

Perilaku Korosi Besi ASTM A36 pada Asam Klorida (HCl) dengan Inhibitor Kitosan Sisik Ikan

Syarif Hidayatullah¹⁾, Femiana Gapsari²⁾, Putu Hadi Setyarini²⁾

^{1),2),3)} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang
Email : syarift008@gmail.com

Abstrak. Korosi disebabkan oleh reaksi kimia ataupun elektrokimia antara material dengan lingkungannya yang menyebabkan penurunan kualitas dari material. Oleh karena itu korosi harus dihentikan atau bahkan dihindari. Salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menghambat laju korosi yaitu dengan metode inhibitor korosi. Metode ini dipilih karena tepat untuk memperlambat laju korosi pada logam dalam lingkungan korosif. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi pengaruh dari variasi konsentrasi inhibitor kitosan sisik ikan (ppm) pada media korosif (HCl) terhadap laju korosi besi ASTM A36. Variasi konsentrasi inhibitor yaitu tanpa inhibitor, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm dan 400 ppm. Pengujian laju korosi besi ASTM A36 menggunakan AUTOLAB Methrom tipe AUT84948 yang dihubungkan dengan dua elektroda pada larutan elektrolit (HCl) 1 molar dalam 50 ml sebagai media korosi. Sistem pengujian tersebut kemudian dihubungkan dengan komputer untuk menganalisa data laju korosi yang didapat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju korosi besi ASTM A36 terendah didapat pada konsentrasi inhibitor 100 ppm. Hal ini disebabkan oleh interaksi antara kitosan dengan logam lebih optimal pada 100 ppm dibandingkan dengan konsentrasi (ppm) lainnya.

Kata kunci: laju korosi, inhibitor, besi ASTM A36, kitosan sisik ikan.

1. Pendahuluan

Besi ASTM A36 merupakan salah satu jenis material yang paling sering digunakan dalam berbagai macam aplikasi di industri struktur dan peralatan/ perlengkapan lainnya, dikarenakan harganya relatif murah dan sifat tarik yang baik [1]. Akan tetapi material ataupun struktur dari logam besi ASTM A36 yang diaplikasikan pada lingkungan berair seperti pipa dalam air sering menyebabkan terjadinya korosi pada logam tersebut (korosi basah). Korosi basah atau korosi akibat kelembaban merupakan masalah yang paling sering ditemui pada berbagai industri dan menjadi bahaya yang sangat serius pada penanaman logam (pipa dalam tanah/laut) akibat reaksi kimia maupun elektrokimia antara logam dengan lingkungannya [2][3] sehingga menyebabkan memburuknya sifat fisik, sifat mekanik maupun sifat-sifat lainnya pada logam tersebut[4].

Pencegahan atau pengurangan laju korosi pada material logam besi ASTM A36 penggunaan pelapisan berupa absorpsi lapisan *polymer* dengan inhibitor korosi berkembang dengan luas serta sangat efektif untuk mengurangi laju korosi [2][5]. Inhibitor merupakan zat kimia yang ditambahkan dalam konsentrasi kecil (part permillion, ppm) ke dalam media korosif dengan tujuan untuk mencegah reaksi kimia pada logam [5]. Dengan kebanyakan inhibitor organik mengandung senyawa oksigen (O), nitrogen (N) dan/atau sulfur (S), dimana senyawa tersebut diserap oleh permukaan logam sehingga dapat mengurangi laju korosi [6]. Dewasa ini, para peneliti mencoba untuk mengembangkan inhibitor korosi yang lebih ramah lingkungan, seperti tidak mengandung racun, bahaya terhadap lingkungan rendah serta efisiensi inhibitor korosi yang baik [7].

Disamping itu konsumsi ikan masyarakat Indonesia yang sangat tinggi, seperti kita ketahui bahwa berbagai restoran, rumah makan seafood maupun rumah tangga menyediakan menu makanan ikan yang menghasilkan produk samping berupa limbah sisik ikan yang mencemarkan lingkungan [8] berupa sampah dan bau. Oleh karena itu perlu pemanfaatan yang lebih lanjut guna mengurangi limbah sisik ikan yang dapat mengganggu aktivitas penduduk sekitar serta dapat mengganti penggunaan kitosan sintesis yang tidak baik bagi lingkungan akibat adanya kandungan racun dan harga yang mahal seperti chromate coatings (Cr(VI)) [9][10].

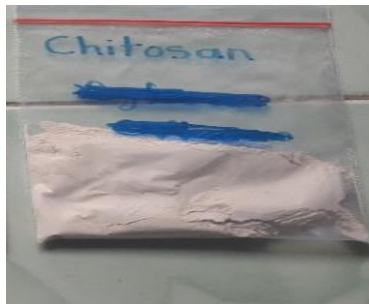
Pemanfaatan inhibitor organik/alami sebagai media penghambat korosi telah dilakukan pengujian oleh [11] dengan judul penelitian “perlindungan korosi dari *stainless steel* dengan inhibitor organik pada industri phosphate 15% H₂SO₄”, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa arus korosif pada material

stainless steel dengan tanpa inhibitor terjadi peningkatan dibandingkan dengan penggunaan inhibitor korosif serta perlindungan permukaan material *stainless steel* pada temperatur yang berbeda dalam media H_2SO_4 juga cukup efektif dan efisien dalam mengurangi laju korosif material.

Sedangkan penentuan konsentrasi inhibitor yang optimal sangat diperlukan untuk mengetahui mekanisme penghambatan laju korosi terbaik pada besi ASTM A36. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perilaku korosi pada besi ASTM A36 dengan inhibitor berbasis sisik ikan berdasarkan variasi konsentrasi inhibitor yang digunakan.

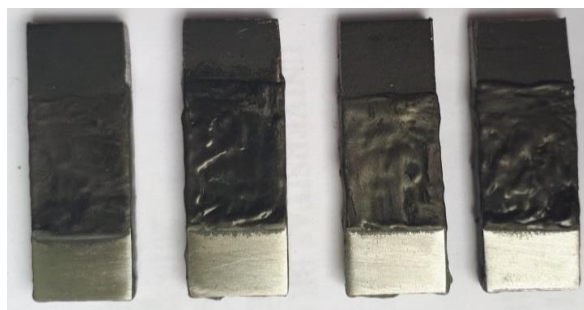
Metode Penelitian

Sisik ikan yang telah dibersihkan kemudian diblender sampai menjadi serbuk. Serbuk sisik ikan yang didapat kemudian diayak dengan menggunakan anyaman 4000 mesh dengan tujuan untuk mendapatkan ukuran serbuk yang seragam. Serbuk sisik ikan kemudian dilakukan tiga tahap perendaman [12], untuk mencapai derajat deasetilisasi di atas 50% yaitu deproteinasi (perendaman dengan NaOH 7%), dimineralisasi (perendaman dengan HCl 1 molar dalam 100 ml) dan deasetilasi (perendaman dengan NaOH konsentrasi tinggi yaitu sebesar 70 %). Setelah itu Serbuk sisik ikan/kitosan yang telah didapat kemudian dibuat menjadi inhibitor korosi dengan cara mencampurkan 8 gr kitosan sisik ikan dengan 1 ml asam asetat (CH_3COOH) dan aquades 100 ml. sedangkan Media korosif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu HCl 1 molar dalam 100 ml.



Gambar 1 kitosan dari sisik ikan.

Plat besi ASTM A36 dipotong dengan ukuran 4 cm x 1 cm x 0.3 cm. selanjutnya bagian tengah plat besi ASTM A36 dilapisi dengan lem epoxy hingga bagian plat besi yang tidak tertutup lem epoxy sebesar 1 cm² pada salah satu ujung sisi plat besi sedangkan pada ujung lainnya tidak tertutup semua. Sebelum spesimen dilakukan uji laju korosi, kertas amplas dengan grade 1000 dan 2000 digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen besi ASTM A36. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 spesimen uji laju korosi besi ASTM A36 .

Pengujian Laju Korosi

Metode uji laju korosi pada plat besi ASTM A36 bertujuan untuk mengetahui parameter-parameter nilai ketahanan korosi seperti arus korosi, potensial korosi, konstanta anodik dan katodik plat besi ASTM A36 sehingga ketahanan korosi dapat diketahui. Metode ini dikerjakan dengan Autolab Metrohm tipe AUT84948 dengan 2 elektroda. Elektroda kemudian di rangkai dengan larutan elektrolit berupa media korosi. Pengujian laju korosi dilakukan dua pengujian pada sampel yaitu Tafel (polarisasi) dan EIS. Yang mana terdapat 5 kali pengujian laju korosi pada spesimen besi ASTM A36. Dengan variasi (blank, 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm dan 400 ppm). Selanjutnya sistem yang sudah dirangkai kemudian dihubungkan dengan alat Autolab Metrohm tipe AUT84948 dan komputer untuk membaca data yang diperoleh.

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat uji laju korosi merk Autolab Metrohm tipe AUT84948 di lab. Sains dan Analitik, Jurusan Kimia Fakultas MIPA, ITS Surabaya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Autolab Metrohm tipe AUT84948

2. Pembahasan

Menguraikan hasil analisis kualitatif dan/atau kuantitatif dengan penekanan pada jawaban atas permasalahan. Pembahasan juga dikembangkan dengan hasil-hasil penelitian sudah ada berikut referensi yang mendukung. Isi didukung dengan gambar dan tabel yang dirujuk dalam naskah. Hasil pengujian laju korosi dengan ekstrapolasi tafel menggunakan *software* NOVA 1.11 pada besi ASTM A36 dengan variasi inhibitor korosi sisik ikan ditampilkan pada tabel 1. Menurut Khaled, et al (2010) [13] dan Gafsari, et al (2018) [14] beberapa parameter korosi yang didapatkan pada pengujian besi ASTM A36 seperti I_{corr} (current density), E_{corr} (potensial), β_a (konstanta tafel anodik) β_c (konstanta tafel katodik).

Tabel 1 hasil pengujian laju korosi pada besi ASTM A36 dengan metode ekstrapolasi tafel.

Konsentrasi	β_a (V/dec)	β_c (V/dec)	E_{corr} (V)	I_{corr} (A/cm ²)	Corrosion rate (mm/year)
Blanko	0.4251	0.098608	-0.43401	6,33E-01	0.73537
100 ppm	0.091486	0.053505	-0.44218	1,33E-01	0.15399
200 ppm	0.079591	0.061365	-0.43601	2,27E-01	0.26337
300 ppm	0.29007	0.10042	-0.44148	3,63E-01	0.42128
400 ppm	0.10281	0.069798	-0.44728	3,96E-01	0.45986

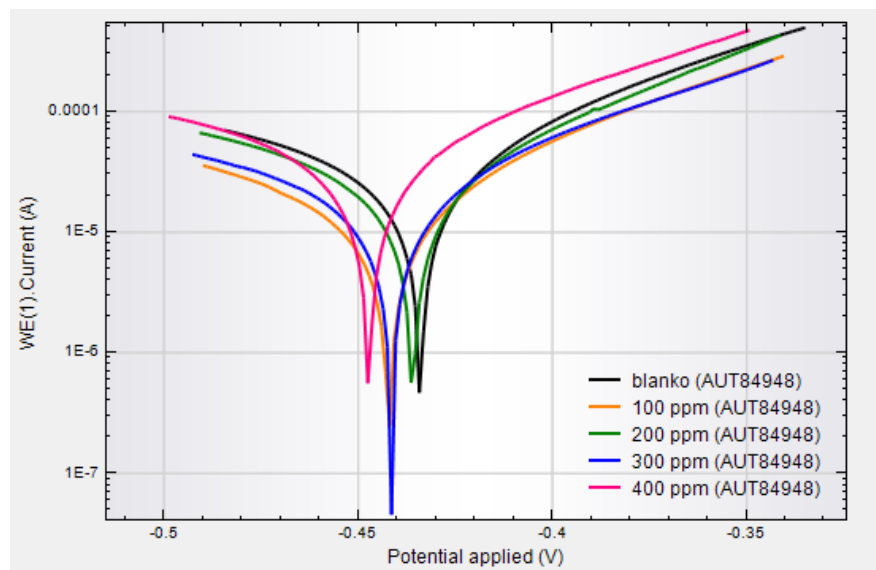
Dari tabel 1 di atas, maka dapat dihitung nilai efisiensi dari inhibitor korosi kitosan sisik ikan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$(\eta_i) = \left(1 - \frac{I_{a\text{ corr}}}{I_b\text{ corr}}\right) * 100 \dots \dots \dots (1)$$

Kemudian diketahui bahwa nilai efisiensi inhibitor tertinggi sebesar 79 % didapat pada konsentrasi 100 ppm kemudian diikuti oleh konsentrasi 200 ppm, 300 ppm dan 400 ppm dengan nilai efisiensi masing-masing berturut-turut 64 %, 43 % dan 37%. Hal ini sesuai dengan nilai *corrosion rate* (mm/year) besi ASTM A36, yang mana nilai laju korosi terendah dihasilkan oleh spesimen dengan konsentrasi inhibitor korosi 100 ppm.

Nilai laju korosi pada besi ASTM A36 dengan inhibitor korosi sisik ikan juga mengindikasikan bahwa terjadi penurunan ketahanan terhadap korosi seiring dengan meningkatnya konsentrasi (ppm) inhibitor sisik ikan. Hal ini dikarenakan oleh konsentrasi inhibitor yang terlalu tinggi atau melebihi konsentrasi optimumnya mengalami kejenuhan yang kemudian inhibitor tersebut kurang berinteraksi dengan permukaan besi ASTM A36 [15][16].

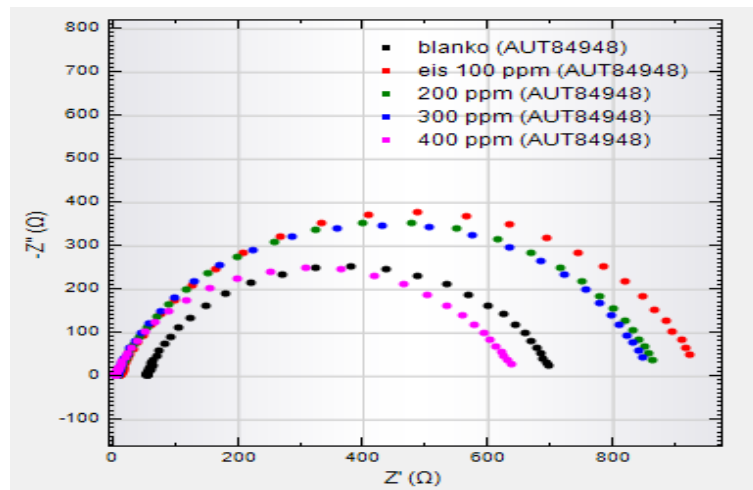
Sesuai jumlah variasi pengujian polarisasi laju korosi pada besi ASTM A36 dengan inhibitor sisik ikan 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm dan 400 ppm serta tanpa inhibitor maka didapat kurva polarisasi seperti gambar 4 berikut.



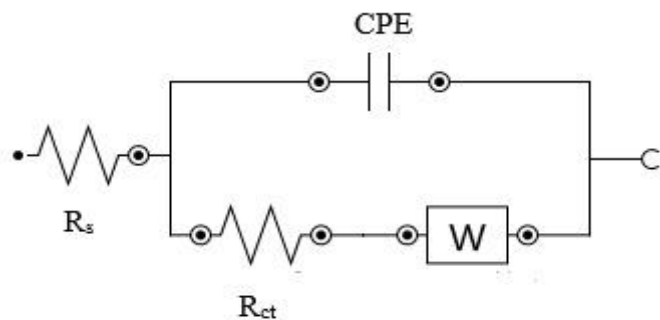
Gambar 4 kurva polarisasi dengan variasi konsentrasi inhibitor.

Dari kurva polarisasi pada gambar 4 terlihat bahwa kurva polarisasi mengalami pergeseran semakin ke kiri seiring dengan bertambahnya konsentrasi inhibitor sisik ikan. Hal ini menjelaskan bahwa inhibitor tersebut menjadikan polarisasi lebih bersifat katodik.

Hasil pengujian dengan metode EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) dengan masing-masing variasi konsentrasi inhibitor dapat dilihat pada gambar 5 yang mana hasil pengujian dengan metode EIS dan tafel menunjukkan kesesuaian hasil. Hal ini berarti bahwa konsentrasi inhibitor sisik ikan dengan 100 ppm merupakan batas optimal sebagai inhibitor korosi. Gambar 5 juga memperlihatkan bahwa konsentrasi inhibitor 100 ppm menghasilkan diameter setengah lingkaran paling besar atau tahanan transfer muatannya paling besar. Sehingga dapat dikatakan bahwa inhibitor dengan konsentrasi 100 ppm mampu menghambat laju korosi secara optimum apabila dibandingkan dengan konsentrasi inhibitor 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan tanpa inhibitor.



Gambar 5 plot Nyquist besi ASTM A36 dengan variasi konsentrasi inhibitor.



Gambar 6 bentuk sirkuit pada *fitting* EIS

Gambar 6 menunjukkan model sirkuit yang terjadi pada pengujian laju korosi pada besi ASTM A36. Pada gambar 3.3 sirkuit *fitting* EIS juga menunjukkan bahwa posisi seri antara tahanan larutan (R_s) dengan tahanan transfer muatan (R_{ct}) dan *Constant Phase Element* (CPE) dan rangkaian paralel antara tahanan transfer muatan (R_{ct}) dan *Constant Phase Element* (CPE).

Nilai tahanan transfer muatan (R_{ct}) menunjukkan adanya interaksi antara larutan dengan permukaan logam uji, sedangkan nilai *Constant Phase Element* (CPE) menjelaskan adanya fenomena fisik yang terjadi antara logam seperti adsorpsi inhibitor korosi pembentukan lapisan yang tidak seragam dan lain sebagainya [17]. Adapun nilai dari parameter EIS dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 nilai fitting data EIS dari material besi ASTM A36 dengan variasi konsentrasi inhibitor sisik ikan dalam larutan 100 ml HCl 1 molar.

kosentrasi	CPE.Y0 (F)	Rct.R (Ω)	Rs.R (Ω)	N
blanko	4,62E-01	649.76	51.788	0.99722
100 ppm	4,19E-02	924.05	12.728	0.99765
200 ppm	4,08E-01	863.39	7.371	0.99768
300 ppm	4,79E-01	853.18	55.197	0.9977
400 ppm	5,09E-01	640.97	12.428	0.99711

3. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pengujian korosi dengan metode polarisasi dan EIS menunjukkan hasil yang sesuai. Dengan konsentrasi inhibitor optimum didapat pada 100 ppm, yang mengindikasikan bahwa pada konsentrasi tersebut molekul inhibitor kitosan sisk ikan berinteraksi dengan baik dengan permukaan logam besi ASTM A36.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua dosen pembimbing atas saran dan masukan dalam pelaksanaan penelitian sampai penulisan karya tulis ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Verma, C., Quraishi, M. A., Kluza, K., Makowska-Janusik, M., Lukman, O., Olasunkanmi, Ebenso, E. E. 2017. *Corrosion inhibition of mild steel in 1M HCl by D-glucose derivatives of dihydropyrido [2,3-d:6,5-d'] dipyrimidine-2, 4, 6, 8(1H,3H, 5H,7H)-tetraone*. Scientific Reports. doi: 10.1038/srep44432.
- [2]. Aghzaf, A.A., Rhouta, B., Steinmetz, J., Rocca, E., Aranda, L., Khalil, A., Yvon, J., Daoudi, L. 2012. Corrosion Inhibitors Based On Chitosan-Heptanoate Modified Beldelite. *Applied Clay Science* 65-66 (2012) 173-178. doi:10.1016/j.clay.2012.04.025.
- [3]. Sharma, M., Singh, G. 2012. Effect Of Sodium Dodecyl Sulphate As Inhibitor During Corrosion Of Mild Steel In Sulphuric Acid. *International Journal Of Chemical and Analytical Science*, 2012, 3(4), 1371-1374.
- [4]. Sharmin, E., Ahmad, S., zafar, F. Renewable Resources In Corrosion Resistance. Departmen Of Chemistry, Jamia Millia Islamia (A Central University), New Delhi, India.
- [5]. Salinas-solano, G., Porcayo-calderon, J., de la Escalera, L. M. M., Canto, J., Casales-diaz, M., Sotelo-mazon, O., Henao, J., Martinez-Gomez, L. 2018. Development and evaluation of a green corrosion inhibitor based on rice bran oil from agro-industrial waste. *Industrial Crop & Products* 119 (2018) 111-124. <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.04.009>.
- [6]. Ahmed, R. A., Farghali, R.A., Fekry, A. M., 2012. Study for the stability and corrosion inhibition of electrophoretic deposited chitosan on mild steel alloy in acidic medium. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 7 (2012) 7270-7282.
- [7]. deSouza, F.S., Spinelli, A. 2009. Cafeic Acid As A Green Corrosion Inhibitor For Mild Steel. *Corrosion Science*. 51 (2009) 642-649. doi:10.1016/j.corsci.2008.12.013.
- [8]. Ifa, L., Artiningsih, A., Julniar, Suhaldin, 2018. Pembuatan Kitosan Dari Sisik Ikan Kakap Merah. *Journal Of Chemical Process Engineering*. Vol. 03, No. 01, Mei-2018. ISSN=2303-3401
- [9]. Halaman, A.A. 2011. Pengaruh Inhibitor Korosi Berbasis Senyawa Fenolik Untuk Proteksi Pipa Baja Karbon Pada Lingkungan 0,5, 1,5, 2,5, 3,5% NaCl Yang Megadung Gas CO₂. Skripsi. Departemen Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- [10]. Seegmiller, J. C., da Silva, J.E.P., Buttry, D.A., de Torresi, S.I.C., Torresi, R.M. 2005. Mechanism Of Action Of Corrosion Protection Coating For AA2024-T3 Based On poly(aniline)-poly(methylmethacrylate) Blend. *Journal of the electrochemical society*, 152 (2) B45-B53 (2005).
- [11]. Singh R. K., Kumar, R. 2018. *Corrosion Protection of Stainless Steel by Organic Inhibitors in Phosphate Industries in 15% H₂SO₄*. Powder Metallurgy & Mining. <http://dx.doi.org/10.4172/2168-9806.1000124>.
- [12]. Nuralam, E., Arbi, B. P., Prasetyowati. 2012. Pemanfaatan limbah kepiting menjadi kitosan sebagai penjernih air pada rawa dan air sungai. *Jurnal teknik kimia*. No. 4, vol. 8, Desember 2012.
- [13]. Khaled, K.F. 2010. Corrosion control of copper in nitric acid solutions using some amino acids – A combined experimental and theoretical study. *Corrosion Science* 52, 3225–3234. doi:10.1016/j.corsci.2010.05.039.

- [14]. Gapsar, F. Andoko. Wijaya, H. 2018. Corrosion Behavior Of Brass In Nitric Acid. *Metalurgija* 57 (2018) 4, 333-336. ISSN 0543-5846.
- [15]. Gapsari, F. 2016. Modifikasi Daerah Aktif-Pasif Diagram Pourbaix Stainless Steel Dalam Inhibitor Bee Wax Propolis. Disertasi. Program Doktor Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang.
- [16]. Fekry, A. M., Ameer, M.A. 2011. Electrochemical investigation on the corrosion and hydrogen evolution rate of mild steel in sulfuric acid solution. *International journal of hydrogen energy*, Vol. 36, pp. 11207-11215.
- [17]. Hsu, C.S., Mansfeld, F. 2001. Concerning the conversion of the constant phase element parameter Y_0 into a capacitance. *Corrosion*, vol. 57, pp. 747-748.