

## VARIASI WAKTU *HARD CHROMIUM PLATING* TERHADAP KARAKTERISTIK STRUKTUR MIKRO, NILAI KEKERASAN DAN LAJU KOROSI BAJA KARBON RENDAH

**Sutrisno**

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Surakarta

E-mail : Trisnowmech\_79@yahoo.co.id

### Abstrak

Baja AISI 1008 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah, dimana kandungan karbon (C) maksimal hanya 0,1% C. Secara umum baja karbon rendah memiliki beberapa kelebihan yaitu mempunyai sifat ulet, tangguh, memiliki kemampuan las dan mesin yang baik serta harganya relatif murah. Namun demikian, baja karbon rendah juga memiliki beberapa kelemahan diantaranya nilai kekerasan yang rendah dan juga laju korosi yang tinggi. Salah satu upaya untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi pada baja adalah *hard chromium plating*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu *hard chromium plating* terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, nilai laju korosi pada baja karbon rendah (AISI 1008). Proses *hard chromium plating* menggunakan variasi waktu proses 20 menit, 40 menit dan juga 60 menit dengan kuat arus proses sebesar 10A. Analisa struktur mikro menggunakan mikroskop optik dan Scanning Electron Microscope (SEM). Pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers dan pengujian korosi menggunakan alat uji laju korosi tipe sel tiga elektroda dengan potensiostat tipe PGS - 201T dengan media korosi 0,5% larutan NaCl. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lapisan yang terbentuk pada proses *hard chromium plating* sangat dipengaruhi waktu proses pelapisan. Nilai kekerasan akan meningkat dengan meningkatnya waktu proses. Nilai kekerasan yang paling tinggi terjadi pada proses *hard chromium plating* dengan kuat arus waktu 60 menit yaitu 562 VHN. Nilai laju korosi mengalami penurunan dengan meningkatnya waktu proses, dimana laju korosi terendah pada waktu 60 menit yaitu 0,989 mm/year.

**Kata kunci :** *hard chromium plating*, waktu, kekerasan, laju korosi

### PENDAHULUAN.

Baja merupakan salah satu logam yang paling banyak digunakan dalam berbagai bidang diantaranya pada konstruksi bangunan, komponen permesinan, komponen perkapalan, komponen otomotif, mesin perkakas, bahan rel kereta api, perpipaan dan juga alat berat. Secara umum baja memiliki sifat tangguh, mampu dilakukan proses permesinan, mempunyai sifat mampu las yang baik. Namun demikian baja juga memiliki kelemahan yaitu tidak tahan terhadap korosi. Nilai kekerasan baja lebih rendah dibanding besi cor karena kadar karbon yang terkandung dalam baja lebih rendah antara 0 - 2% C.

Korosi adalah salah satu penyebab terjadinya penurunan mutu suatu logam. Korosi merupakan penurunan kualitas yang disebabkan oleh reaksi kimia bahan logam dengan unsur-unsur lain yang terdapat di alam (Jones, 1992). Salah satu metode pencegahan korosi pada logam dengan cara pelapisan permukaan logam. *Hard chromium plating* merupakan salah satu cara untuk memperpanjang umur pakai dari komponen seperti *valve*, ring piston dan *journal bearing* (Merlo, 2003).

Proses *hard chromium plating* adalah proses *electroplating* yang dilakukan pada larutan asam *chromic acid* dengan menggunakan anoda inert (+) dan material yang dilapisi sebagai kutub katoda (-). Mekanisme proses *hard chromium plating* dapat dijelaskan sebagai berikut:

Proses pelapisan berlangsung reaksi yang terjadi pada katoda adalah sebagai berikut :

1. Pengendapan khrom  

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^- + 14\text{H}^+ + 12\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr} + 7\text{H}_2\text{O}$$
2. Pelepasan gas hidrogen  

$$2\text{H}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$$
3. Pembentukan Cr (III)  

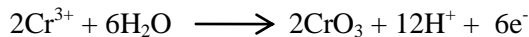
$$\text{Cr}_2\text{O}_7^- + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$

Pada anoda terjadi reaksi sebagai berikut:

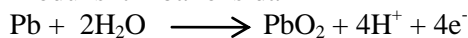
1. Pelepasan gas hidrogen



2. Oksidasi ion chromat.



3. Produksi timbal oksida



Lapisan krom yang terbentuk menghasilkan sifat kekerasan yang tinggi, sehingga *hard chromium plating* digunakan untuk pencegahan terhadap korosi. Aplikasi dari *hard chromium plating* banyak digunakan dalam industri otomotif (*transmission, differential component*, sistem kemudi), *aerospace* dan pipa-pipa oli/gas (Leahey, 2009).

Penelitian tentang proses tentang electroplating Raharjo (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh tegangan listrik dan waktu proses electroplating terhadap ketebalan dan juga kekerasan ada baja ST 40 yang dilapisi krom. Ketebalan lapisan dan juga nilai kekerasan meningkat seiring dengan naiknya tegangan listrik dan juga lamanya waktu proses electroplating selama 15 menit. Ketebalan maksimum yang dicapai yaitu 37,79  $\mu\text{m}$  pada tegangan 12 volt selama 15 menit, sedangkan kekerasan optimum yang dicapai adalah 351,29 VHN pada tegangan 12 volt selama 15 menit.

Pengaruh tegangan pada proses *electroplating* pada baja dengan pelapis krom dan seng terhadap nilai kekerasan dan laju korosi telah diteliti oleh Alian (2010). Penelitian ini menggunakan unsur krom dan seng sebagai bahan pelapis. Uji korosi dilakukan pada media menyerupai kondisi air laut selama 168 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapis krom lebih baik dari pelapis seng dalam melindungi baja terhadap laju korosi dalam lingkungan air laut. Penambahan kekerasan terbesar didapat pada tegangan listrik 12 volt pada pelapis krom sebesar 6,950 VHN dan pelapis seng sebesar 9,851 VHN. Laju korosi terkecil pada tegangan listrik 12 volt dengan laju korosi untuk pelapis krom sebesar 0,0173 mm/tahun dan untuk pelapis seng sebesar 0,0573 mm/tahun.

Pada penelitian akan dipelajari pengaruh waktu proses *hard chromium plating* terhadap struktur mikro, nilai kekerasan dan laju korosi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu *hard chromium plating* terhadap struktur mikro, nilai kekerasan dan juga laju korosi pada baja karbon rendah (AISI 1008).

## METODOLOGI.

### a Material.

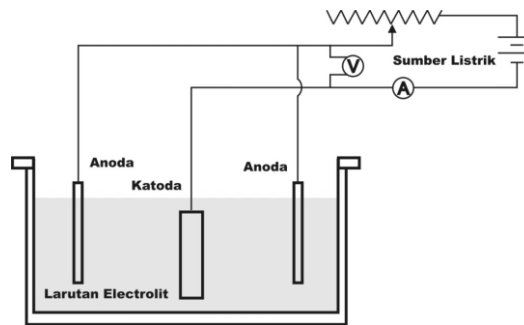
Material yang dipakai adalah baja karbon rendah (AISI 1008) dengan kandungan karbon (C) maksimal 0,1%, mangan (Mn) antara 0,3-0,5%, fosfor (P) maksimal 0,04 dan belerang (S) maksimal 0,05%. Spesimen dipotong dengan ukuran diameter 13 mm dengan tebal 3 mm.



Gambar 1 foto spesimen material

### b *Hard chromium plating*.

Proses pelapisan *hard chromium plating* secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 2. Spesimen (baja AISI 1008) sebagai sumbu katoda sedangkan sumbu anodanya adalah anoda tak terlarut (Pb). Komposisi larutan pada proses *hard chromium plating* adalah : Larutan *chromic acid* ( $\text{CrO}_3$ ) = 260 g/l, Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) = 3 g/l, dengan suhu larutan sekitar  $45^\circ - 55^\circ \text{C}$ . Arus yang digunakan dalam proses *hard chromium plating* adalah 10A dengan waktu proses 20 menit, 40 menit serta 60 menit.

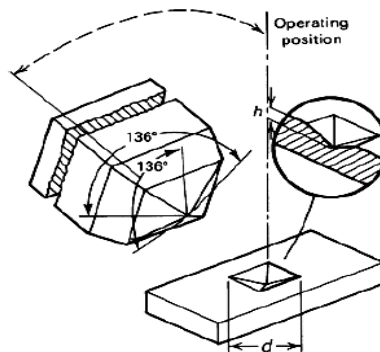
Gambar 2 skema *hard chromium plating*

## c Mikrostruktur.

Karakterisasi struktur mikro dari material akan dilihat dengan melakukan foto mikro pada daerah yang mengalami proses *hard chromium plating* dan daerah yang diuji korosi. Untuk mengetahui bentuk struktur mikro spesimen, yaitu dengan mengambil penampang permukaan spesimen untuk dipoles dan dietsa dengan larutan Nital (2%  $\text{HNO}_3$  dan 98% propanol) selama 30 detik. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dan SEM dengan pembesaran yang bervariasi.

## d Analisa kekerasan

Pada penelitian ini pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers. Uji kekerasan Vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk belah ketupat. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramid yang saling berhubungan adalah  $136^\circ$ . Metode pengujian Vickers dapat dilihat pada Gambar 3. Pengujian kekerasan menggunakan beban 250 gr dan ditahan selama 10 detik.



Gambar 3 metode pengujian Vickers (ASM Metal Handbook)

Angka kekerasan Vickers dapat dinyatakan dengan rumus:

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2} \left( \frac{kg}{mm^2} \right) \quad 1)$$

Dengan :

p = beban indentasi (kg)

d = diagonal rata-rata bekas injakan (mm)

## e Analisa korosi.

Korosi merupakan proses perusakan logam dan degradasi sifat logam akibat berinteraksi dengan lingkungannya. Korosi terjadi berdasarkan proses elektro-kimia (*electrochemical process*).

Laju korosi (Jones, 1992) dapat dihitung dalam mils (0,001 in) per *year* (mpy) dengan rumus seperti dibawah:

$$r = 0,129 \frac{\alpha \cdot i}{n \cdot D} \quad 2)$$

Dengan :

r = laju korosi (mpy)

a = berat atom

n = valensi atom

i = rapat arus korosi ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ )

D = berat jenis sampel ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

Perhitungan laju korosi untuk paduan, terlebih dahulu dihitung berat equivalennya (equivalen weight= EW) dengan persamaan (Jones 1992):

$$EW = N_{EQ}^{-1} \quad 3)$$

$$N_{EQ} = \sum \left[ \frac{\omega_i}{\alpha_i / n_i} \right] = \sum \left[ \frac{\omega_i n_i}{\alpha_i} \right] \quad 4)$$

Dengan :

EW = berat equivalen

$N_{EQ}$  = nilai equivalen total

$\omega_i$  = fraksi berat

$\alpha_i$  = nomor massa atom

$n_i$  = elektron valensi

Maka persamaan (2) menjadi:

$$r = 0,129 \frac{i_{kor}(EW)}{D} \quad 5)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN.

### a Komposisi Material.

Uji komposisi material digunakan untuk mengetahui komposisi kimia dan menentukan jenis material yang digunakan di dalam penelitian. Hasil pengujian komposisi kimia material dapat dilihat pada Tabel 1

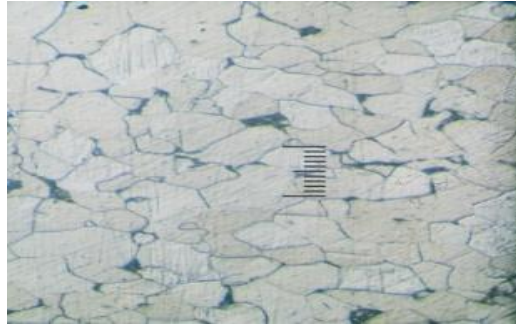
Tabel 1 Hasil uji komposisi kimia material

	C	Mn	Si	P	S	Cr	W	Ni	Cu
Standar ASM	<0,1	0,3-0,5	-	<0,4	<0,5	-	-	-	-
Spesimen	0,0673	0,47	0,226	0,0388	0,0167	0,0518	0,296	0,0776	0,0765

Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa spesimen yang digunakan termasuk kedalam kategori baja karbon rendah jenis AISI 1008.

### b Mikrostruktur.

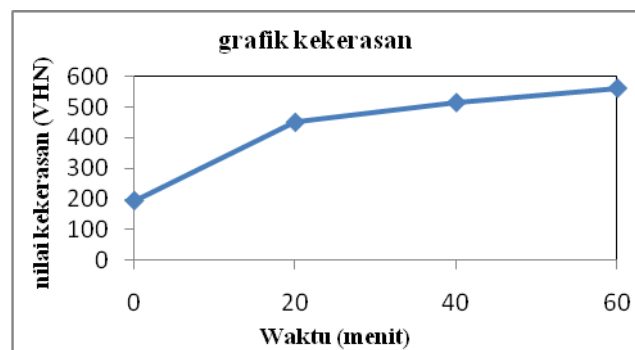
Gambar 3 memperlihatkan struktur mikro dari raw material, dimana struktur mikro berupa ferit dan perlit. Hal tersebut menunjukkan bahwa material yang digunakan adalah jenis baja karbon rendah



Gambar 4 struktur mikro raw material baja karbon rendah (AISI 1008) dengan perbesaran 200x

### c Nilai Kekerasan.

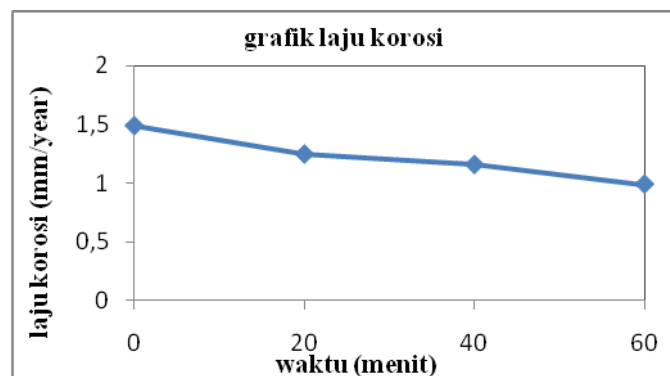
Gambar 5 dibawah menunjukkan grafik nilai kekerasan proses hard chromium plating pada kuat arus 10A dengan interval waktu 20, 40 dan 60 menit. Nilai kekerasan material dasar sebesar 193  $V_{HN}$ , setelah material mengalami proses pelapisan nilai kekerasan meningkat dengan bertambahnya waktu pelapisan. Hal ini disebabkan dengan semakin lama waktu proses pelapisan akan semakin banyak deposit yang terbentuk pada permukaan material sehingga akan meningkatkan nilai kekerasannya. Nilai kekerasan paling tinggi pada waktu 60 menit yaitu 562  $V_{HN}$ .



Gambar 5 grafik nilai kekerasan

### d Laju Korosi.

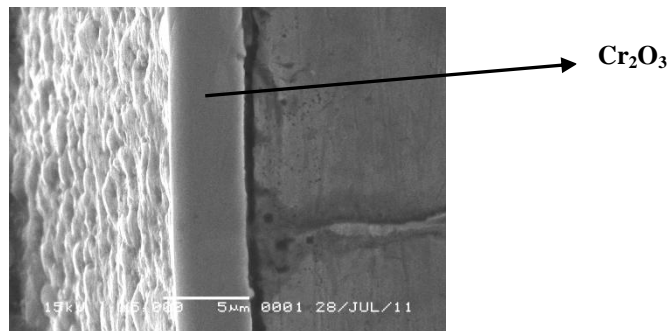
Gambar 6 dibawah memperlihatkan grafik laju korosi hasil proses hard chromium plating pada kuat arus 10A dengan interval waktu 20, 40 dan 60 menit. Laju korosi material dasar adalah 1,487 mm/year Laju korosi akan mengalami penurunan dengan adanya peningkatan waktu proses hard chromium plating. laju korosi terendah pada waktu 60 menit sebesar 0,989 mm/year.



Gambar 6 laju korosi

---

Penurunan laju korosi setelah proses *hard chromium plating* karena adanya lapisan pasif  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  yang terbentuk pada permukaan lapisan, sehingga dapat mengurangi laju korosi. Hal tersebut sesuai dengan hasil foto SEM (Gambar 7).



Gambar 7 hasil SEM penampang ketebalan lapisan  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  pada waktu 60 menit

#### KESIMPULAN.

1. Hard Chromium plating akan meningkatkan nilai kekerasan dan menurunkan laju korosi pada baja karbon rendah (AISI 1008).
2. Nilai kekerasan akan semakin meningkat dengan bertambahnya waktu proses hard chromium plating. nilai kekerasan tertinggi pada waktu 60 menit yaitu  $562 V_{\text{HN}}$ .
3. Laju korosi mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu proses hard chromium plating. laju korosi terendah pada waktu 60 menit yaitu  $0,989 \text{ mm/year}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA.

- Alian, H., 2010, “Pengaruh Tegangan Pada Proses Electroplating Baja Dengan Pelapis Seng Dan Krom Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi “, Prosedding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) Ke-9 Palembang.
- ASM Handbook, 2005, “Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys”, Metal Handbook, Vol 1.
- Jones, D.A., 1991, “Principle and Prevention of Corrosion”, Mc. Millan Publishing Company, New York.
- Leahey, M.W., 2009, “Replacement Of Hard Chrome Electroplating By Tungsten Carbide Based High Velocity Oxygen Fueled Thermal Spray”, A Project Submitted to the Graduate, Rensselaer Polytechnic Institute, Hartford CT.
- Merlo, A.M., 2003, “The Contribution Of Surface Engineering To The Product Performance In The Automotive Industry”, Journal surface and Coatings Technology, Elsevier, 174-175, pp 21-26.
- Raharjo, S., 2010, “Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Ketebalan Serta Kekerasan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom”, Master Thesis, Universitas Diponegoro Semarang