

## KARAKTERISTIK BAJA KOMERSIAL (ST 37) DENGAN LAPISAN Ni-Co SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN ANTI KOROSI PADA LINGKUNGAN ASAM

Febryan Andinata

S1 Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya dan vbry4nck3p@gmail.com

Munasir, Kemas A. Zaini T.

S1 Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya  
Puslit Fisika LIPI

### Abstrak

Korosi adalah salah satu perusak bahan logam terhadap lingkungan. Oleh karena itu diperlukan adanya pelapisan dengan metode *electroplating* dan *heat treatment* pada baja komersial (ST 37), sehingga didapatkan 3 jenis sampel antara lain baja komersil (Fe), baja dengan lapisan nikel dan kobalt (Fe/NiCo) dan baja dengan lapisan ditambah perlakuan *heat treatment* (Fe/NiCo/HT). Kemudian 3 jenis sampel tersebut mengalami pengujian penguapan asam selama 44 jam dengan interval pengamatan 4, 9, 16, 25 dan 44 jam. Berdasarkan hasil struktur mikroskopis dan makroskopis di dapatkan bahwa sampel Fe/NiCo memiliki perilaku lebih baik dari Fe/NiCo/HT pada pengujian penguapan asam dengan taraf kerusakan 8 % dan Laju korosi yang didapat pada pengujian penguapan asam selama 44 jam adalah Fe sebesar 1,6 mm/tahun dengan mass loss 0,00014 gram/cm<sup>2</sup> tiap jam, sedangkan Fe/NiCo mampu menghambat laju korosi baja ST 37 1/8 kali lipat menjadi 0,3 mm/tahun dengan mass loss 0,00003 gram/cm<sup>2</sup> tiap jam dan Fe/NiCo/HT sebesar 0,8 mm/tahun atau mass loss 0,00007 gram/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Baja ST 37, *Electroplating*, *Heat Treatment*

### Abstract

Corrosion is one of the destructive metal to the environment. Therefore we need a method of electroplating coatings and heat treatment on commercial steel (ST 37), so we get three types of samples such as commercial steel (Fe), steel with a layer of nickel and cobalt (Fe / NiCo) and steel with a layer of added treatment heat treatment (Fe / NiCo / HT). Then three types of sample evaporation acid testing have developed a 44-hour observation intervals 4, 9, 16, 25 and 44 hours. Based on the results of microscopic and macroscopic structures in getting the sample Fe / NiCo has a better behavior of Fe / NiCo / HT on acid evaporation test with level 8% damage and corrosion rate obtained on evaporation test acid for 44 hours is Fe at 1.6 mm / year with a mass loss gram/cm<sup>2</sup> 0.00014 per hour, while the Fe / NiCo is able to inhibit the corrosion rate of the steel ST 37 1/8 fold to 0.3 mm / year with a mass loss gram/cm<sup>2</sup> 0.00003 per hour and Fe / NiCo / HT of 0.8 mm / yr or 0.00007 gram/cm<sup>2</sup> mass loss.

**Keywords:** Baja ST 37, *Electroplating*, *Heat Treatment*

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi manusia saat ini semakin cepat berkembang. Namun hal tersebut tetap tidak dapat dijauhkan dari penggunaan logam pada kehidupan sehari – hari, sehingga kualitas logam harus disesuaikan dengan kondisi yang dibutuhkan. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya untuk menambah kualitas logam dari bahaya kerusakan atau korosi.

Korosi adalah salah satu kerugian terbesar suatu logam. Hal ini banyak terjadi karena faktor lingkungan sehingga diperlukan cara untuk melindungi logam dari korosi terhadap lingkungan. Pelapisan logam untuk agar terhadap korosi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu cara semprot, endap, vakum, *electroplating* dan sebagainya. Sedangkan metode yang sedang berkembang pada saat ini adalah *electroplating* karena proses lapisan

yang didapat merata dan bahan dasar yang umum digunakan yaitu baja karbon. Pada dunia industri ada beberapa macam logam pelapis yang digunakan dalam proses *electroplating* seperti tembaga (Cu), Krom (Cr), Nikel (Ni) dan Kobalt (Co) (Peter T. Tang, 2008).

Nikel merupakan logam yang banyak digunakan dalam industri pelapisan logam. Nikel mempunyai sifat tahan terhadap korosi, memiliki kekuatan dan kekerasan yang cukup, keliatan yang baik, serta memiliki daya hantar listrik yang baik. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkilau halus, sehingga apabila dipoles akan tampak rupa yang indah dan mengkilap. Namun untuk menambah sifat kekuatannya maka logam nikel akan dipadukan dengan kobalt. Hal ini dimaksudkan agar dapat meningkatkan ketahanan oksidasi logam yang selama ini telah dilakukan seperti menambahkn lapisan

proteksi pada baja, misalnya proteksi yang berupa lapisan intermetalik seperti FeCo, NiCo, dan TiCo. Namun substrat yang dilapisi NiCo lebih tahan oksidasi daripada yang dilapisi FeAl (Lasota, dkk, 2003).

Paduan intermetalik NiCo mempunyai titik leleh yang tinggi, konduktivitas termal yang tinggi, dan ketahanan oksidasi yang sangat baik, sehingga sangat berpotensi sebagai pencegah oksidasi pada temperatur tinggi (Yang, dkk., 2002). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan ketahanan oksidasi baja ST 37 dengan cara melakukan pelapisan NiCo.

## METODE

### Persiapan Substrat Baja ST 37

Pada mulanya mengampelas permukaan dan sisi substrat hingga mengkilap dengan gosokan searah dan dalam aliran air agar struktur substrat tidak rusak. Lalu diukur dimensi dan massa awal substrat dilakukan dengan menggunakan jangka sorong dan timbangan digital. Kemudian substrat diikat dengan kawat nikel dan dicuci dengan agitasi ultrasonik dalam larutan aseton. Setelah itu dikeringkan dan substrat siap di *Electroplating*.

### Pembuatan Larutan Ni-strike

Mencampurkan 250 g NiCl<sub>2</sub> (sebagai sumber ion Ni) dan 125 ml HCl (untuk menurunkan pH larutan) pada gelas kimia lalu kedua bahan tersebut dilarutkan dengan aquades nanopure hingga volume 1 liter dan diaduk dengan *magnetic stirrer* pada temperatur ruang selama 2 jam dalam ruang asam.

### Pembuatan Larutan Ni-watts

Mencampurkan 313,5 g NiSO<sub>4</sub>, 45 g NiCl<sub>2</sub>, 40 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, dan 16,5 g CoSO<sub>4</sub> pada gelas kimia. Ketiga bahan tersebut dilarutkan dalam aquades nanopure hingga volume 1 liter dengan cara diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada temperatur 50 °C selama 2 jam dalam ruang asam.

### Proses *Electroplating*

Sampel substrat yang telah siap dimasukkan ke dalam larutan Ni-strike dengan rapat arus 500 mA/cm<sup>2</sup>, temperatur ruang dan dalam ruang asam. ( waktu ± 30 s ). Setelah itu substrat dikeringkan dan dimasukkan dalam larutan Ni-watts dengan rapat arus 20 mA/cm<sup>2</sup>, Selama proses *electroplating*, larutan elektrolit tetap diaduk dengan *magnetic stirrer*. ( Temperatur ± 50 °c dan waktu ± 2 jam ). Setelah proses *electroplating*, substrat dikeringkan dan ditimbang dengan Neraca Digital. Sehingga dapat dihitung tebal melalui Persamaan 1 berikut:

$$T = \frac{W}{\rho A} \quad (1)$$

*T* adalah tebal lapisan yang terbentuk (cm),

*W* adalah massa lapisan yang terbentuk (massa akhir – massa awal),

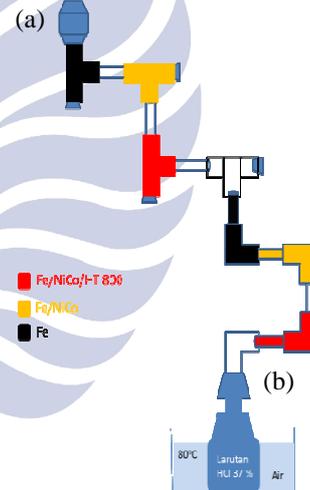
$\rho$  adalah massa jenis logam pelapis (g/cm<sup>3</sup>),

*A* adalah luas permukaan sampel (cm<sup>2</sup>).

### Proses Heat Treatment

Proses pemanasan diawali dengan menaikkan temperatur tungku dari temperatur ruang hingga mencapai 800 °C selama 2 jam, kemudian ditahan selama 5 jam pada temperatur tersebut. Argon dengan laju alir sebesar 50 ml/menit dan tekanan 1 atm dialirkan ke tungku untuk menciptakan lingkungan *inert*. Setelah ditahan selama 5 jam pada temperatur 800 °C, sampel didinginkan hingga temperatur ruang kemudian dipindahkan dari tungku. Selanjutnya sampel dicuci dan ditimbang.

### Uji Penguapan Asam

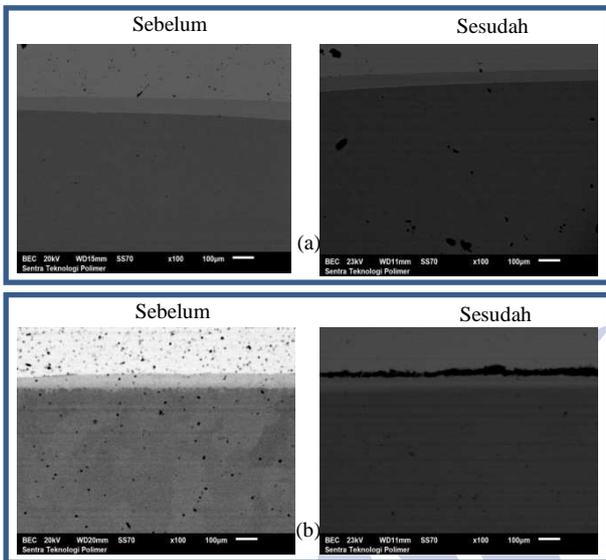


Gambar 1. Struktur Uji Penguapan Asam,(a) Wadah Sampel,(b) Karet Konektor

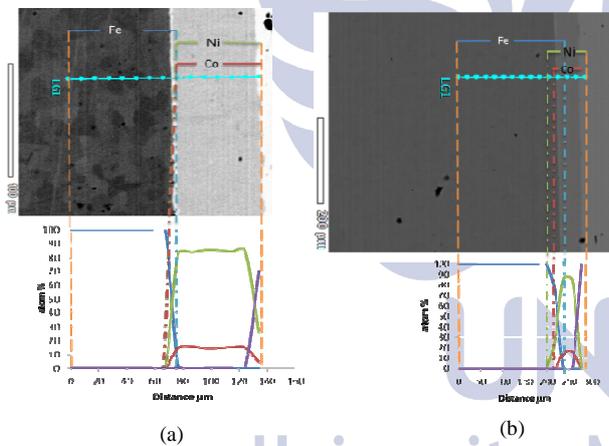
Uji Penguapan Asam pada penelitian ini dilakukan pada temperatur 80 °C dengan 1 set sampel yang terdiri atas Fe, Fe/NiCo dan Fe/NiCo/HT ditempatkan pada penguapan asam selama 44 jam dengan interval pengamatan pada 4, 9, 16, 25 dan 44 jam kemudian dianalisis dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

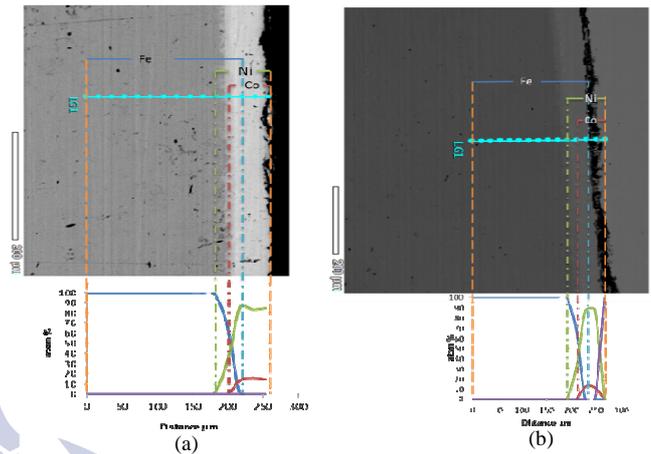
**Karakterisasi Mikro Struktur lapisan Fe/NiCo dan Fe/NiCo/HT pada Pengujian Asam.**



Gambar 2 Mikro struktur cross section dengan perbesaran 100x (a) Fe/NiCo dan (b) Fe/NiCo/HT sebelum - sesudah pengujian asam



Gambar 3 Mikro struktur cross section dengan profil konsentrasi (a) Sebelum dan (b) Sesudah pengujian asam pada Fe/NiCo



Gambar 4 Mikro struktur cross section dengan profil konsentrasi (a) Sebelum dan (b) Sesudah pengujian asam pada Fe/NiCo/HT.

Berdasarkan hasil pengamatan SEM mikro struktur (bagian atas) dan profil konsentrasi hasil EDS (bagian bawah), dapat diketahui bahwa sistem lapisan yang terbentuk pada pengujian asam dengan lapisan NiCo terdiri dari 2 layer : yaitu lapisan pertama terdiri atas lapisan deposisi dari NiCo dan lapisan kedua terdiri dari Fe. Pada Gambar 2 dapat terlihat secara fisis bahwa lapisan antara NiCo dengan Fe terdapat pembatas atau tidak terjadi keterikatan dan dimungkinkan lapisan ketika terkena gesekan mekanis akan mudah terkelupas pada sampel Fe/NiCo. Namun pada pengujian asam ini dapat dilihat Gambar 3 dan Gambar 4 bahwa dampak dari sifat korosi  $Cl^-$  masih menisakan lapisan NiCo sehingga kontak langsung antara Fe dengan  $Cl^-$  tidak terjadi sedangkan pada Fe/NiCo/HT terlihat secara fisis bahwa lapisan antara NiCo dengan Fe telah mengalami peristiwa difusi dengan masuknya nikel dan kobalt pada area dalam Fe sehingga dimungkinkan besar daya ikat lapisan NiCo kuat. Namun sesuai dengan hasil pengujian asam, Fe/NiCo/HT tidak memiliki kemampuan yang lebih baik dari Fe/NiCo dalam mempertahankan lapisan NiCo karena proses difusi Fe yang dialami pada Fe/NiCo/HT sebelum pengujian membuat lapisan NiCo semakin tipis.

**Laju korosi pada hasil pengujian**

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan laju korosi baja ST 37 tanpa lapisan dalam larutan HCl 37 % sebesar 1,6 mm/tahun dengan mass loss 0,00014 gram/cm<sup>2</sup> tiap jam, sedangkan baja ST 37 dengan lapisan NiCo mampu menghambat laju korosi baja ST 37 1/8 kali lipat menjadi 0,3 mm/tahun dengan mass loss 0,00003 gram/cm<sup>2</sup> tiap jam dan laju korosi baja ST 37 dengan lapisan NiCo dengan heat treatment sebesar 0,8 mm/tahun atau mass loss 0,00007 gram/cm<sup>2</sup>. Sehingga dimungkinkan akibat proses korosi masing – masing material terlihat bahwa

lapisan pada Fe/NiCo telah meningkatkan ketahanan korosi baja ST 37 dalam larutan asam paling baik dari Fe dan Fe/NiCo/HT.

Tabel 1. Laju korosi Fe, Fe/NiCo dan Fe/NiCo/HT Selama Proses Oksidasi

Sampel	Laju Korosi (mm/y)			
	4	9	25	44
Fe	0,350203	2,049824	0,99695	1,57501
Fe/NiCo/HT	0,518863	0,00296	1,05156	0,79099
Fe/NiCo	3,665115	1,510422	0,16868	0,27851

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dilakukan dalam rangka Tugas Akhir di Pusat Penelitian Fisika LIPI, Periode Agustus 2012, melalui kegiatan SINAS Kementerian RISTEK No. RD-2012-32.

### PENUTUP

#### Simpulan

Berdasarkan hasil struktur mikro pada sampel dan laju korosinya maka didapatkan simpulan sebagai berikut.

1. Pada penampakan fisik, sampel Fe/NiCo memiliki ketahanan korosi yang cukup baik pada penguapan asam (80°C).
2. Laju korosi yang dimiliki yang didapat pada pengujian penguapan asam selama 44 jam adalah Fe sebesar 1,6 mm/tahun dengan mass loss 0,00014 gram/cm<sup>2</sup> tiap jam, sedangkan Fe/NiCo mampu menghambat laju korosi baja ST 37 1/8 kali lipat menjadi 0,3 mm/tahun dengan mass loss 0,00003 gram/cm<sup>2</sup> tiap jam dan Fe/NiCo/HT sebesar 0,8 mm/tahun atau mass loss 0,00007 gram/cm<sup>2</sup>.

#### Saran

Berikut adalah beberapa saran dari Penulis yang perlu diperhatikan dalam penelitian yang serupa dengan penelitian ini:

1. Pada hasil pengamatan SEM *cross section* lebih baik menggunakan perbesaran yang sama untuk melihat komposisi kimianya dan diutamakan pada lapisan *interface* substrat.
2. Pada hasil pengujian asam yang dilakukan belum mendapatkan hasil yang optimal karena waktu pengujian yang dilakukan hanya pada 44 jam sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan waktu pengujian yang lebih lama.

### DAFTAR PUSTAKA

Abbass, Muna K. dkk. 2012. "Influence of The Butt Joint Design of TIG Welding on Corrosion Resistance of

*Low Carbon Steel*". American Journal of Scientific and Industrial Research, 47-66.

- Arsianto, S. A. 1995. *Mengenal Teknik Pelapisan Logam*. Bandung : Balai Besar.
- Callister, William D. 2003. "Material Science and Engineering". Sixth Edition. United States of Amerika : John Wiley & Sons Inc.
- Chang, L.M. 2005. "Corrosion behavior of electrodeposited Ni-Co alloy coatings under the presence of NaCl deposit at 800°C". Materials Chemistry and Physics, 125 – 130.
- Fang Yang, Yu, dkk. 2011. *Preparation of Ni-Co Alloy Foils by Electrodeposition*. Chenzhou, China : XiangNan University.
- Fatma, Nurul. 2011. *Pembuatan Lapisan NiAl Pada Substrat Baja Tipe ST 37 Dengan Kombinasi Metode Deposisi Electroplating dan Pack Cementation*. Serpong : LIPI.
- Kaban, Hadir, dkk. 2010. *Menguji Kekuatan Bahan Electroplating Pelapisan Nikel pada Substrat Besi dengan Uji Impak (Impact Test)*. Sumatera Selatan : Universitas Sriwijaya.
- Kakani, Amit, dkk. 2004. *Material Science*. New Delhi : New Age International.
- Lasota, B. Szcucka. dkk. 2003. "Corrosion Resistance of Composite HVOF Sprayed Coating with FeAl and NiAl Intermetallic Phases in Aggressive Environment". AMME, 12th International Scientific Conference, 889-894.
- Santhiarsa, Nitya. 2010. *Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektrodes pada Proses Metalisasi Plastik ABS Terhadap Kekerasan Lapisan*. Bali : Univ. UDAYANA.
- Setyo, Noor dan Malau, Viktor. 2012. *Pengaruh Kuat Arus pada Pelapisan Nikel dan Nickel-Hard Chromium Plating terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Permukaan Baja AISI 410*. Makalah disajikan dalam Prosiding SNST ke-3 FT-Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Tang, Peter T. 2008. *Utilising Electrochemical Deposition for Micro Manufacturing*. Denmark : Cardiff University.
- Tomijiro, K. dan Anton, J. H. 1992. *Mengenal Pelapisan Logam (Electroplating)*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Wicaksono, A.K. 2002. "Pengaruh Unsur – unsur Kimia Korosif terhadap Laju Korosi Tulangan Beton : I. di dalam Air Rawa". Makara, Teknologi, Vol. 6, No. 2, Agustus 2006.
- Yang, Songlan. dkk. 2002. "Influence of Columnar Microstructure of a Sputtered NiAl Coating on Its Oxidation Behaviour at 1000 °C". Intermetallics, 10, 467-471.