maksimum yang menyebabkan nilai kekerasan kembali turun di temperatur selanjutnya.

Pada temperatur 50°C – 70°C kondisi partikel – partikel yang bermuatan positif

bergerak ke katoda. Pada saat permukaan katoda telah jenuh dengan partikel, maka partikel tersebut direduksi oleh atom hidrogen sesuai dengan reaksi  $\text{Cr}(\text{OH})_2 + 2\text{H} \rightarrow \text{Cr} + 2\text{H}_2\text{O}$  pada lapisan khromium dapat terkontaminasi oleh khromium hidrokksida.

Pembentukan hidrogen dari ion  $\text{H}^+$  telah terjadi pada potensial reduksi yang lebih tinggi, oleh karena itu pada proses pelapisan khromium keras juga terbentuk  $\text{H}_2$  yang dapat menyebabkan penurunan harga efisiensi arus proses pelapisan khromium keras sehingga tingkat kekerasan menurun [6]. Hal inilah yang menyebabkan pada temperatur 50°C – 70°C nilai kekerasan mengalami penurunan.

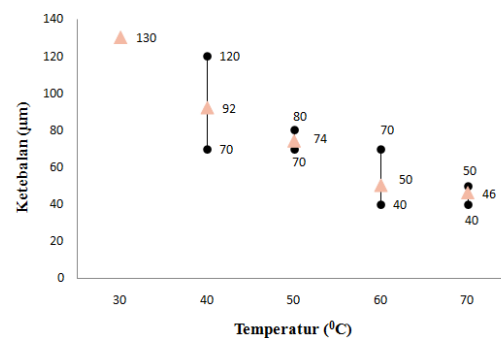
Oleh karena itulah pemilihan temperatur pada proses pelapisan harus diperhatikan, agar dapat memperoleh kualitas lapisan yang sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 2. Kekerasan VS Temperatur

#### 3.2 Ketebalan Lapisan

Berdasarkan dari gambar 3 tingkat ketebalan kondisi pelapisan hard chrome pada besi cor kelabu dengan memvariasikan kondisi temperatur dari 30°C – 70°C dengan interval 10°C nilai ketebalan yang dihasilkan memenuhi syarat standar minimal ketebalan 2,5 µm – 300 µm, yang mana lapisan maksimum dengan ketebalan 130 µm yaitu pada temperatur 30°C yang selanjutnya nilai ketebalan kembali turun dan mencapai nilai minimum dengan ketebalan 46 µm yaitu pada temperatur 70°C.



Gambar 3. Ketebalan vs Temperatur

Hal ini dikarenakan konveksi paksa karena adanya efek pengadukan atau konveksi bebas akibat adanya perbedaan temperatur. Secara teoritis, kenaikan temperatur akan menyebabkan naiknya konduktifitas dan difusitas larutan elektrolit, berarti tahanan elektrolit akan mengecil sehingga potensial yang dibutuhkan untuk mereduksi ion-ion logam berkurang, sehingga hasil pelapisan yang dihasilkan pada permukaan logam akan menurun [7].

Pada temperatur  $40^{\circ}\text{C}$  –  $70^{\circ}\text{C}$  nilai dari ketebalan semakin menurun Hal ini yang menjadi alasan mengapa lapisan yang dihasilkan semakin tipis.

#### 4. Kesimpulan

Terjadi kecenderungan penurunan kekerasan dan ketebalan lapisan dengan dinaikkannya temperatur larutan.

Kekerasan lapisan maksimum dihasilkan pada temperatur  $40^{\circ}\text{C}$  yang menghasilkan kekerasan sebesar 1084 HV, sedangkan tebal lapisan maksimum dihasilkan pada temperatur  $30^{\circ}\text{C}$  yaitu 130  $\mu\text{m}$ .

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih pada laboratorium Teknik Material ITB dan UPI yang telah menjadi tempat penelitian

#### Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Toyota Group, Materi Pembelajaran Engine Group Step 2, (2000) PT. Toyota Astra Motor, Jakarta.
- [2] Guffie. R.K., Handbook of Hard Chromium Plating, (1986) Gardner Publication.
- [3] Gabe. D.R., Principle of Surface Treatment and Protection, 2<sup>nd</sup> Edition, (1978), Permamon, Oxford.
- [4] Weiner. R. & Wamsley A, Chromium Plating, (1980), Finising Publication.
- [5] Barbato, S.R., Ponce, J.F., Jara, M.V., Cuevas, J.S., Egana, R.A., "Study Of The Effect Of Temperature On The Hardness, Grain Size, And Yield In Electrodeposition Of Chromium On 1045 Steel". (2008) Journal Of The Chilean Chemical Society, Vol 53, N.1
- [6] Huang, C.A, Tu, G.C., Liao, M.C., Kao, Y.L.. "Hard Chromium Plating On Cold Swaged Cr-Mo Steel Using Rotating Cylinder Electode". (2000) Journal Of Materials Science Letters 19. 1357 – 1359
- [7] Basmal, *Pengaruh Rapat Arus dan Waktu Pelapisan Pada Proses Electroplating Terhadap Ketebalan Lapisan Krom*, (2011) Politeknosains Vol. X No.2