

Studi Durasi Electroplating Ni-Cr pada AISI 316L terhadap Laju Korosi dalam Media 3,5% NaCl

Bambang Hari Priyambodo¹, Rizqi Ilmal Yaqin²

¹ Jurusan Teknik Mesin

Akademi Teknologi Warga Surakarta

Jl. Raya Solo Baki Km. 2, Krawasan, Sukoharjo, Indonesia

² Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik

Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika No.2, Yogyakarta, 55281 Indonesia

Kata kunci:

AISI 316L, *electroplating*, laju korosi, 3,5% NaCl.

Email penulis:

bambang.hari.priyambodo@gmail.com

Abstract

AISI 316L banyak digunakan pada industri minyak dan gas serta petrokimia karena memiliki sifat mekanis dan ketahanan korosi yang baik. Namun demikian, AISI 316L masih dapat ditingkatkan lagi agar ditemukan material baru yang lebih unggul. Salah satu rekayasa material tersebut dengan metode *electroplating*. *Electroplating* adalah proses pelapisan dengan metode elektrolisis yang berlangsung dalam larutan elektrolit. Parameter *electroplating* yang digunakan yaitu dengan lapisan dasar nikel dilanjutkan pelapisan krom durasi 15, 20, 25 dan 30 menit. Diperoleh hasil proses *electroplating* Ni-Cr dapat meningkatkan kekerasan dan laju korosi pada media 3,5% NaCl pada temperatur 80^o C. Kekerasan akan meningkat seiring bertambahnya durasi proses *electroplating*.

1. Pendahuluan

Baja tahan karat adalah salah satu bahan yang banyak digunakan dalam bidang industri minyak dan gas karena memiliki sifat mekanis dan ketahanan korosi yang baik (Chang, dkk. 2008) terhadap lingkungannya. AISI 316L adalah salah satu jenis baja tahan karat austenit. Sifat mekanis dan ketahanan korosi yang baik ini dikarenakan unsur paduan utamanya. Unsur paduan utama penyusun AISI 316L yaitu rendahnya unsur karbon (< 0,03%), dan penambahan molybdenum (< 2%). Keberadaan kromium sendiri dapat meningkatkan ketahanan korosi dikarenakan kromium dapat membentuk lapisan pasif di permukaan bahan. Namun, penambahan unsur *molybdenum* meningkatkan ketahanan korosi sumuran pada material ketika berada pada kondisi lingkungan klorida. Rendahnya kandungan karbon pada penyusun paduan utamanya dapat mengurangi terjadi kromium karbida pada temperatur yang tinggi. Karbida kromium ini dapat menyebabkan *intergranular crack*. AISI 316L yang memiliki sifat mekanik yang baik dan ketahanan korosi yang baik ini biasanya digunakan pada sistem penting pada industri yang memiliki lingkungan korosif (Huang, dkk. 2009).

Secara umum baja tahan karat AISI 316L memiliki ketahanan korosi yang baik dan sifat mekanis yang baik. Namun, disisi lain adanya korosi lokal yang selalu menyerang paduan baja tahan karat menyebabkan kegagalan, fenomena ini sering ditemui pada industri destilasi dan petrokimia (Lin, dkk., 2004). Adanya penambahan temperatur pemanasan saat beroperasi di industri menyebabkan semakin cepatnya lingkungan untuk bereaksi.

Laju korosi sumuran yang menyerang AISI 316L pada larutan klorida dapat meningkat dengan berubahnya kondisi lingkungan korosi seperti larutan kimia atau temperatur (Zahrani, dkk., 2010). Secara umum kombinasi antara konsentrasi karbon dioksida dan temperatur sangat penting berpengaruh pada perilaku dan mekanisme korosi sumuran. Kromium sendiri adalah salah satu unsur yang dapat menahan laju korosi. Semakin mengingatnya konsentrasi kromium dapat meningkatkan ketahanan korosi pada permukaan bahan.

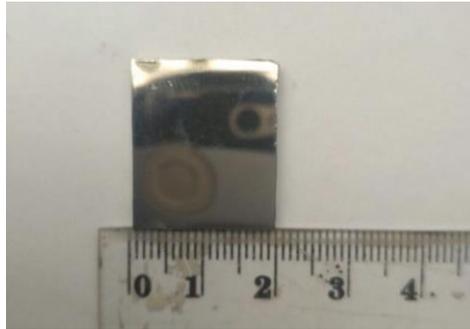
Electroplating adalah proses perlakuan permukaan yang berlangsung dalam larutan elektrolit (Piyambodo, 2011). Aliran listrik dialirkan ke anoda dan katoda, dimana katoda adalah substrat yang berfungsi sebagai bahan pelapis permukaan material sedangkan anoda adalah material yang di lapisnya. Adanya penambahan perlakuan *electroplating* diharapkan dapat meningkatkan ketahanan korosi dan kekerasan permukaan bahan (Ramana, dkk., 2009).

Adanya lapisan pada permukaan diharapkan dapat menurunkan laju korosi pada AISI 316L. lapisan ini dapat terbentuk karena proses *electroplating* Ni-Cr. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh durasi *electroplating* terhadap kekerasan, tebal lapisan, dan laju korosi pada media 3,5% NaCl dengan temperatur 80°C sesuai keadaan beroperasi material pada industri minyak dan gas serta petrokimia.

2. Metode Penelitian

2.1. Spesimen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah AISI 316L. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu stainless steel AISI 316L berbentuk plat dengan tebal 3 mm kemudian dipotong dengan ukuran 2x2 cm. Selanjutnya permukaan dihaluskan dengan kertas amplas dibantu alat orbital sander dengan grade amplas 400, 600, 800, 1000, dan 2000. Setelah dihaluskan dengan amplas, selanjutnya spesimen di finishing menggunakan autosol metal polish untuk menghilangkan goresan dan membuat permukaan spesimen lebih halus.



Gambar 1. Gambar spesimen.

2.2. Electroplating

Setelah hasil analisis GC/MS dan komposisi asam lemak dan dengan menerapkan persamaan Gunstone, ditentukan komposisi trigliserida dari empat kelompok (GS3, GS2U, GSU2 dan GU3) pada asam lemak.



Gambar 2: Proses *electroplating*

2.3. Pengujian

Pengujian kekerasan akan dilakukan dengan metode uji kekerasn mikro vickers dan menggunakan indentor berbentuk piramida yang terbuat intan pada bagian dasarnya berbentuk bujur sangkar. Pengujian menggunakan standar ASTM E384 dengan pemberian beban 100 gram selama 10 detik.

Pengujian stuktur mikro dilakukan untuk mengetahui perubahan kondisi struktur mikro pada spesimen AISI 316L yang terbentuk setelah dilakukan *shot peening*. Pemotongan dilakukan adalah arah lateral untuk mendapatkan penampang melintang, kemudian spesimen dihaluskan dengan kertas amplas 400, 800, 1200, 2000, dan 5000. Proses selanjutnya spesimen dipoles dengan menggunakan *autosol* atau pengkilap logam dengan bantuan kain beludru sampai minim goresan. Proses etsa dilakukan dengan *aqua regia etching reagent* komposisi 45ml HCl dan 15ml HNO₃. Permukaan spesimen diamati dengan menggunakan foto mikroskop dan optilab yang dihubungkan dengan komputer.

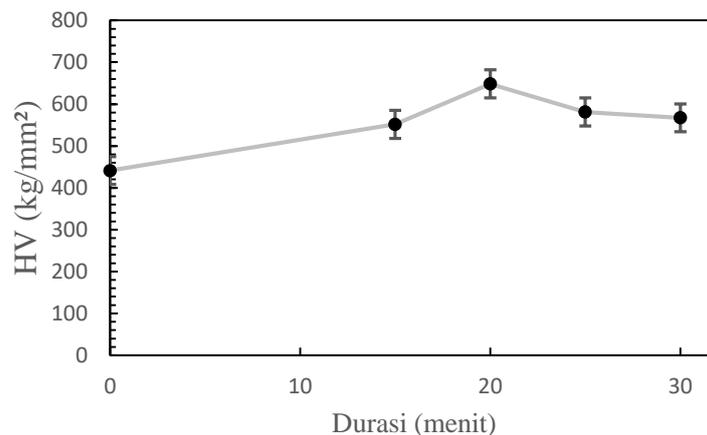
Pengujian korosi dilakukan dengan menggunakan alat uji korosi dengan merk *Ametek* tipe *Versastat 4*. Media elektrolit yang dipakai menggunakan 3,5% NaCl dan dipanaskan pada suhu 80°C. Pengujian korosi dilakukan pada spesimen raw material dan material yang telah dilakukan proses *electroplating*.

Nilai laju korosi ditentukan dengan nilai I_{corr} , dimana nilai laju korosi suatu logam akan sebanding dengan harga I_{corr} . Data I_{corr} yang diperoleh merupakan hubungan antara beda potensial yang diinputkan dengan besarnya arus yang terjadi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kekerasan

Electroplating Ni-Cr dapat meningkatkan nilai kekerasan pada permukaan suatu bahan (Silva, dkk., 2009). Parameter durasi waktu dan arus proses *electroplating* sangat mempengaruhi kekerasan permukaan spesimen. Gambar 3 menunjukkan kenaikan kekerasan seiring bertambahnya waktu hingga pada durasi 20 menit. Apabila durasi ditambahkan melebihi 20 menit, kekerasan dapat menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Nilai kekerasan AISI 316L sebelum dilakukan *electroplating* adalah 441,3 kgf/mm². Terjadi peningkatan kekerasan menjadi 551,6 kgf/mm² setelah dilakukan *electroplating* krom. Kenaikan nilai kekerasan disebabkan adanya lapisan pada permukaan hasil dari proses *electroplating*. Walaupun ketebalan lapisan yang dihasilkan sangat tipis, unsur krom dapat meningkatkan kekerasan permukaan. Hasil pelapisan *electroplating* akan menaikkan nilai kekerasan permukaannya seiring bertambahnya durasi *electroplating* hingga 20 menit sebesar 648,2 kgf/mm². Durasi setelah 20 menit (25 dan 30 menit) kekerasan permukaan akan menurun seiring bertambahnya durasi *electroplating Cr*. Penurunan kekerasan permukaan setelah 20 menit akan menurun secara perlahan dari 581,2 kgf/mm² hingga 567,3 kgf/mm².

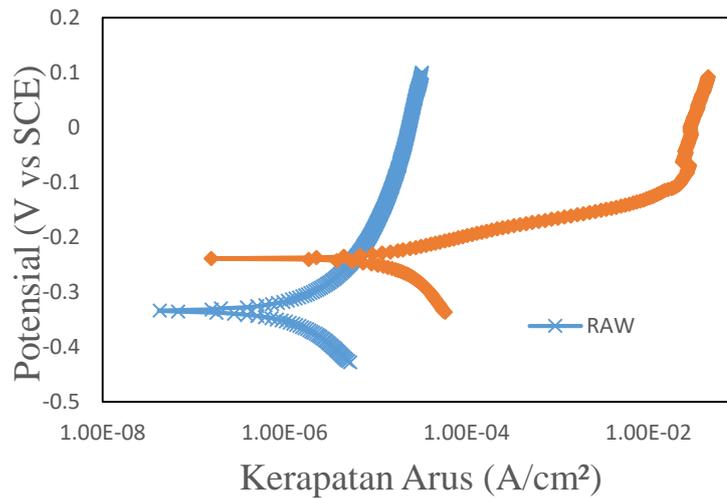


Gambar 3. Pengaruh durasi *electroplating* pada kekerasan permukaan.

3.2. Laju Korosi

Gambar 4 menunjukkan tabel hasil pengujian korosi metode potensiodinamik dengan perbedaan perlakuan *electroplating*. Penambahan lapisan krom dengan *electroplating* akan menyebabkan tabel bergerak keatas. Kenaikan potensial pengaruh durasi *electroplating* secara berturut turut dari -333,4 mV menuju -238,9 mV. Fenomena tersebut hampir sama penelitian yang di lakukan Chang, dkk., (2008). Material yang dilapisi akan semakin anodik dibandingkan nilai potensial korosi material yang tidak terlapsi (Sunardi, dkk., 2015 dan Yaqin, dkk., 2017). Kurva tabel yang bergerak ke atas menunjukkan ke arah potensial nobel.

Tabel 1 dapat diamati bahwa nilai laju korosi berpengaruh pada kekuatan lapisan yang di hasilkan proses *electroplating*. Terlihat bahwa nilai laju korosi semakin meningkat dengan adanya proses *electroplating Ni-Cr*. Hal tersebut dikarenakan adanya ion klorida yang sangat reaktif pada lapisan pasif berupa kromium oksida (Cr₂O₃). Lapisan pasif ini lah yang dapat mempercepat laju korosi.



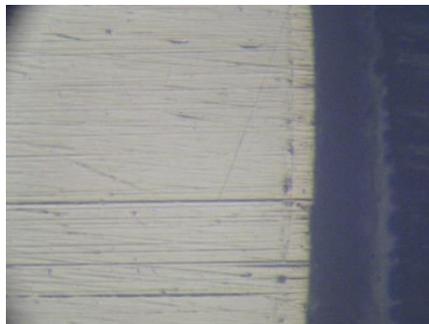
Gambar 4: Hasil uji korosi pengaruh *electroplating* pada 3,5% NaCl suhu 80°C

Tabel 1 : Hasil uji korosi pengaruh *electroplating* pada 3,5% NaCl suhu 80°C

Spesimen	Raw	Ni-Cr
I _{corr} (A/cm ²)	1.193	7.205
E _{corr} (mV)	-333.4	-238.9
Laju korosi (mpy)	0.489	2.952

3.3. Ketebalan Lapisan

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa proses *electroplating* dapat menciptakan ketebalan lapisan pada permukaan (Yin., 2011). Nilai ketebalan pada proses *electroplating* Ni-Cr yaitu 32,5µm. Ketebalan lapisan dikarenakan adanya penumpukan partikel pelapis dan berkombinasi menjadi populasi yang membuat lapisan tebal. Ketebalan lapisan sendiri sangat berpengaruh dalam menahan laju korosi pada permukaan serta memberikan sifat mekanis seperti kekerasan permukaan. Lapisan hasil *electroplating* dapat meningkatkan laju korosi dalam media 3,5% NaCl pada temperatur 80°C.



Gambar 5: Pengaruh durasi *electroplating* pada kekerasan permukaan

4. Kesimpulan

Hasil percobaan yang dilaporkan dalam makalah ini mengungkapkan bahwa proses *electroplating* Ni-Cr dapat meningkatkan kekerasan pada permukaan namun menurunkan ketahanan korosi dalam media 3,5% NaCl pada temperatur 80°C. Kekerasan akan meningkat seiring bertambahnya durasi proses *electroplating*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada laboratorium bahan teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri UGM yang telah memfasilitasi penulis dalam perlakuan *electroplating Ni-Cr* dan pengujiannya terhadap penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Chang, Kung-Chin. (2008). "Effect of Amino-Modified Silica Nanoparticles on the Corrosion Protection Properties of Epoxy Resin-Silica Hybrid Materials." *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 8(6): 3040–49.
- Huang, C.A., Lin, C.K., & Chen, C.Y. (2009). Hardness variation and corrosion behavior of as-plated and annealed Cr-Ni alloy deposits electroplated in a trivalent chromium-based bath. *Surface and Coatings Technology*, 203(24), 3686–3691. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2009.05.047>
- Lin, C.T., & Lin, K.L. (2004). Effects of current density and deposition time on electrical resistivity of electroplated Cu layers. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 15(11), 757–762. <https://doi.org/10.1023/B:JMSE.0000043425.91103.da>
- Zahrani, M.E., Saatchi, A., & Alfantazi, A. (2010). Pitting of 316L stainless steel in flare piping of a petrochemical plant. *Engineering Failure Analysis*, 17(4), 810–817. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2009.10.015>
- Priyambodo, B.H. (2011). [Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekerasan, Struktur Mikro dan Laju Korosi Lapisan Chromate Coating pada Logam Aluminium](#). Universitas Gadjah Mada
- Ramana, K.V.S., Anita, T., Mandal, S., Kaliappan, S., Shaikh, H., Sivaprasad, P.V., Khatak, H.S. (2009). Effect of different environmental parameters on pitting behavior of AISI type 316L stainless steel: Experimental studies and neural network modeling. *Materials and Design*, 30(9), 3770–3775. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.01.039>
- Silva, C. C., Farias, J. P., & de Sant'Ana, H. B. (2009). Evaluation of AISI 316L stainless steel welded plates in heavy petroleum environment. *Materials and Design*, 30(5), 1581–1587. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2008.07.050>
- Sunardi, Iswanto, P. T., & 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 TEKNIKA*, 18(2), 160–167.
- Yaqin, R.I., Iswanto, P.T., Priyambodo, B.H., & Maliwemu, K.E.U. (2017). Pengaruh durasi shot peening terhadap struktur mikro dan kekerasan permukaan pada AISI 316L. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK)*, Vol. III, 0–4.
- Wibowo, T.N., Iswanto, P.T., Priyambodo, B.H., & Amin, N. (2016). Pengaruh Variasi Waktu Shot Peening terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Permukaan Pada Material Implan AISI 304, *Jurnal ROTOR*, ISSN 2460-0385.
- Yin, Z.F., Feng, Y.R., Zhao, W.Z., Yin, C.X., & Tian, W. (2011). Pitting corrosion behaviour of 316L stainless steel in chloride solution with acetic acid and CO₂. *Corrosion Engineering Science and Technology*, 46(1), 56–63. <https://doi.org/Doi.10.1179/147842208x388780>