

Pengaruh jarak antar Katoda-Anoda pada Elektroplating terhadap tebal, korosi, dan juga interphase Lapisan Nikel

Dikky Antonius^{1)*}, Budiarto²⁾, Kimar Turnip³⁾, Defto Purba⁴⁾, Irvan Ambarita⁵⁾

^{1,2,3,4)}Jurusan Teknik Mesin Universitas Universitas Kristen Indonesia, Cawang Jakarta Timur.

Abstrak

Studi perbandingan kualitas interphase hasil elektrolisis-nikel yang dipengaruhi oleh jarak anoda-katoda dilakukan di penelitian ini. Larutan Elektrolit yang digunakan adalah campuran dari NiCl_2 , NiSO_4 dan BaCO_3 dengan konsentrasi yang tetap untuk tiap sampelnya, sementara jarak anoda-katoda diatur pada 10 cm, 15cm, dan 20cm. Kerapatan arus yang digunakan adalah 20mA/cm^2 . Lapisan paling tebal dihasilkan pada sampel dengan jarak 10cm dengan ketebalan hingga $30\mu\text{m}$. Namun sampel ini menghasilkan penampakan interphase paling kasar (penuh lubang dan cacat). Sedang lapisan interphase yang paling baik ditunjukkan oleh sampel dengan jarak 20cm dengan ketebalan paling minim. Sementara ketahanan korosi paling rendah ditunjukkan oleh sampel 1 dengan jarak 10cm yang disebabkan karena cacat yang dihasilkan pada lapisan interphase. Sementara Sampel 2 dan 3 mempunyai ketahanan korosi yang hampir sama. Hal ini membuktikan bagaimana Lapisan interphase mempengaruhi karakteristik dari material pada pelapisan nikel.

Kata kunci: interphase, Fe-Ni, nikel elektroplating

Abstract

A study of interphase of Nickel-electroplating varied in anode-cathode distance was conducted. Electrolyte solution made from constant concentration of NiCl_2 , NiSO_4 and BaCO_3 for each samples, while the distance between anode-cathode was set in 10cm, 15cm, and 20cm. 20mA/cm^2 current density was applied for every sample. The thickest coating ($30\mu\text{m}$) produced in the first sample which set in 10cm anode-cathode distance. However, the coarsest interphase filled with holes and defect was shown by SEM image. Meanwhile, the best interphase image was produced by the third sample which set in 20cm anode-cathode distance along with the thinnest film. The worst corrosion test produced in the third samples which set in 10cm anode-cathode as a result of the defects/holes in the interphase layer. Meanwhile, the similar corrosion resistance was produce by second and third samples. Therefore, it is proved that the quality of interphase layer will determine the characteristic of material.

Keywords: Flow measurement, orifice meter, pressure differential

1. Pendahuluan

Logam besi (Fe) adalah logam yang ketersediaannya cukup besar dalam bumi ini, bahkan di Indonesia. Logam Ferrous pada dasarnya merupakan logam yang mempunyai nilai kekerasan (hardness value) yang tinggi, tepatnya 608MPa skala Vickers. Nilai ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan logam-logam lainnya yang umum digunakan seperti aluminium (350MPa skala Vickers). Ditambah lagi, titik lebur besi yang sangat tinggi (1538°C) membuat variasi aplikasi pemakaian besi menjadi jauh lebih luas, khususnya pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan temperatur tinggi. Titik lebur ini, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan aluminium yang hanya berkisar di 660°C . Kedua kelebihan ini merupakan hal utama yang membuat besi menjadi material yang cukup diminati dalam pemilihan bahan dasar pembuatan-pembuatan mesin atau produk-produk lainnya yang lebih sederhana.

Namun besi juga mempunyai beberapa kelemahan yang cukup fatal. Massa jenis besi yang sangat tinggi (7.89 g/cm^3) membuatnya menjadi bahan dasar yang berat, sehingga biasanya sangat sulit dalam hal mobilisasinya (pindahannya). Massa jenis aluminium bernilai 3 kali jauh lebih rendah (2.375 g/cm^3). Kelemahan fatal lain dari besi adalah sifat reaktifnya terhadap oksigen (O_2) yang membuat logam ini sangat mudah teroksidasi dan mengalami korosi hanya dengan membiarkannya pada udara terbuka.

Untuk mengatasi kelemahan ini, diperlukan proses tambahan berupa pembuatan protective layer (biasanya ukuran mikron). Protective layer ini berfungsi menghambat kontak antara besi (Fe) dengan oksigen (O_2), sehingga proses pembuatan oksida (korosi) dapat dihambat.

Pembuatan protective layer ini dapat dibuat dengan berbagai cara seperti Electroplating, Arc-spraying, Micro-arc Oxidation, Electroless plating, Galvanizing, dsb. Micro-arc Oxidation dan Arc-spraying adalah pelapisan paling mutakhir saat ini, namun keduanya membutuhkan voltase yang sangat tinggi ($15000\text{V} - 20000\text{V}$). Oleh karena itu maka biaya yang dibutuhkan sangatlah tinggi pula. Kedua proses ini biasa dipakai pada perusahaan-perusahaan dengan teknologi mutakhir. Namun umumnya kebutuhan coating ini bisa terjawab dengan proses electroplating saja.

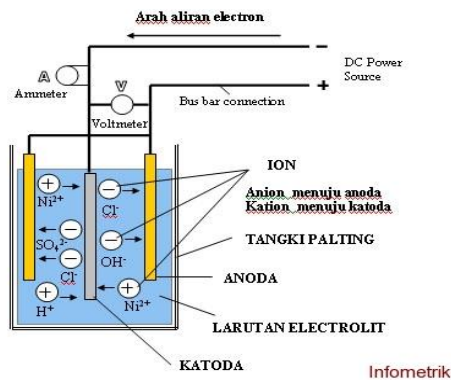
Proses electroplating adalah pembuatan protective layer dengan mengalirkan arus listrik dari anoda menuju katoda melalui larutan elektrolit. Katoda dan anoda dicelupkan dalam larutan yang berperan sebagai penghantar electron, sekaligus pemecah dari logam anoda (yang berupa logam pelindungnya) untuk dihantarkan kepada katoda (logam substrate/logam yang akan dilindungi). Logam pelindung yang akan terbentuk di atas besi ditempelkan pada kutub positif (anoda), sedangkan logam induk (yang akan dilindungi, dalam hal ini besi) akan ditempel pada

*Korespondensi: Tel./Fax.: No telp atau hp anda / No fax anda

E-mail: alamat_email_anda

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2017

kutub negatif (katoda). Elektron akan bergerak dari kutub negatif (katoda) menuju kutub positif (anoda). Proses dari electroplating dengan nikel sebagai logam pelindung dapat digambarkan seperti pada gambar 1.



GAMBAR 1. SKEMA ELEKTROPLATING

Pada proses Electroplating, ada beberapa variabel yang dapat mempengaruhi kualitas dari coating. Kualitas coating yang dimaksud disini meliputi tebal coating, adhesif antara coating dan substrate, hardness value dari material dan lainnya.

Noor Setyo [3] dan Sugiarta [4] tahun 2012 telah meneliti pengaruh kuat arus pada pelapisan nikel dan nikel hard-chromium dengan sampel AISI400. Penelitian ini menunjukkan bahwa ketika kuat arus bertambah, maka tebal coating (protective layer) akan bertambah secara linier sesuai dengan prediksi dari Michael Faraday tentang Electroplating. Penelitian ini juga menunjukkan nilai kekerasan (Hardness Vickers) dan juga ketahanan korosi yang juga meningkat. Salwin Anwar [5] menjelaskan pengaruh voltage pada kualitas coating. Tebal coating menunjukkan tendensi yang sama dengan pengaruh arus listrik terhadap coating.,

Febryan Andinata [6] pada tahun yang sama menjelaskan dan mengekspos pengaruh pH – bisa mewakili pengaruh konsentrasi larutan – terhadap tebal coating. Dari data yang ia sampaikan, penurunan tebal coating yang linier seiring dengan kenaikan dari pH. Penurunan tebal ini dikarenakan konduktifitas dari elektrolit yang meningkat seiring meningkatnya nilai pH. Diketahui konduktivitas dari fluida akan meningkat seiring fluida semakin bersifat asam (menurunnya nilai pH), dan konduktivitasnya akan semakin menurun ketika fluida semakin bersifat basa (meningkatnya nilai pH). Konduktivitas yang lemah akan mengakibatkan elektron semakin sulit ditransfer, dan membuat ion positif Nikel sulit ditransfer atau berpindah ke logam besi.

I Ketut Suarsana [7] (2008) juga menyelidik pengaruh waktu (time) terhadap kualitas coating yang dilapiskan pada tembaga. Data memperlihatkan tentang kenaikan tebal coating, sekaligus kenaikan brightness ketika, waktu operasi dalam electroplating bertambah. Namun pada waktu yang terlalu lama, brightness yang dihasilkan menurun drastic

Basmal [8] dengan penelitiannya yang cukup kompleks memperkenalkan pengaruh waktu dan suhu dari proses electroplating terhadap ketebalan coating. Data menunjukkan bagaimana ketebalan coating dan juga kekasaran meningkat seiring meningkatnya suhu/temperatur elektrolit.

Reny Afriani [9] dengan penelitiannya menunjukkan pengaruh konsentrasi larutan terhadap ketebalan coating pada Baja Karbon Rendah. Data menunjukkan bagaimana pola yang sama muncul ketika kuat arus yang diatur menjadi variabel bebas.

Bambang Santosa [10] juga menjelaskan tentang parameter-parameter yang lebih lengkap seperti suhu, waktu dan arus listrik dalam mencari impaknya terhadap tebal coating. Namun sayangnya penelitian ini terfokus terhadap ketebalan coating saja.

Dari hasil penelitian-penelitian diatas, terlihat bagaimana peneliti-peneliti sebelumnya mengkespos secara lengkap tentang parameter-parameter electroplating dan pengaruhnya terhadap tebal coating, kekerasan, kekasaran, dsb. Namun tidak ada satu paperpun yang membahas tentang adhesion (kelekatan) antara lapisan nikel dan juga lapisan besinya. Tidak ada satu paperpun juga yang membahas tentang lapisan antara Nikel dan Besi yang mungkin terbentuk (interphasenya). Kelekatan yang lemah dapat membuat lapisan coating sangat mudah terkelupas dan tentunya membuat besi mudah korosi. Oleh karena itu, lapisan coating yang baik, tidak bisa hanya dilihat dari segi visual dan tebalnya saja, namun juga dilihat dari lapisan interphase dan adhesionnya. Ditambah lagi, tidak ada satu paperpun yang membahas tentang pengaruh jarak anoda, katoda terhadap lapisan nikel yang terbentuk

Oleh karena itu, maka peneliti akan mengangkat topik “Pengaruh jarak antar Katoda dan Anoda pada Elektroplating terhadap tebal, kekerasan, dan juga adhesion dari Lapisan nikel”

2. Metode Penelitian

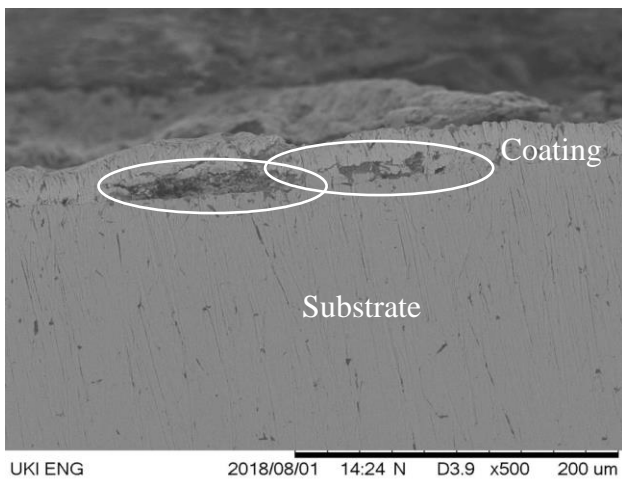
Sampel yang digunakan adalah logam baja karbon rendah tipe AISI 3000 dengan ukuran 10x4x2.5cm. Sampel diampelas menggunakan kertas amplas secara berkala, dari mulai grit 80 hingga grit 2000. Kemudian kembali dipolish dengan menggunakan kertas polish serta Al₂O₃ sebagai pembilas.

Kemudian sampel dicuci dengan menggunakan ultrasonic cleaner sementara direndam dalam alcohol. Pencucian dilakukan selama 10 menit. Kemudian sampel dibilas kembali menggunakan alcohol dan dikeringkan menggunakan dryer

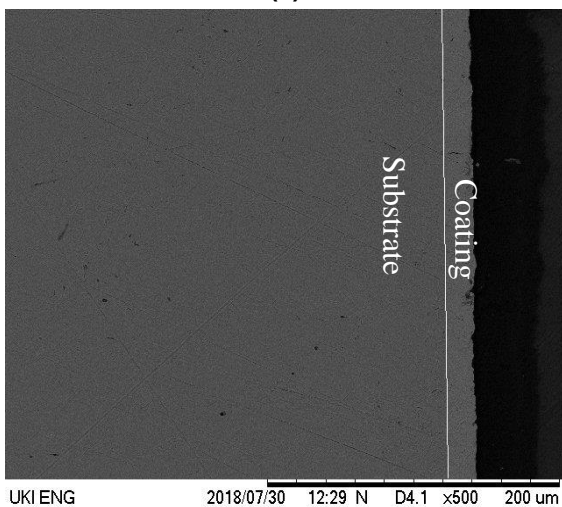
Larutan elektrolit yang digunakan adalah NiCl₂, NiSO₄, dan BaCO₃ dengan konsentrasi masing-masing 50gr/l, 180gr/l dan 30gr/l. Larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 400 rpm serta dengan pemanasan hingga temperatur 60oC.

Kemudian sampel ditempel pada katoda dan jarak anoda-katoda diatur pada 10cm, 15cm dan 20cm. Untuk masing-masing jarak, dilakukan 2 percobaan (2 sampel). Skema electroplating yang dibuat sama persis dengan Gambar 1. Sedang anoda yang digunakan adalah Stainless steel..

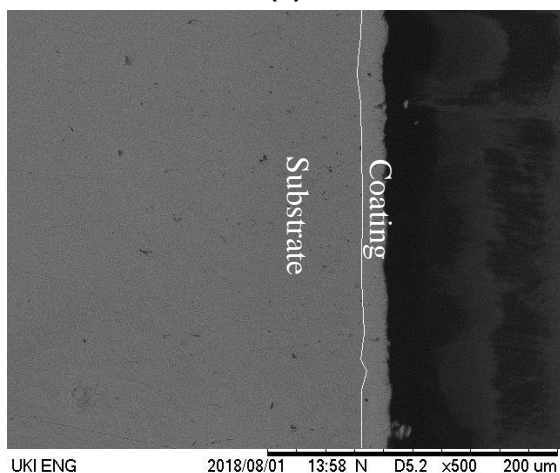
3. Hasil dan Pembahasan



(a)



(b)



(c)

Gambar 2 Hasil SEM-500x untuk (a) Jarak 10cm anoda-katoda (b) Jarak 15cm anoda-katoda (c) Jarak 20cm anoda-katoda

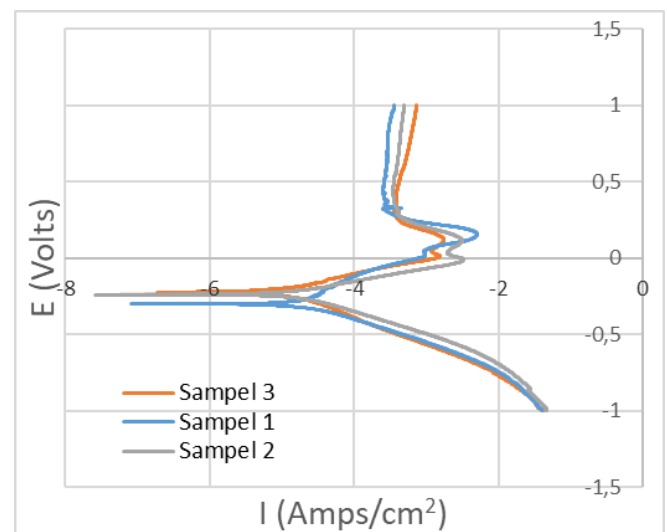
Dari Gambar SEM terlihat jelas bahwa sampel dengan jarak anoda-katoda 20cm mempunyai interphase yang lebih baik dibandingkan sampel yang lainnya. Pada sampel dengan jarak anoda-katoda

10cm dan 20cm, terdapat banyak defect yang terbentuk pada lapisan antara (interphase). Defek ini terjadi akibat kontak yang tidak sempurna antara ion Ni^+ dan Fe. Semakin dekat jarak anoda-katoda, maka terlihat semakin banyak defect yang terjadi pada lapisan interphase. Tidak hanya itu, lapisan permukaan nikel yang terbentuk pada jarak anoda-katoda 20cm, terlihat jauh lebih halus dibandingkan hasil yang dibentuk pada proses electroplating pada jarak 10cm dan 15cm.

Tabel 2. Tebal Coating untuk masing-masing sampel

Sampel	Jarak	Time	Coating
Sampel 1-1	10cm	30 menit	34 μ m
Sampel 1-2		30 menit	30 μ m
Sampel 1-3		30 menit	28 μ m
Sampel 2-1	15cm	30 menit	20 μ m
Sampel 2-2		30 menit	22 μ m
Sampel 2-3		30 menit	22 μ m
Sampel 3-1	20cm	30 menit	20 μ m
Sampel 3-2		30 menit	19 μ m
Sampel 3-3		30 menit	19 μ m

Jarak yang semakin dekat antara anoda dan katoda membuat aliran listrik menjadi semakin cepat dan membentuk medan magnet yang saling mengganggu. Terganggunya medan magnet ini akan mempengaruhi pembentukan nikel pada lapisan permukaan baja.



Gambar 3. Hasil Uji Korosi Untuk masing-masing Sampel

Hasil uji korosi diperlihatkan pada Gambar III. Dari Gambar terlihat bahwa korosi pada sampel 1 – yaitu jarak anoda-katoda 10cm – menempati sampel dengan ketahanan korosi paling rendah (corrosion rate 29,556MPY) dengan fitting corrosion amp ($6,459 \times 10^5$ Amp/cm²), sementara sampel 2 dan sampel 3 dengan jarak anoda-katoda 15cm dan 20cm mempunyai ketahanan korosi yang hampir sama (6,3323 MPY, 6,887MPY) dengan fitting corrosion rate ($1,5 \times 10^5$; $1,38 \times 10^5$ Amp/cm²). Hal ini disebabkan cacat-cacat yang dipunyai oleh sampel 1. Walau sampel 1 menghasilkan ketebalan yang cukup besar, namun cacat pada lapisan interphase menyebabkan larutan

mudah untuk melakukan peneterasi. Dengan demikian, kualitas interphase dari hasil lapisan jelas mempengaruhi kualitas material tersebut.

4. Simpulan

Fenomena-fenomena yang terjadi pada eksperimen diatas menunjukkan beberapa kesimpulan, yaitu:

Bahwa jarak anoda-katoda akan mempengaruhi kualitas interphase dari pembentukan lapisan protective layer nikel electroplating. Medan magnet yang saling berintervensi ketika anoda dan katoda didekatkan, akan membuat pembentukan nikel terhalang, dan akhirnya akan membuat cacat/defek pada lapisan interphase.

Jarak anoda-katoda jelas mempengaruhi tebal lapisan nikel yang dibuat. Dalam eksperimen ini, ketebalan tertinggi ditunjukkan pada sampel dengan jarak anoda-katoda terdekat (10cm) yaitu sebesar 30 μ m. Walaupun demikian, keseragaman tebal lapisan nikel pada sampel ini sangat timpang sehingga menghasilkan lapisan yang sangat kasar. Sementara, lapisan nikel yang lebih tipis namun seragam ditunjukkan oleh sampel 2 dan sampel 3 dengan jarak anoda-katoda 15cm dan 20cm.

Jarak anoda-katoda jelas mempengaruhi ketahanan korosi dari sampel yang dihasilkan. Ketahanan korosi yang dihasilkan sampel 1 merupakan ketahanan yang paling buruk, yang diakibatkan oleh lubang dan cacat yang berada pada lapisan interphase. Sementara 2 sampel lainnya menghasilkan lapisan yang lebih tahan korosi dengan ketahanan korosi yang mirip

Pada penelitian ini, karakteristik yang dipengaruhi oleh lapisan interphase jelas ditunjukkan dengan uji korosi. Namun data yang lebih lengkap akan sangat melengkapi penelitian ini pada pengujian leleh (wear resistance), atau uji kekerasan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Universitas Kristen Indonesia yang telah mendanai penelitian ini, saudara Defto, Saudara Irvan, Saudara Rukun dan Saudara Romeo sebagai laboran yang membantu dalam penelitian ini, serta Universitas Mercubuana yang telah menyediakan laboratoriumnya untuk Uji Korosi. Serta kepada pihak-pihak lainnya yang telah membantu secara langsung, maupun tidak langsung, dalam penelitian lapangan maupun secara administratif.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Novitasari, "Slideshare," 12 October 2017. [Online]. Available :<https://www.slideshare.net/yufiendanovitasari/sumber-daya-dan-cadangan-80722003>. [Accessed 25 4 2018].
- [2] P. Gautama, "Infometrik.com," Infometrik, 14 August 2009. [Online]. Available: <http://www.infometrik.com/2009/08/pelapisan-logam-bagian-1/>. [Accessed 25 4 2018].
- [3] N. Setyo and V. Malau, "Pengaruh Kuat Arus pada Pelapisan Nikel dan nickel-hard chromium plating terhadap sifat fisis dan mekanis

permukaan Baja AISI 410," in Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SNST), Semarang, 2012.

- [4] Sugiarta, A. Bayuseno and S. Nugroho, "Pengaruh konsentrasi Larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel untuk baja karbon rendah," Rotasi, vol. 14, no. 4, pp. 23-27, 2012.
- [5] S. Anwar, "Variabel Tegangan Terhadap Hasil Electroplating pada alat penyepuhan Logam," Poli Rekayasa, vol. 4, pp. 42 - 49, 2008.
- [6] F. Andinata, F. Destyorini, E. Sugiarti, Munasir and K. Zaini, "Pengaruh pH Larutan Elektrolit terhadap Tebal Lapisan Elektroplating nikel pada Baja ST 37," Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA), vol. 2, no. no.2, pp. 48 - 52, 2012.
- [7] I. K. Suarsana, "Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam khrom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan," Jurlan Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, vol. 2, no. No.1, pp. 48-60, 2012.
- [8] Basmal, Bayuseno and S. Nugroho, "Pengaruh suhu dan waktu pelapisan Tembaga-nikel pada Baja Karbon Rendah secara Elektroplating terhadap nilai ketebalan dan kekasaran," Rotasi, vol. 14, no. 2, pp. 23-28, 2012.
- [9] R. Afriyani, Kusmono and R. Soekrisno, "Pengaruh Konsentrasi Larutan dan waktu pelapisan nikel pada aluminium terhadap kekerasan," in Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, Yogyakarta, 2012.
- [10] B. Santosa and M. Syansa, "Pengaruh Parameter proses pelapisan nikel terhadap ketebalan lapisan," Jurnal Teknik Mesin, vol. 9, no. 1, pp. 25-30, 2007.
- [11] E. Barka, "Slideshare," Slideshare, 2 July 2012. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/matiheadgx3/persentat-ion-baja-carbon-aisi-1020>. [Accessed 24 April 2018].



Dikky Antonius S.T., M.Sc menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Kristen Indonesia pada tahun 2010. Pendidikan magister Teknik Mesin diselesaikan di National Taiwan University of Science and Technology, Taipei pada tahun 2014 dengan area riset tentang Ceramic Coating Technology.