

Elektrokimia Grafena Multilayer Sebagai Proteksi Korosi Logam Tembaga

Andita Nataria Fitri Ganda¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 60231, Indonesia
(anditaganda@unesa.ac.id)

Abstrak

Termotivasi dari penelitian sebelumnya (Dutta dkk, 2018), penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan grafena multilayer sebagai pengisi lapisan polimer nanokomposit poliuretan sebagai lapisan antikorosi pada logam tembaga. Logam tembaga merupakan logam yang diaplikasikan sebagai material untuk lambung kapal serta kondenser dan pipa heat exchanger pada pembangkit listrik laut Tembaga memiliki ketahanan korosi yang bagus, tetapi terkadang masih tidak mampu menahan korosi jenis lubang, creavice dan stress corrosion cracking Pemilihan material grafena sebagai pengisi matriks polimer didasari oleh sifat grafena yang inert dan impermeable terhadap hydrogen. Lapisan grafena diproduksi menggunakan metode pencampuran larutan grafena dan poliuretan, dimana metode ini merupakan metode yang sangat simple dan praktis jika dibandingkan dengan metode lainnya. Pengujian korosi dilakukan dalam larutan garam 0.1M dengan metode potentiodynamic polarization dimana logam tembaga yang terlapisi berperan sebagai elektroda kerja. Sedangkan elektroda pembantunya adalah platinum (Pt) dan elektroda acuan adalah Ag/AgCl. Hasil menunjukkan bahwa grafena multilayer dapat menghambat laju korosi tembaga (0.0011 mm/yr) dalam larutan garam dengan kondisi optimum yaitu 0.75 wt% penambahan grafena. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam penggunaan grafena sebagai anti korosi yaitu homogenitas campuran dan faktor aglomerasi.

Kata kunci: grafena, laju korosi, pelapisan, tembaga

Abstract

Motivated from previous study (Dutta et al., 2018), this research aims to analyze the use of multilayer graphene as a filler layer of polyurethane nanocomposite polymers as an anticorrosion layer in copper metal. Copper metal is a metal that is applied as a material for ship hulls and condensers also heat exchanger tubing in marine power plants. Copper has good corrosion resistance, but sometimes it is still unable to withstand pitting corrosion, creavice and stress corrosion cracking Selection of graphene material as a polymer matrix filler based on the nature of graphene which is inert and impermeable to hydrogen. Graphene layers are produced using the method of mixing graphene and polyurethane solutions, where this method is a very simple and practical method compared to other methods. Corrosion testing was carried out in a 0.1M salt solution using the potentiodynamic polarization method in which the coated copper metal acts as a working electrode. While the auxiliary electrode is platinum (Pt) and the reference electrode is Ag / AgCl. The results show that multilayer graphene can inhibit the corrosion rate of copper (0.0011 mm / yr) in a salt solution with optimum conditions of 0.75 wt% graphene addition. Several factors that must be considered in the use of graphene as anti-corrosion are mixed homogeneity and agglomeration factors.

Keyword: graphene, corrosion rate, coating, copper.

I. PENDAHULUAN

Korosi merupakan masalah utama yang terjadi pada material logam apalagi untuk logam yang tidak tahan karat. Sudah ada banyak strategi yang digunakan untuk mengatasi masalah korosi di dunia industri. Perlindungan terhadap korosi haruslah memperhatikan baik itu segi finansial maupun kesehatan dan keamanan. Korosi pada

fasilitas umum seperti jembatan, bangunan, kapal dan struktur logam lain dapat menyebabkan celaka dan kematian jika tidak diperhatikan secara serius. Penanggulangan korosi yang efektif dimulai dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan dan sifat material logam.

Logam tembaga merupakan logam yang diaplikasikan sebagai material untuk lambung

kapal serta kondenser dan pipa *heat exchanger* pada pembangkit listrik laut (Carvalho, 2014). Tembaga memiliki ketahanan korosi yang bagus, tetapi terkadang masih tidak mampu menahan korosi jenis lubang, *crevice* dan *stress corrosion cracking* (Polan, 1987). Pada material yang digunakan untuk di lingkungan laut, air laut merupakan agen utama penyebab korosi. Hal ini dikarenakan air laut adalah larutan kompleks yang mengandung banyak garam ionik terlarut.

Saat ini alternatif proteksi dengan menggunakan nanomaterial menjadi hal yang marak dikalangan peneliti. Apalagi semenjak ditemukan grafena pada tahun 2010, penelitian proteksi korosi menggunakan grafena sudah banyak dilakukan (Singh, 2012)(Prasai, 20120)(Kirkland, 2012)(Schrifer, 2013)(Huh, 2014)(Kousalya, 2013). Grafena memiliki sifat inert, impermeabilitas cairan, dan ketangguhan tinggi. Sehingga sangat cocok untuk dijadikan lapisan penghalang tahan korosi. Kebanyakan grafena yang digunakan untuk penghalang korosi adalah grafena *single layer* atau *multilayer* yang dihasilkan dari proses *chemical vapor deposition* (CVD).

Elektrokimia grafena merupakan grafena yang dihasilkan dari proses elektrokimia, dimana prosesnya lebih praktis dan menghasilkan grafena dalam jumlah banyak. Penelitian proteksi korosi dengan menggunakan elektrokimia grafena sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh (Dutta dkk, 2018) dan (Andita dkk, 2019). Mereka menggunakan elektrokimia grafena *single layer* dan menghasilkan ketahanan korosi yang bagus.

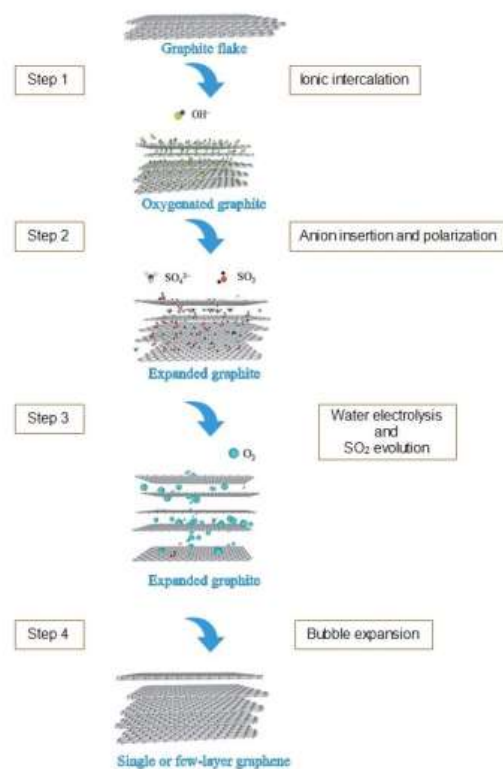
Sedangkan Adam dkk, 2015 menggunakan *multilayer* grafena yang diproduksi dari CVD untuk perlindungan piringan bipolar *stainless steel* pada piringan membrane elektrolit polimer *fuel cell*. Dimana hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa grafena dan meningkatkan masa pakai piringan tersebut. Namun jika kita lihat dari segi ekonomi, produksi grafena cenderung membutuhkan biaya yang tinggi. Maka dari itu, dalam penelitian ini mencoba menggunakan grafena *multilayer* yang diproduksi dari metode pengelupasan secara elektrokimia, untuk lapisan perlindungan korosi.

II. TEORI

Grafena, material superior yang ditemukan oleh Geim dan Novoselov, telah menarik perhatian peneliti untuk membuat aplikasi praktis dari material karbon yang berstruktur *honeycomb* planar ini. Grafena diharapkan memiliki dampak besar bagi perkembangan bidang teknologi. Grafena diproduksi melalui dua metode yaitu *top down* (pengelupasan mekanik, larutan,

elektrokimia dan grafena oksida) dan *bottom up* (CVD).

Beberapa peneliti (Wang dkk, 2016)(Dutta dkk, 2018)(Andita dkk, 2019) menggunakan grafena dari pengelupasan elektrokimia sebagai *filler* pada pelapis nanokomposit, dimana sintesisnya disiapkan dengan metode yang sangat mudah yaitu hanya dengan cara pencampuran larutan saja. Proses produksi grafena dengan metode pengelupasan elektrokimia menggunakan reaksi elektrokimia batang grafit yang difungsikan sebagai elektroda kerja dalam elektrolit terlarut atau organik sedangkan untuk elektroda pembantu dan acuannya adalah platina (Pt) dan SCE atau Ag/AgCl. Tahapan prosesnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme sintesis grafena
(Sumber: Hsieh dkk, 2016)

III. METODE

A. Pembuatan Lapisan Proteksi Grafena

Pembuatan lapisan proteksi grafena berdasarkan penelitian sebelumnya (Su, C.Y. dkk, 2011) dan (Dutta dkk, 2018), tetapi grafena yang dihasilkan dari sintesis ini adalah *multilayer* grafena yang juga dicampur dengan poliurethane sehingga menghasilkan lapisan polimer nanokomposit. Lapisan ini dilapiskan pada lembaran tembaga.

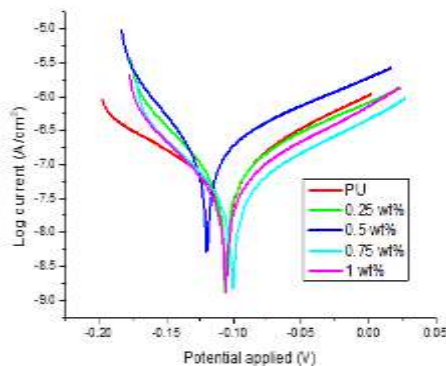
B. Pengujian Korosi

Pengujian korosi menggunakan uji korosi elektrokimia yaitu *potentiodynamic polarization* dalam larutan garam 0.1 M. Dari uji tersebut akan didapatkan kurva Tafel yang nantinya akan digunakan untuk analisis laju korosi dari specimen uji.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL I
Hasil Uji Korosi

Sampel (wt%)	E_{corr} (V)	I_{corr} ($\mu A/cm^2$)	Laju Korosi (mm/yr)
PU	-0.106	0.117	0.0027
0.25	-0.117	0.096	0.0022
0.5	-0.108	0.054	0.0013
0.75	-0.108	0.046	0.0011
1	-0.106	0.052	0.0012



Gambar 2. Kurva Tafel specimen uji

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa I_{corr} dari sampel yang terlapis polimer murni adalah $0.117 \mu A/cm^2$ dan laju korosi sebesar $0.0027 mm/yr$ lebih tinggi nilainya jika dibandingkan dengan sampel yang terlapis lapisan *multilayer* grafena polimer nanokomposit. Pengurangan arus dan laju korosi menunjukkan bahwa penambahan grafena *multilayer* ke dalam PU dapat menghalangi masuknya agen korosi yang merusak sampel tembaga. Kondisi penambahan grafena yang optimum terjadi pada penambahan dengan jumlah $0.75 wt\%$ grafena dengan nilai laju korosi sebesar $0.0011 mm/yr$. Meskipun dapat menghambat korosi, laju korosi sampel ini nilainya lebih besar, jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan grafena *single layer* ($0.0004 mm/yr$).

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa factor salah satunya adalah pencampuran grafena dan polimer yang kurang homogen. Homogenitas campuran menentukan persebaran *filler* grafena

dalam matriks polimer. Campuran yang tercampur secara homogeny, akan menghasilkan susunan *filler* yang rapi sehingga dapat menghalau agen korosi secara sempurna tanpa celah.

Faktor lainnya yaitu faktor aglomerasi. Campuran grafena *multilayer* cenderung untuk mudah teraglomerasi sehingga jika pengeringan lapisan tidak dilakukan secara cepat, grafena akan memiliki waktu untuk membentuk endapan agglomerasi. Ini akan menyebabkan konduktivitas elektrik naik, membuat laju korosi sampel menjadi naik juga.

V. SIMPULAN

Grafena *multilayer* dapat menghambat laju korosi tembaga ($0.0011 mm/yr$) dalam larutan garam dengan kondisi optimum yaitu $0.75 wt\%$ penambahan grafena. Beberapa factor yang harus diperhatikan dalam penggunaan grafena sebagai anti korosi yaitu homogenitas campuran dan faktor aglomerasi.

REFERENSI

- Maria Leonor Carvalho, 2014. Corrosion of copper alloys in natural seawater : effects of hydrodynamics and pH. Analytical chemistry. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, English. ffnnt : 2014PA066304ff. ffile-01207012f
- N. W. Polan, 1987. Copper and Copper Alloy, ASM handbook - Corrosion, ASM International, pp. 610 – 616.
- Singh Raman, R.K., Banerjee, P.C., Lobo, D.E., Gullapalli, H., Sumandasa, M., Kumar, A., Choudhary, L., Tkacz, R., Ajayan, P.M., Majumder, M, 2012. Protecting copper from electrochemical degradation by graphene coating. *Carbon*, 50, 4040–4045.
- Prasai, D., Tuberquia, J.C., Harl, R.R., Jennings, G.K., Bolotin, K.I., 2012. Graphene: Corrosion-Inhibiting Coating. *ACS Nano*, 6, 1102–1108.
- Kirkland, N.T., Schiller, T., Medhekar, N., Biribilis, N. 2012. Exploring graphene as a corrosion protection barrier. *Corros. Sci.*, 56, 1–4.
- Schrivier, M., Regan, W., Gannett, W.J., Zaniewski, A.M., Crommie, M.F., Zettl, A., 2013. Graphene as a Long-Term Metal Oxidation Barrier: Worse Than Nothing. *ACS Nano*, 7, 5763–5768.
- Huh, J.-H., Kim, S.H., Chu, J.H., Kim, S.Y., Kim, J.H., Kwon, S.-Y., 2014. Enhancement of seawater corrosion resistance in copper using acetone-derived graphene coating. *Nanoscale*, 6, 4379–4386.

- Kousalya, A.S., Kumar, A., Paul, R., Zemlyanov, D., Fisher, T.S., 2013. Graphene: An effective oxidation barrier coating for liquid and two-phase cooling systems. *Corros. Sci.*, 69, 5–10.
- Wang, P., et al., 2016. A cost-effective method for preparing mechanically stable anti-corrosive superhydrophobic coating based on electrochemical exfoliated graphene. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, (COLSUA-21138): p. 6
- Dutta, D., et al., 2018. Revisiting graphene-polymer nanocomposite for enhancing anticorrosion performance: a new insight into interface chemistry and diffusion model. *Nanoscale*, 10(26): p. 12612-12624
- Andita N.F. Ganda dan Ching-Yuan Su, 2019. *The parametric study on anti-corrosion properties produced by electrochemically exfoliated*. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 494 012015
- Hsieh, C.T. dan J.H. Hsueh, 2016. Electrochemical exfoliation of graphene sheets from a natural graphite flask in the presence of sulfate ions at different temperatures. *Rsc Advances*, 6(69): p. 64826-64831
- Su, C.Y., et al., 2011. High-Quality Thin Graphene Films from Fast Electrochemical Exfoliation. *Acs Nano*, 5(3): p. 2332-2339