

PENGARUH VARIASI TiO₂ DALAM KOMPOSIT PANi-TiO₂/CAT SEBAGAI PELAPIS ANTI KOROSI PADA BAJA KARBON ASTM A36

Vita Restu Muzkantri

Jurusan Fisika FMIPA, UNESA email : vita.itu.aku@gmail.com

Diah Hari Kusumawati

Jurusan Fisika FMIPA, UNESA

Abstrak

Baja karbon rendah ASTM A36 merupakan logam yang banyak digunakan sebagai bahan pembuatan badan kapal. Baja tipe ini mudah terkorosi karena lingkungan air laut, sehingga perlu dikaji bahan pelapis yang dapat digunakan untuk mengurangi korosinya. Salah satu bahan pelapisnya adalah komposit, dimana di dalam penelitian ini menggunakan komposit PANi/TiO₂. Penelitian ini fokus pada pengaruh variasi TiO₂ terhadap laju korosi. Polianilin yang digunakan disintesis dengan metode oksidasi kimia sedangkan TiO₂ menggunakan TiO₂ berfase *anatase*. Pembuatan nano kompositnya menggunakan metode *Mechanical Mixing*. Variasi persen berat TiO₂ yang digunakan adalah 10%, 15%, dan 20% wt. Serbuk polianilin, TiO₂ dan nano komposit PANi/TiO₂ dikarakterisasi menggunakan SEM, FTIR dan XRD. Laju korosi dapat diketahui dengan uji potensiostat. Penurunan laju korosi paling optimal diperoleh pada pelapis PANi/TiO₂ dengan komposisi TiO₂ 15% yaitu sebesar 0,0015406 mm/tahun.

Kata kunci : korosi, *dry mixing*, *milling*, nanokomposit PANi/TiO₂

Abstract

Low carbon steel ASTM A36 is a metal that is widely used as materials for the hull. This type of steel is corroded due to a seawater environment, so it is necessary to study the coating material that can be used to reduce corrosion. One of the upholstery material is a composite, which in this research using a composite PANi / TiO₂. This study focuses on the effect of TiO₂ variation on the rate of corrosion. Used polyaniline synthesized by chemical oxidation method while phased anatase TiO₂ powder. Manufacture of nano composite using the Mechanical Mixing method. Variations weight percent of TiO₂ used was 10%, 15%, and 20% wt. Polyaniline powder, TiO₂ and nano composites PANi/TiO₂ were characterized using SEM, FTIR and XRD. The corrosion rate can be determined by test potentiostat. A decrease in the most optimal corrosion rate obtained on the coating PANi/TiO₂ with 15% TiO₂ composition that is equal to 0.0015406 mm / year.

Keywords: corrosion, *dry mixing*, *milling*, nanocomposite PANi / TiO₂

PENDAHULUAN

Baja merupakan salah satu material pendukung yang sangat besar peranannya. Baja menjadi unsur yang sangat penting dalam proses pembangunan sebuah kapal. Salah satu jenis baja yang sering digunakan pada konstruksi kapal adalah baja karbon rendah ASTM A36. Dalam kehidupan sehari-hari banyak faktor yang menyebabkan kualitas dan umur pakai dari suatu bahan logam mengalami penurunan. Salah satu penyebab penurunan nilai guna suatu logam adalah terjadinya korosi pada bahan logam tersebut. Pada baja kapal, kerugian teknis yang akan dialami akibat terjadinya korosi adalah berkurangnya kecepatan kapal, menurunnya *fatigue life*, *tensile strength* dan berkurangnya sifat mekanis material lainnya (Dwilaksono, dkk. 2013).

Secara umum penurunan mutu material akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungan sekitar sehingga terjadi proses transfer elektron dari logam ke lingkungan disebut

korosi (Fontana, 1986). Hasil dari proses kerusakan produk korosi misalnya berbagai macam oksida logam, kerusakan permukaan logam secara morfologi, perubahan sifat mekanis, perubahan sifat kimia (Priyotomo, 2008). Proses korosi pada logam tidak dapat dihentikan dan hanya dapat diperlambat prosesnya. Oleh karena itu, penelitian mengenai perlindungan korosi terus dilakukan untuk mendapatkan metode perlindungan korosi yang lebih baik.

Polimer konduktif mampu menghambat proses oksidasi logam pada mekanisme terjadinya korosi. PANi (polianilin) adalah salah satu dari sekian banyak polimer konduktif yang telah banyak diteliti, karena PANi memiliki sifat konduktivitas yang lebih tinggi dan stabilitas yang baik (Xin Li dkk, 2007). Jika dibandingkan dengan polimer konduktif lainnya polianilin (PANi) lebih mudah disintesis baik secara elektrokimia maupun secara kimia (Syamsir, dkk., 2012).

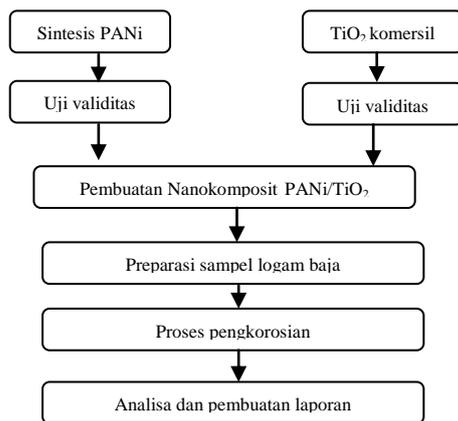
Material Titanium Dioksida (TiO_2) telah banyak dipelajari dalam bidang material sains, TiO_2 adalah salah satu material semikonduktor. TiO_2 memiliki tiga fase kristal yaitu anatase, rutil dan brookit. TiO_2 sering digunakan karena memiliki daya oksidatif dan stabilitas yang tinggi terhadap fotokorosi, murah, bersifat inert terhadap reaksi kimiawi dan biologi, fotostabil, tidak larut dalam reaksi, mudah didapat dan tidak beracun (Smestad, 1998). Dilain pihak, TiO_2 yang merupakan semikonduktor tipe-n mampu menghambat proses reduksi dari oksigen pada mekanisme terjadinya korosi (Aulia, 2011).

Berdasarkan kemampuan yang dimiliki PANi dan TiO_2 , pembuatan komposit PANi/ TiO_2 diharapkan dapat menjadi alternatif bahan pelindung korosi. Oleh karena itu, diperlukan sebuah penelitian mengenai kemampuan komposit (PANi/ TiO_2) dengan variasi *filler* TiO_2 agar dapat diketahui pengaruhnya terhadap sifat anti korosi pada baja karbon ASTM A36 yang diaplikasikan untuk konstruksi kapal.

METODE

A. Rancangan Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai tahapan pengerjaan penelitian ini secara umum. Tahap pengerjaan penelitian ini terdiri dari proses sintesis, pengujian validitas, preparasi sampel, proses pelapisan logam baja dan perlakuan korosi terhadap sampel.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian secara umum

Gambar 1 merupakan diagram alir yang menjelaskan tahapan pengerjaan penelitian ini secara umum. Tahap pengerjaan penelitian ini dimulai dengan pembuatan polianilin. Dalam penelitian ini jenis TiO_2 yang digunakan berfase *anatase*. Sebelum melakukan tahap preparasi sampel langkah selanjutnya yaitu melakukan uji validitas terhadap hasil sintesis polianilin dan TiO_2 . Uji validitas polianilin (PANi) dan TiO_2 menggunakan uji FTIR dan XRD. Tahapan selanjutnya adalah tahap preparasi sampel. Substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja

ASTM A36. Setelah tahap preparasi selesai dilakukan proses pengujian korosi menggunakan potensiostat. Tahapan terakhir dari diagram alir penelitian ini adalah analisa dan pembuatan laporan.

Tabel 3.2 Kode sampel yang diuji korosi

Kode Sample	Cat (ml)	PANi (% wt)	TiO2 (% wt)
A	10	90	10
B		85	15
C		80	20

B. Variabel Penelitian

Pada pembuatan paduan PANi/ TiO_2 ini, identifikasi variabel yang digunakan adalah :

- Variabel Manipulasi, variasi komposisi *filler* TiO_2
- Variabel Respon, laju korosi sampel tersebut
- Variabel Kontrol, massa komposit, temperatur pengeringan, kecepatan *mixing*, jenis baja yang digunakan, jenis cat dan lama pengeringan

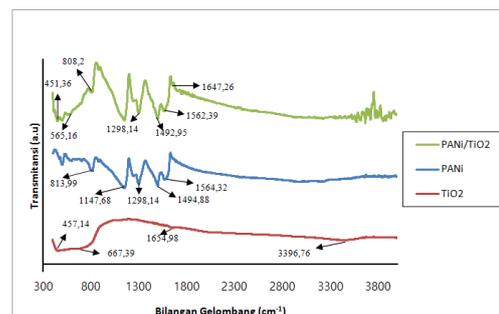
C. Instrumen Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Gelas kimia, gelas ukur, pipet, cawan porselin, mortar, neraca digital, spatula, corong, *magnetic stirrer*, kamera digital, *Rotary Mixer*, *Spinner* dan *furnace*.

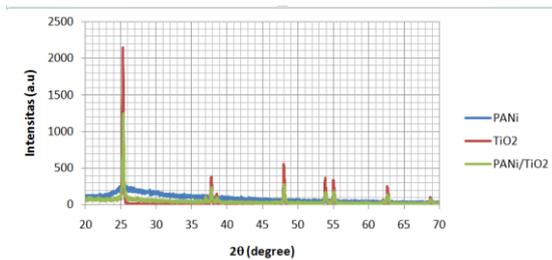
Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain Monomer Anilin ($C_6H_5NH_2$) MERCK Germany, Titanium Dioksida (TiO_2) MERCK Germany, Ammonium Peroksidisulfat ($(NH_4)_2S_2O_8$) MERCK Germany, aseton, Asam Klorida (HCl), Kertas saring, cat Emco dan thinner.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Senyawa organik yang sedikit larut dalam air (3,6 gr/100 ml pada suhu 20°C) adalah anilin. Penambahan HCl pada tahap sintesis bertujuan untuk menambah kelarutan anilin.



Gambar 1 Hasil Karakterisasi FTIR

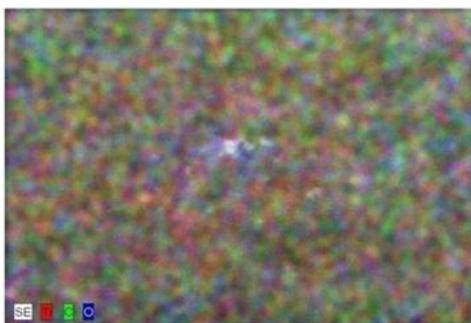


Gambar 2 Hasil Karakterisasi XRD

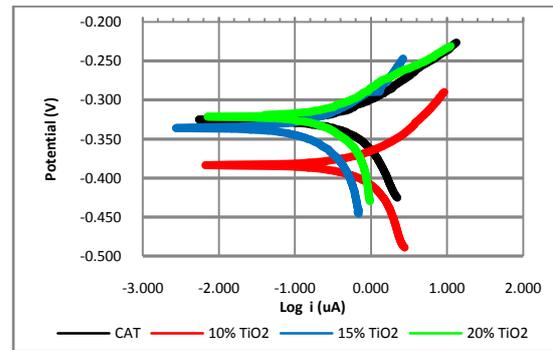
Didalam larutan asam, anilin membentuk kation anilinium sehingga reaksi polimerisasi-oksidasi oleh ammonium peroksidisulfat ($(NH_4)_2S_2O_8$) dapat efektif (Zuhri, 2013). Ammonium peroksidisulfat dipilih sebagai oksidator dikarenakan dapat menghasilkan polianilin dengan konduktivitas dan viskositas yang tinggi (Purwanto, 2011). Perubahan warna yang ditunjukkan dari biru tua menuju ke hijau tua menunjukkan semakin banyaknya polianilin yang terbentuk. Pencucian dengan HCl digunakan untuk meminimalisir adanya residu dari Ammoniumperoksidisulfat ($(NH_4)_2S_2O_8$) (Chairunnisyah, 2011). Sedangkan pencucian dengan acetone dilakukan untuk menghilangkan residu anilin yang tidak bereaksi.

Nanokomposit PANi/ TiO_2 dibuat dengan metode *mechanical mixing* menggunakan alat *rotary mixer* dan bola alumina sebagai pengaduk dengan kecepatan 110 rpm selama 2 jam. Penambahan kecepatan mengakibatkan gaya sentrifugal bekerja pada alat sehingga fungsi bola sebagai pencampur tidak bisa digunakan dengan maksimal. Bola alumina dipilih sebagai pengaduk karena titik lelehnya yang tinggi sehingga mampu menghancurkan serbuk TiO_2 dan juga tidak mudah terkontaminasi sehingga tidak bereaksi dengan komposit.

Gambar 1 menunjukkan pengujian FTIR yang bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional pada sampel. Pola serapan (absorpsi) pada nanokomposit PANi/ TiO_2 secara umum cenderung mirip dengan PANi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan TiO_2 tidak mengubah struktur matriks. Adanya pola serapan pada bilangan gelombang 565.15 cm^{-1} menunjukkan pola serapan gugus O-Ti-O. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya (Al-Daghman, dkk.,2015) mengindikasikan ciri khas TiO_2 didalam matriks polianilin. Pergeseran puncak antara hasil FTIR PANi dan komposit disebabkan adanya daya tarik yang kuat dari TiO_2 sehingga dapat diketahui bahwa pada nano komposit PANi- TiO_2 sifat khas masing- masing bahan dasar masih ada.



Gambar 3 Hasil karakterisasi SEM



Gambar 4 Diagram Tafel uji potensiostat

Gambar 2 menunjukkan hasil uji XRD, difraksi partikel TiO_2 teridentifikasi memiliki fase *anatase*. Hasil pengujian pola difraksi nanokomposit PANi/ TiO_2 menunjukkan terjadi sedikit pergeseran pada puncak-puncaknya. Dapat diamati bahwa pola difraksi hasil uji PANi/ TiO_2 menunjukkan bahwa penambahan TiO_2 berdampak kuat pada sifat kristalisasi dari PANi. Interaksi pembentukan PANi/ TiO_2 antara PANi dan TiO_2 tidak berdampak pada sifat kristalisasi dari partikel TiO_2 itu sendiri, hasil tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh (sathiyarayan, 2007) dan (Lee J.S dkk, 2005).

Hasil uji SEM-EDX menunjukkan persebaran warna yang relatif merata yang menunjukkan komposit tersebut sudah homogen.

Suatu bahan dapat dikatakan tahan terhadap korosi apabila laju korosinya lebih kecil dari 50 mpy (Aulia, 2012). Gambar 4 menunjukkan hasil uji korosi sampel baja menggunakan potensiostat diperoleh makin ke kiri ujung plot diagram taffel menunjukkan bahwa makin kecil pula laju korosi yang terjadi. Hasil uji menunjukkan bahwa pelapis tahan korosi paling baik ada pada sampel yang menggunakan campuran pelapis komposit PANi/ TiO_2 15% yaitu sebesar $0,0015406\text{mm/tahun}$ jika Hal ini disebabkan karena polianilin adalah semikonduktor tipe-p dan TiO_2 merupakan semikonduktor tipe-n. Pada mekanisme korosi, polianilin yang merupakan semikonduktor tipe-p akan menghalangi perpindahan elektron yang dilepaskan oleh besi. Sedangkan TiO_2 yang merupakan semikonduktor tipe-n, akan menghambat reduksi oksigen dan proses terbentuknya karat (Aulia, 2012). Jika terlalu banyak komposisi PANi yang digunakan maka korosi yang disebabkan oleh reduksi oksigen kurang bisa dihambat karena untuk menghambat korosi akibat reduksi oksigen dibutuhkan komposisi TiO_2 . Dan jika terlalu banyak komposisi TiO_2 yang digunakan, perpindahan elektron yang menyebabkan korosi kurang bisa dihambat oleh PANi.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Nanokomposit PANi/ TiO_2 sudah terbentuk dengan metode *mechanical Mixing*.

2. Pelapis PANi/TiO₂ dengan komposisi TiO₂ 15% memiliki laju korosi terbaik yaitu sebesar 0,0015406 mm/tahun.

Saran

Pada penelitian selanjutnya untuk menghasilkan hasil yang lebih optimal maka disarankan untuk :

1. Pada saat melakukan sintesis polianilin, endapan PANi sebaiknya dicuci dengan acetone dan HCl sebanyak tiga kali agar tidak adanya residu Ammonium peroksidisulfat dan anilin bereaksi seluruhnya.
2. Membuat komposit PANi/TiO₂ dengan metode lain misalnya *polimerisasi in-situ* dan *wetmixing*.
3. Melapisi baja dengan metode celup tidak disarankan. Metode lain yang dapat digunakan misalnya *spray* dan *deep coating*.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia, Ardiyanti. 2011. *Aplikasi Komposit Polianilin (PANi) – TiO₂ Sebagai Pelapis Tahan Korosi Logam Besi Pada Korosi Atmosferik*. SKRIPSI tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Dwilaksono, A., Supomo, Heri., dan Triwilaswandio. 2013. *Analisis Pengaruh Salinitas Dan Temperatur Air Laut Pada We Underwater Welding Terhadap Laju Korosi*. Jurnal Teknik Pomits. Vol. 2, No. 1.

Fontana, G. Mars. 1986. *Corrosion Engineering*. Third edition. Singapore: McGraw-Hill Book Company

Lee, I. S., Lee, J. Y., Sung, J. H dan Choi, H. J. 2005. *Synthesis And Electrorheological Characteristics Of Polyaniline- Titanium Dioxide Hybrid Suspension*. Journal Synthetic Metal 152. 173-176.

Priyotomo, Gadang. 2008. *Korosi Retak Tegang Material Stainless Steel AISI 304 Di Lingkungan MgCl₂*. Thesis tidak diterbitkan. Depok: Universitas Indonesia

Sathiyarayanan, S., Azim, S. Syed and Venkatachari, G. 2007. *Preparation of Polyaniline- TiO₂ Composite and its Comparative Corrosion Protection Performance with Polyaniline*. Synthetic Metal. Pp. 205-213

Smestad, G. P. 1998. *Education And Solar Conversion: Demonstrating electron Transfer*. Solar Energy Material and Solar Cell 55. Pp. 157-178

Syamsir, A., Astuti. 2012. *Sintesis Nanokomposit PANi/TiO₂/Karbon Sebagai Penyerap Gelombang Mikro*. Jurnal Fisika Unand Vol. 1, No. 1.

Xinli Jing and Wang, Yangyong. 2007. *Preparation Of Polystyrene/Polyaniline core/Shell structured particles and their epoxy-based conductive composite*. Jurnal Polymer International Vol.56 issue 1 pages 126-131.

Zuhri, A. Arifudin. 2013. *Sintesis dan Karakterisasi Nanokomposit PANi/SiO₂ Sebagai Pelapis Tahan Korosi*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya