

Analisis Lapisan *Hard Chrome* dengan Heat Treatment terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro pada Permukaan Baja Karbon S45C

Bambang Hari Priyambodo*, Margono, Kacuk Cikal Nugroho

Program Studi S1 Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta,
Jl. Raya Solo Baki Km.2 Kwarasan, Sukoharjo, Jawa Tengah

*Penulis korespondensi: bambanghp@sttw.ac.id

Histori artikel: diserahkan 26 Juli 2021, direvisi 15 Agustus 2021, direvisi 20 September 2021

ABSTRACT

Generally, metals are easy to wear, so material modification is needed to increase hardness to increase the material's resistance to wear and tear. One way is to do a hard chrome plating process using the electroplating method and then continue the heat treatment process. This research was conducted to observe changes in the mechanical properties and microstructure of S45C steel that underwent hard chrome and heat treatment processes. This research was conducted by inserting S45C steel as a cathode into hard chrome liquid and using lead (Pb) as the anode. A positive (+) current powers the anode, the cathode has a negative current (-), the voltage used is 12 V with a duration of 60 minutes. After the cathode was coated with hard chrome, a hardness test was carried out, then continued with the heat treatment process using a temperature of 850°C for 30 minutes. The hardness test results show an increase in the hardness of S45C steel that has been coated with hard chrome, with a hardness value of S45C steel 202.70 VHN, S45C hard chrome steel 998.63 VHN. The highest hardness value is S45C steel coated with hard chrome 998.63 VHN, increasing 392.7%. Then the heat treatment process experienced a decrease in the hardness value, 528.90 VHN, with a percentage of 88.81%. The results of the microstructure observation showed that the hard chrome layer that had been heated treated showed even cracks in the hard chrome layer.

Keywords: Electroplating, Hard Chrome, Heat Treatment, Hardness, Microstructure

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v3i1.12284>

WEB : <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/12284>

PENDAHULUAN

Hard chrome adalah salah satu lapisan pelindung yang paling banyak digunakan untuk meningkatkan sifat permukaan logam dengan kekerasan tinggi, ketahanan aus dan korosi yang baik serta koefisien gesekan yang rendah. Pembentukan lapisan tersebut, dapat merubah struktur dan meningkatkan berbagai sifat dengan pengaruh parameter proses (Priyambodo dan Kristiawan 2020). Saat ini, banyak teknik deposisi untuk menghasilkan lapisan krom keras seperti menggunakan *thermal spary*, *physical vapour deposition* (PVD), *chemical vapour deposition* (CVD) dan *electro-deposition* (Riyadi and Masyrukan 2017). Diantaranya, elektroplating adalah teknik yang sederhana dan murah. Proses ini dapat digunakan untuk menghasilkan lapisan

dengan ketebalan yang bervariasi dalam kisaran ukuran mikro hingga nanometer (Menthe and Rie 1999); (Zhang *et al.*, 2015); (Picas *et al.*, 2006); (Priyambodo dan Yaqin 2018); (Priyambodo, 2011). Lapisan *hard chrome* dengan proses elektroplating diperkenalkan pada awal tahun 1930-an (Podgornik *et al.* 2018). Secara umum, digunakan untuk aplikasi yang mengalami keausan tinggi, seperti di otomotif dan industri manufaktur (Pfeiffer *et al.* 2011).

Meskipun lapisan *hard chrome* mampu meningkatkan kekerasan bahan secara signifikan, akan tetapi pada temperature kamar mengalami penurunan kelenturan (*ductility*) dan peningkatan *brittleness* sehingga mengurangi ketangguhan (*toughness*) bahan. Dimana usaha untuk meningkatkan kekerasan sangat penting, akan tetapi bahan tidak boleh kehilangan sifat

ketangguhannya. Material dengan kekerasan yang sangat tinggi tetap masih memerlukan sedikit sifat ketangguhan agar tidak mudah mengalami retak (*crack*) (Soltanieh *et al.*, 2012). Selain itu, lapisan *hard chrome* masih mempunyai kekurangan pada daya lekatnya (Solehudin and Sumirat n.d.). Hal ini perlu diperhatikan mengingat daya lekat merupakan peranan penting dalam menentukan kualitas lapisan. Untuk meningkatkan daya lekat lapisan perlu dilakukan perlakuan panas.

Lapisan *hard chrome* dengan proses elektroplating, kemudian diberi perlakuan panas (*heat treatment*) bertujuan meningkatkan sifat mekanik dari suatu material. penelitian ini diharapkan baja karbon S45C yang telah dilapisi *hard chrome* dan di *heat treatment* akan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan logam induknya.

METODE PENELITIAN

Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon S45C berbentuk batang berdiameter 20 mm dengan panjang 20 mm seperti Gambar 1. Permukaan dihaluskan dengan kertas amplas ukuran 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. Selanjutnya, mempersiapkan larutan elektrolit asam kromat dan asam sulfat. Proses elektroplating pada baja karbon dengan lapisan *hard chrome* menggunakan tegangan 12 Volt dan waktu celup 60 menit. Selanjutnya, proses *heat treatment* menggunakan suhu 850 °C dengan waktu 30 menit dilakukan pada lapisan *hard chrome* dengan tegangan 12 Volt dan waktu celup 60 menit.

Pengujian kekerasan menggunakan standar ASTM E92 dengan pemberian beban 0,49 N selama 10 detik. Preparasi spesimen uji struktur mikro dilakukan proses polishing dengan autosol untuk menghaluskan permukaan. Spesimen yang sudah halus dilakukan proses etsa menggunakan larutan 1 ml HNO₃ dan 20 ml alkohol. Permukaan spesimen diamati dengan menggunakan foto mikroskop optik. Pengujian stuktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi struktur mikro pada permukaan baja karbon S45C yang

terbentuk setelah dilakukan pelapisan dan *heat treatment*.



GAMBAR 1. Spesimen baja karbon S45C

HASIL DAN PEMBAHASAN

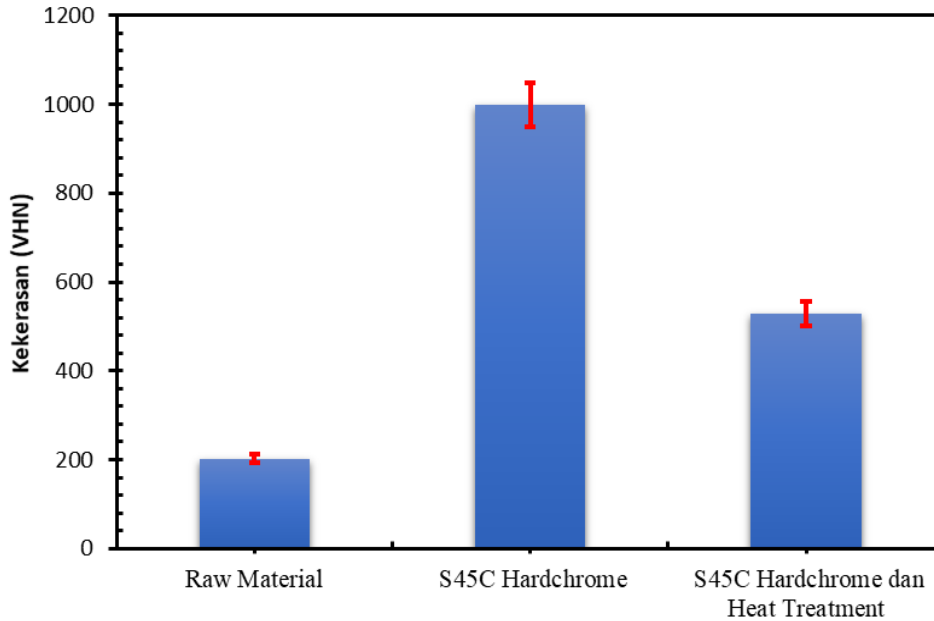
Pengujian kekerasan pada spesimen dilakukan sebelum dan sesudah dilakukannya pelapisan *hard chrome*. Pengukuran kekerasan lapisan *hard chrome* dan proses perlakuan panas dilakukan dengan menggunakan alat uji kekerasan jenis *microhardness* dengan metode *vickers*.

Hasil Kekerasan spesimen S45C sebelum dan setelah dilakukan pelapisan *hard chrome* dan *heat treatment* dapat dilihat pada gambar 2. Kekerasan baja karbon S45C dengan lapisan *hard chrome* memiliki kekerasan tertinggi sebesar 998,63 VHN dibandingkan material non treatment dan lapisan *hard chrome* yang diberi perlakuan panas sebesar 202,70 VHN dan 528,90 VHN. Mengalami peningkatan kekerasan dibandingkan non treatment sebesar 329,7% dan penurunan kekerasan setelah di beri perlakuan panas sebesar 88,81%. Penelitian ini membuktikan bahwa pelapisan *hard chrome* pada baja S45C dapat meningkatkan nilai kekerasan pada permukaan baja S45C dan proses *heat treatment* pada pelapisan *hard chrome* dapat menurunkan tingkat kekerasan pada lapisan *hard chrome*. Proses pelapisan *hard chrome* berpengaruh pada tingkat kekerasan baja S45C, dikarenakan atom *chrome* melapis pada permukaan baja S45C, sehingga kekerasannya meningkat. Sedangkan pada proses *heat treatment* menurunkan tingkat kekerasan pada lapisan *hard chrome* dikarenakan ikatan-ikatan atom pada lapisan *hard chrome* menjadi berkurang.

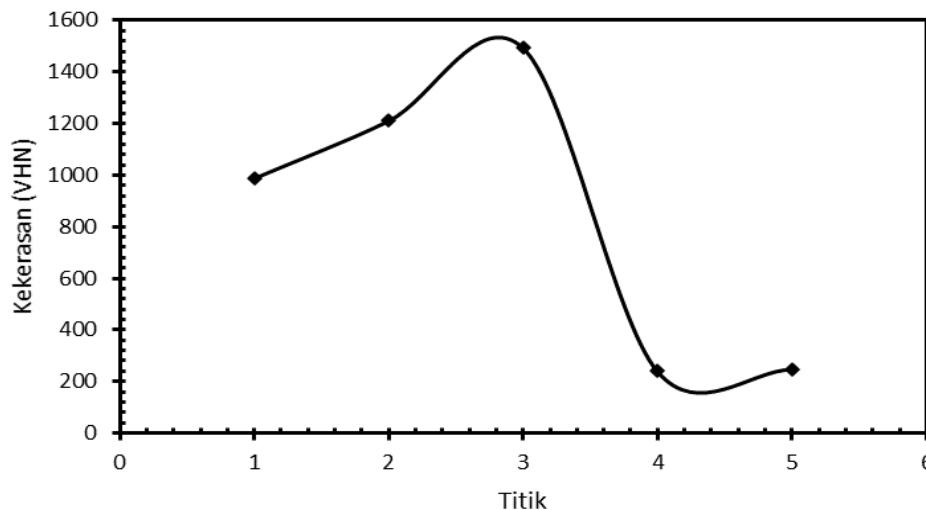
Pengujian kekerasan dan pengamatan struktur mikro hasil dari injakan indentor pada

penampang melintang spesimen baja S45C lapisan *hard chrome*. Hasil dari kekerasan pada daerah logam induk dan lapisan *hard chrome* dapat dilihat pada Gambar 3. Kekerasan lapisan *hard chrome* yang diperlihatkan pada titik 1, 2, dan 3 memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan logam induk. Gambar 4 ditunjukkan hasil pengujian struktur mikro jejak

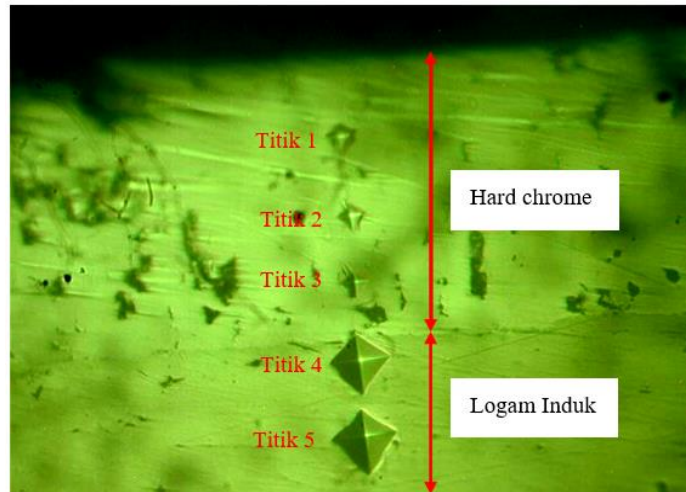
injakan identasi penampang melintang untuk substrat baja karbon S45C yang dilapisi *hard chrome*, dari hasil pengujian tersebut diperoleh peningkatan kekerasan pada jejak injakan paling kecil. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa makin kecil jejak injakan identasi maka semakin tinggi nilai kekerasannya.



GAMBAR 2. Grafik nilai kekerasan sebelum dan sesudah proses elektroplating serta perlakuan panas pada baja karbon S45C



GAMBAR 3. Grafik nilai kekerasan pada titik logam induk dan lapisan *hard chrome* dengan penampang melintang



GAMBAR 4. Jejak penekanan baja S45C *hard chrome* dengan penampang melintang

Hasil pengamatan mikro struktur pada Gambar 6b menunjukkan bahwa lapisan *hard chrome* yang telah dilakukan *heat treatment* terlihat jelas adanya retakan yang merata pada lapisan *hard chrome*. Retakan ini menunjukkan bahwa ikatan atom pada lapisan *hard chrome* menjadi berkurang dan ini yang menyebabkan lapisan *hard chrome* yang telah dilakukan proses *heat treatment* menjadi menurun nilai kekerasannya.

KESIMPULAN

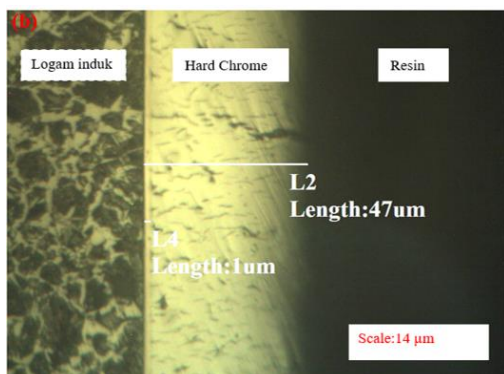
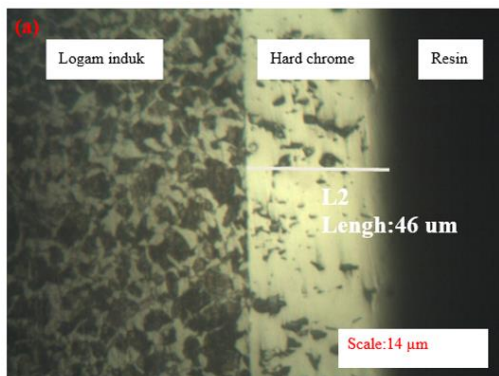
Hasil uji kekerasan pada baja karbon S45C, spesimen S45C *Non treatment* sebesar 202,70 VHN, lapisan *hard chrome* sebesar 998,63 VHN, dan lapisan *hard chrome* setelah di beri perlakuan panas sebesar 528,90 VHN. Kekerasan baja karbon S45C menggunakan lapisan *hard chrome* lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen lainnya. Hasil pengamatan struktur mikro lapisan yang terbentuk setelah dilakukan proses *electroplating* dan *heat treatment* terlihat jelas adanya retakan yang merata pada lapisan *hard chrome*. Retakan menunjukkan bahwa ikatan atom pada lapisan *hard chrome* menjadi berkurang dan menyebabkan lapisan *hard chrome* setelah proses *heat treatment* menurun nilai kekerasannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Laboratorium Pengujian Logam Sekolah Tinggi Teknologi “Warga” Surakarta yang telah memberikan fasilitas dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Menthe, E. and K. T. Rie. 1999. “Plasma Nitriding and Plasma Nitrocarburizing of Electroplated Hard Chromium to Increase the Wear and the Corrosion Properties.” *Surface and Coatings Technology* 112(1-3):217-20.



GAMBAR 5. Struktur mikro (a). Tebal lapisan *hard chrome*, dan (b) Tebal lapisan *hard chrome* yang telah *heat Treatment* dengan perbesaran 500x

- Priyambodo, B.H., and Kristiawan, Y., 2020. "Pengaruh Durasi *Hard Chrome* Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon S45C." *Jurnal Crankshaft* 3 (2). 86(10):1470–76. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.vacuum.2012.01.003>).
- Pfeiffer, Wulf, Christof Koplín, E. Reisacher, and J. Wenzel. 2011. "Residual Stresses and Strength of Hard Chromium Coatings." *Materials Science Forum* 681:133–38.
- Picas, J. A., A. Forn, and G. Matthäus. 2006. "HVOF Coatings as an Alternative to *Hard chrome* for Pistons and Valves." *Wear* 261(5–6):477–84.
- Priyambodo, B.H., and Yaqin, R.I., 2018. "Studi Durasi Electroplating Ni-Cr pada AISI 316L terhadap Laju Korosi dalam Media 3,5% NaCl." *Konferensi Ilmiah Teknologi Texmaco* 1, 99-103.
- Priyambodo, B.H., 2011. "Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekerasan, Struktur Mikro dan Laju Korosi Lapisan *Chromate Coating* pada Logam Aluminium." Universitas Gadjah Mada.
- Podgornik, B., O. Massler, F. Kafexhiu, and M. Sedlacek. 2018. "Crack Density and Tribological Performance of Hard-Chrome Coatings." *Tribology International* 121(January):333–40. Retrieved (<https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.01.055>).
- Riyadi, Tri Widodo Besar and Masyrukan. 2017. "Hardness and Wear Properties of Laminated Cr-Ni Coatings Formed by Electroplating." *AIP Conference Proceedings* 1831:020034–36.
- Riyadi, Tri Widodo Besar, Sarjito, Masyrukan, and Ricky Ary Riswan. 2017. "Mechanical Properties of Cr-Cu Coatings Produced by Electroplating." *AIP Conference Proceedings* 1855(June 2017).
- Solehudin, Agus and Uum Sumirat. n.d. "Pengaruh Temperatur Perlakuan Panas Hasil Pelapisan Cu-Ni Pada Baja Karbon ST-37 Terhadap Sifat Mekanik." (207):1–7.
- Soltanieh, M., H. Aghajani, F. Mahboubi, and Kh A. Nekouee. 2012. "Surface Characterization of Multiple Coated H11 Hot Work Tool Steel by Plasma Nitriding and Hard Chromium Electroplating Processes." *Vacuum*