



Received 16th May 2023

Accepted 29th May 2023

Published 08th June 2023

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v7i1.1311

Kinerja Ratio Silika-Cat Dengan Metode Dipcoating Pada Permukaan Logam Untuk Penghambat Laju Korosi

Lisnawaty Simatupang^{a*}, Rikson Siburian^b, Elfrida Ginting^a, Junifa Layla Sihombing^a, Herlinawati Herlinawati^a, Alex Suhendra Munte^a, Kristian Adinata Pratama Simatupang^a, Dea Gracella Siagian^a

^a Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Psr. V, Medan, 20221, Sumatera Utara, Indonesia

^b Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Jl. Bioteknologi No.1, Medan, 20155, Sumatera Utara, Indonesia

* Corresponding E-mail: lisnawaty@unimed.ac.id

Abstract: Silica oxide (SiO_2) is a chemical compound that can be obtained from the extraction of volcanic ash from Mount Sinabung. Silicon dioxide has the properties of high porosity, high mechanical strength, high thermal stability, large pore surface area, stable surface in acidic media so that it can be applied in the chemical coating field. This research aims to measurement of performance natural silica from volcanic ash of mount Sinabung Indonesia as additives to the paint to inhibit corrosion rate in metal surface. The addition of silica additives to the paint was carried out by dispersing (0; 0.5; 0.75; and 1) g with 10 mL of paint with each composition carried out for 60 minutes. Iron plate in sandpaper with 1500 grid and polished with bludru cloth using autosol metal polish, then coated with paint and a combination of silica-paint through the dipcoating method. The corrosion test was carried out on a corrosive solution of HCl 15% (v/v) and NaCl 3.5% (w/v). The corrosion rate using HCl 15% (v/v) showed C (0,286) mpy, SC1 (0,123) mpy, SC2 (0,149) mpy, SC3 (0,120) mpy. While at 3.5% (w/v) NaCl, namely C (0,282) mpy, SC1 (0,120) mpy, SC2 (0,142) mpy, SC3 (0,098) mpy. Inhibitor efficiency for various variations of silica composition in corrosive HCl 15%(v/v) solution, e.g., SC1 (56,9%), SC2 (47,9%), and SC3 (58,04%). The inhibitor efficiency at various compositions of silica in NaCl 3.5% (w/v) are SC1 (57,44%), SC2 (49%) dan SC3 (65,24%).

Keywords: silica-paint, dipcoating, corrosion rate, inhibitor efficiency

Abstrak: Silika oksida (SiO_2) adalah senyawa kimia yang dapat diperoleh dari ekstraksi abu vulkanik Gunung Sinabung. Silikon dioksida memiliki sifat porositas tinggi, kekuatan mekanik tinggi, stabilitas termal tinggi, luas permukaan pori besar, permukaan yang stabil dalam media asam sehingga dapat diaplikasikan bidang kimia pelapisan (*coating*). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kinerja silika alami dari abu vulkanik Gunung Sinabung Indonesia sebagai bahan tambahan cat untuk menghambat laju korosi pada permukaan logam. Penambahan aditif silika pada cat dilakukan dengan mendispersikan (0; 0,5; 0,75; 1) g dengan 10 mL cat selama 60 menit. Plat besi di amplas dengan *grid* 1500 dan di poles dengan kain bludru menggunakan metal autosol, kemudian dilapisi cat dan kombinasi cat silika dengan metode dipcoating. Uji korosi dilakukan dengan perendaman plat besi pada larutan korosif HCl 15% (v/v) dan NaCl 3,5% (b/v) selama 96 jam. Diperoleh hasil laju korosi larutan HCl 15% (v/v) pada komposisi C (0,286) mpy, SC1 (0,123) mpy, SC2 (0,149) mpy, SC3 (0,120) mpy. Pada larutan NaCl 3,5% (b/v) diperoleh laju korosi yaitu C (0,282) mpy, SC1 (0,120) mpy, SC2 (0,142) mpy, SC3 (0,098) mpy. Efisiensi inhibitor untuk berbagai variasi komposisi silika dalam larutan HCl 15%(v/v), yaitu SC1 (56,9%), SC2 (47,9%), and SC3 (58,04%). Efisiensi inhibitor berbagai variasi komposisi silika dalam larutan NaCl 3,5% (b/v) adalah SC1 (57,44%), SC2 (49%) dan SC3 (65,24%).

Kata Kunci : cat silika, lapisan celup, laju korosi, efisiensi penghambat



Pendahuluan

Dewasa ini, permasalahan yang sering dialami industri maju ialah korosi logam. Korosi merupakan proses degradasi material terutama karena tindakan kimia atau elektrokimia [1]. Dekadensi logam seringkali disebabkan oleh beberapa faktor yaitu udara yang lembab, air laut, bahan bakar gas, hidrogen sulfida, asam, basa, maupun tanah. Dampak dari terjadinya korosi ini di antaranya menyebabkan terjadinya kerugian ekonomi yang signifikan seperti peningkatan biaya pemeliharaan, menurunnya kapasitas produksi, produksi berhenti total, dan kontaminasi produk, serta menimbulkan ancaman berupa pencemaran lingkungan, hingga keselamatan kerja [2], [3]. Faktor yang memengaruhi korosi pada logam ialah kenaikan suhu, semakin tinggi suhu semakin cepat energi kinetik partikel. Jika dalam lingkungan asam dan basa konsentrasinya dengan unsur logam sebanding maka akan menimbulkan korosi [4]. Untuk meminimalkan akibat degradasi material, salah satu metode proteksi yang sering digunakan pada industri adalah penggunaan *coating* (pelapisan). Pada proses *coating* selain dari bahan cat terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pelapisan [5]. Faktor tersebut dapat berupa perlakuan awal proses lapisan, proses lapisannya, dan pengerjaan akhir atau pengeringan cat itu sendiri. Keberhasilan dari proses *coating* sangat tergantung pada proses *surface preparation*, dimana proses ini akan mempengaruhi kekuatan adhesi dari material. Salah satu teknik dari *surface preparation* yang umum digunakan dalam dunia industri adalah *blasting*. Proses ini merupakan pembersihan permukaan dengan cara menembakan material abrasif ke suatu permukaan material dengan tekanan tinggi sehingga menimbulkan gesekan/tumbukan. Permukaan material tersebut akan menjadi bersih dan kasar. Pemilihan dan penggunaan material abrasif yang tepat akan menambah daya lekat cat pada media [6].

Cat merupakan salah satu produk industri yang cukup penting saat ini yang digunakan untuk melapisi permukaan bahan sehingga permukaan tersebut nampak menjadi lebih indah atau/dan bernilai lebih tinggi. Cat didefinisikan sebagai suatu cairan yang dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah, memperkuat, atau melindungi bahan tersebut [7]. Tujuan pengecatan pada material logam adalah untuk mencegah korosi dengan bertindak sebagai penghalang fisik antara lingkungan dan permukaan logam [8]. Aditif cat digunakan untuk meningkatkan kualitas cat, seperti mencegah pengendapan pigmen [9], mempercepat proses

pengeringan atau memungkinkan lapisan cat kering lebih tahan terhadap lingkungan kerjanya [10]. Aditif merupakan senyawa yang ditambahkan pada cat dalam jumlah kecil untuk meningkatkan kemampuan cat agar sesuai tujuan atau aplikasi cat tersebut [11]. Penggunaan silika sebagai inhibitor korosi menjadi salah satu pengendalian korosi yang cukup baik untuk dilakukan dan dikembangkan.

Aplikasi prekursor silika abu vulkanik Sinabung sebagai inhibitor korosif pada lempeng logam telah dilakukan dan berhasil melindungi logam besi dari korosi dilihat dari data analisis yang menunjukkan silika menutupi pori permukaan logam [12]. Tetapi kemampuan silika sebagai inhibitor korosif pada logam besi tidak begitu maksimal disebabkan daya rekat silika pada logam besi tidak begitu kuat sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan polimer yakni cat dalam meningkatkan efektivitas pelapisan (*coating*) pada permukaan logam [13]. Dengan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan silika dari abu vulkanik Sinabung sebagai zat aditif cat pada pelapisan permukaan logam terhadap laju korosi dalam larutan korosif HCl 15% (v/v) dan NaCl 3,5% (b/v), menganalisis pengaruh variasi penambahan zat aditif silika pada cat terhadap efektivitas pelapisan pada permukaan logam pada larutan korosif HCl 15% (v/v) dan NaCl 3,5% (b/v) dan menganalisis karakteristik logam sebelum dan sesudah proses pelapisan menggunakan silika sebagai zat aditif pada cat.

Metode

Bahan Baku dan Peralatan

Bahan baku utama penelitian ini adalah abu vulkanik Gunung Sinabung dari Kabupaten Kabanjahe Desa Namanteran. Sampel ujinya meliputi lempengan logam (Plat Strip), cat besi (Merk ABC), kain bludru (Merk Aura Velvet bludru), *metal polish* (Merk Autosol), kertas amplas, dan bahan pendukung lainnya: NaOH (E-Merck), HCl 37% (E-Merck), NaCl (E-Merck), aqua DM. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, tanur, ayakan ukuran 200 mesh, *laser cutting*, timbangan analitik, alat penggerus (lumpang dan mortar). Adapun intrumen analisis yang digunakan yaitu *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) (Shimadzu), *X-Ray Fluorescence Spectrometer* (XRF) (Perkin Elmer 3110), *Rigaku ZSX X-Ray Diffraction* (XRD) (Shimadzu XRD 6000), *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Zeiss type EPOMH 10 Zss), *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (EDS).

Penambahan Zat Aditif Pada Cat

Cat besi (Merk ABC) yang digunakan tidak ada kandungan anti korosi. Selanjutnya tiap 10 mL cat dalam wadah kaca diformulasikan dengan bahan aditif silika sebesar 0,5; 0,75; dan 1 g serta diaduk dengan pengaduk magnet. Pendispersian dilakukan selama 60 menit.

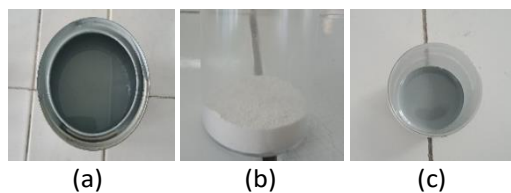
Pengujian Korosi

Sampel yang digunakan adalah plat besi dengan ukuran $2 \times 2 \text{ cm}^2$ dengan ukuran tebal 3 mm. Diampelas dengan grid 1500 untuk meratakan dan menghilangkan goresan permukaan sampel. Larutan uji yang digunakan adalah larutan HCl 15% (v/v) dan larutan NaCl 3,5% (b/v) yang masing-masing mewakili suasana di lingkungan asam dan garam. Kemudian, plat besi direndam pada larutan uji selama 96 jam [22-23].

Hasil dan Diskusi

Penambahan Zat Aditif Pada Cat

Penambahan zat aditif pada cat dilakukan dengan mendispersi silika (SiO_2) sesuai variasi komposisi 0,5; 1; dan 1,5 g dengan cat masing-masing komposisi sebanyak 10 mL (**Gambar 1**). Proses dispersi ini dilakukan selama 60 menit dengan menggunakan batang magnet agar pencampuran antara silika dengan cat dapat homogen. Kombinasi silika dan cat diberi label yaitu: SC1 (0,5:10) g/mL, SC2 (1:10) g/mL, SC3 (1,5:10) g/mL.



Gambar 1. (a) Cat, (b) Silika, dan (c) Dispersi cat dan silika.

Uji Densitas Cat dan Zat Aditif Silika

Massa jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Nilai densitas suatu produk cat sangat bermanfaat untuk mengetahui konsistensi dan gambaran campuran cat yang digunakan [14]. Data menunjukkan semakin banyak jumlah inhibitor silika yang divariasikan semakin meningkat densitas cat. Hasil uji densitas cat dan zat aditif silika sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), yang memiliki nilai minimum sebesar 1,2 g/mL.

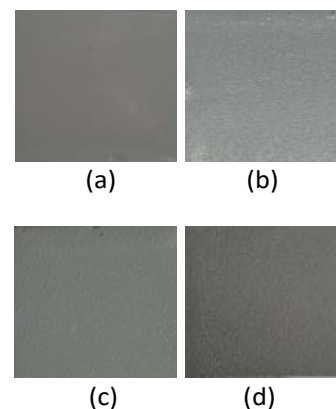
Tabel 1. Hasil uji densitas cat dan zat aditif silika

| No | Nama Bahan* | Densitas (gr/mL) |
|----|---------------|------------------|
| 1 | C (0:10) | 1,2155 gr/mL |
| 2 | SC1 (0,5;10) | 1,2853 gr/mL |
| 3 | SC2 (0,75;10) | 1,2992 gr/mL |
| 4 | SC3 (1:10) | 1,3275 gr/mL |

*Keterangan: C = Cat 10 mL (Blanko); SC = Silika Cat.

Dipcoating Plat Besi

Plat besi menggunakan teknik dipcoating dengan berbagai variasi yakni: 10 mL cat tanpa inhibitor diberi label blanko (B), dan kombinasi cat dan silika. Kombinasi berat silika adalah 0,5; 1; dan 1,5 g untuk tiap cat sebanyak 10 mL. Kombinasi silika dan cat diberi label yaitu: SC1 (0,5 :10) g/mL, SC2 (1 :10) g/mL, dan SC3 (1,5 :10) g/mL. Adapun dokumentasi tiap plat besi yang telah dipcoating dengan blanko (a), SC1 (b), SC2 (c), dan SC3 (d) dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. (a) Permukaan besi dipcoating blanko, (b) Permukaan besi dipcoating SC1, (c) Permukaan besi dipcoating SC2, dan (d) Permukaan besi dipcoating SC3

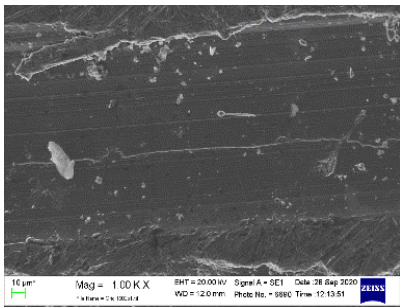
Tampak pelapisan permukaan plat besi dengan cat dan kombinasi silika cat terlihat merata, mulus dan tidak terdapat gumpalan. Hal ini dikarenakan plat besi memiliki permukaan yang halus dan tidak terdapat goresan setelah melalui proses pengampelasan dengan grit 1500.

Analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada Uji Korosi Plat Besi

1. Karakterisasi SEM Plat Besi Grid 1500

Sampel plat besi yang digunakan pada penelitian ini di grit 1500, untuk meratakan dan menghilangkan goresan yang ada pada permukaan sampel [22]. Hasil uji karakterisasi plat besi grid 1500 dengan SEM dapat dilihat pada **Gambar 3**. Morfologi yang diperoleh

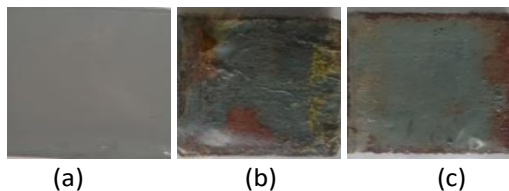
terdapat garis-garis dipermukaan yang merupakan bekas dari pengampelasan plat besi dan memiliki permukaan yang cukup halus sehingga dapat digunakan untuk proses pelapisan zat aditif silika.



Gambar 3. Hasil plat besi grid 1500.

2. Karakterisasi SEM Plat Besi Blanko

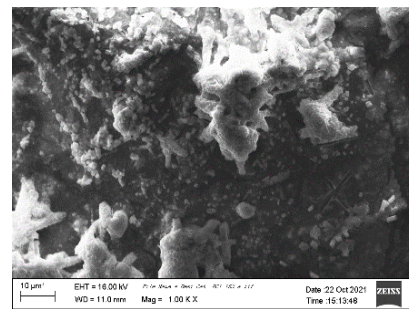
Sifat spesifik yang harus dimiliki suatu cat untuk penggunaan atau fungsi tertentu yang spesifik, misalnya tahan terhadap perubahan cuaca, tahan terhadap air, tahan terhadap korosi, tahan terhadap suhu tinggi, tahan goresan, anti jamur, tahan zat kimia dan sebagainya [24]. Berikut hasil *coating* cat 10 mL dapat dilihat pada **Gambar 4**.



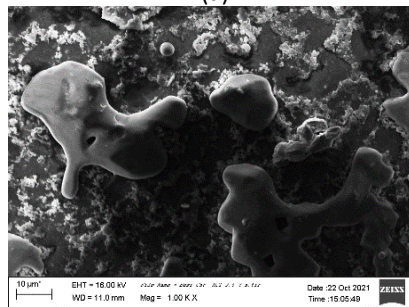
Gambar 4. (a) Permukaan besi blanko, (b) Besi blanko direndam dalam HCl 15% (v/v), dan (c) besi blanko direndam dalam NaCl 3,5% (b/v).

Hasil uji karakterisasi SEM pada permukaan plat besi setelah dipcoating cat 10 mL dapat dilihat pada **Gambar 5**.

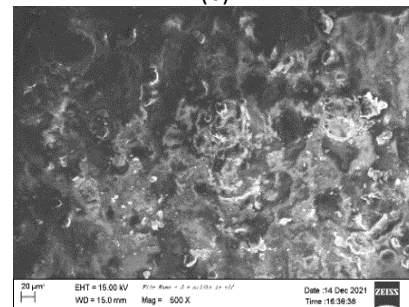
Hasil *coating* silika 0,5 g dan cat 10 mL dengan label SC1 dapat dilihat pada **Gambar 6**. Kemudian dianalisis SEM dengan hasil uji Karakterisasi SEM pada permukaan plat besi setelah dipcoating zat aditif silika 0,5 g dan cat 10 mL ditunjukkan pada **Gambar 7**.



(a)

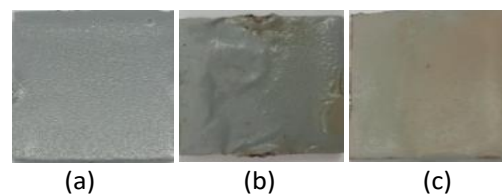


(b)



(c)

Gambar 5. SEM Image (a) Permukaan besi blanko, (b) Permukaan besi blanko direndam dalam HCl 15% (v/v), dan (c) Permukaan besi blanko direndam dalam NaCl 3,5% (b/v).

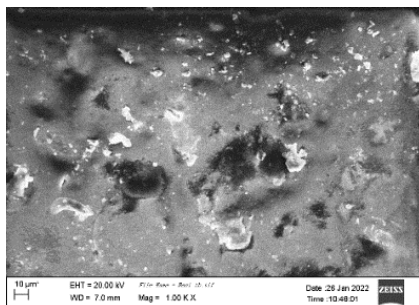


(a)

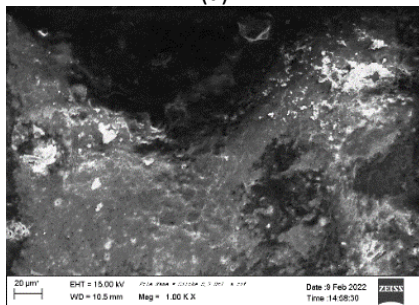
(b)

(c)

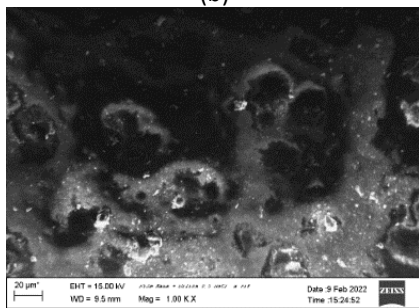
Gambar 6. (a) Permukaan besi dipcoating SC1, (b) Besi dipcoating SC1 diuji pada larutan korosif HCl 15% (v/v), dan (c) Besi dipcoating SC1 setelah diuji larutan korosi NaCl 3,5% (b/v).



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. SEM Image (a) Permukaan besi dipcoating SC1, (b) Permukaan besi SC1 direndam dalam HCl 15% (v/v), dan (c) Permukaan besi SC1 direndam dalam NaCl 3,5% (b/v).

Hasil *coating* silika 0,75 g dan cat 10 mL dengan label SC2 dapat dilihat pada **Gambar 8**. Hasil uji Karakterisasi SEM pada permukaan plat besi setelah dipcoating zat aditif silika 0,75 g dan cat 10 mL ditunjukkan pada **Gambar 9**.

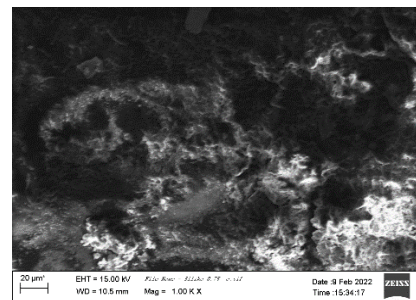


(a)

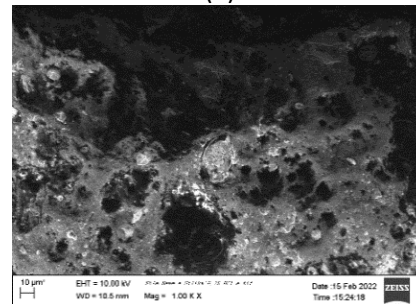
(b)

(c)

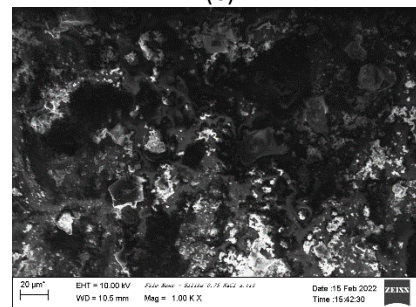
Gambar 8. (a) Permukaan besi dipcoating SC2, (b) Besi dipcoating SC2 diuji pada larutan korosif HCl 15% (v/v), dan (c) Besi dipcoating SC2 setelah diuji larutan korosi NaCl 3,5% (b/v).



(a)



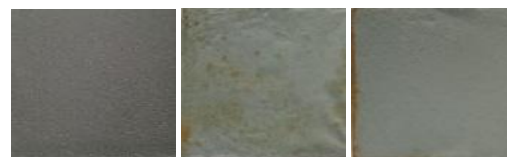
(b)



(c)

Gambar 9. SEM Image (a) Permukaan besi dipcoating SC2, (b) Permukaan besi SC2 direndam dalam HCl 15% (v/v), (c) Permukaan besi SC2 direndam dalam NaCl 3,5% (b/v).

Hasil *coating* silika 1 g dan cat 10 mL dengan label SC3 dapat dilihat pada **Gambar 10**. Hasil Karakterisasi SEM pada permukaan plat besi setelah dipcoating zat aditif silika 1 g dan cat 10 mL ditunjukkan pada **Gambar 11**.

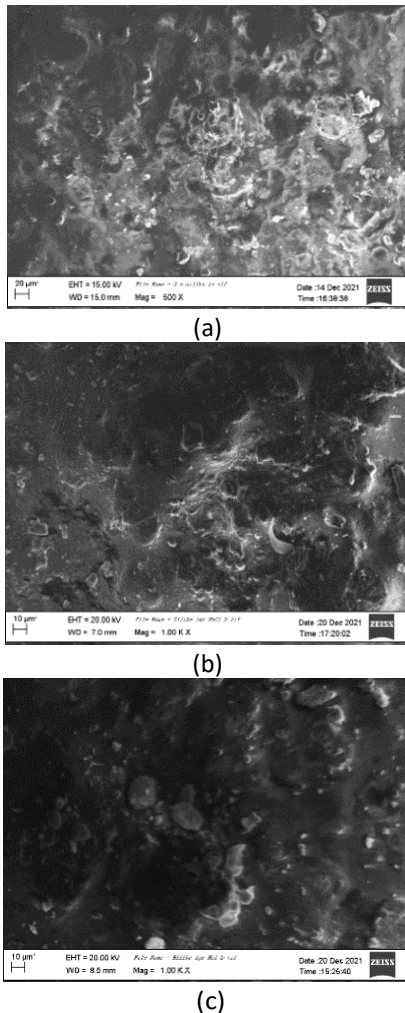


(a)

(b)

(c)

Gambar 10. (a) Permukaan besi dipcoating SC3, (b) Besi dipcoating SC3 diuji pada larutan korosif HCl 15% (v/v), (c) Besi dipcoating SC3 setelah diuji larutan korosi NaCl 3,5% (b/v).



Gambar 11. SEM Image (a) Permukaan besi dipcoating SC3, (b) Permukaan besi SC3 direndam dalam HCl 15% (v/v), (c) Permukaan besi SC3 direndam dalam NaCl 3,5% (b/v).

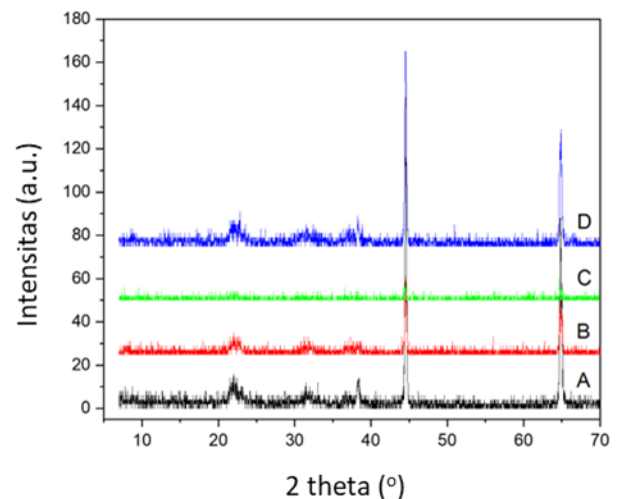
Morfologi pada pelat besi tampak tidak mulus dan terdapat beberapa gumpalan cat pada sisi permukaan pelat besi. Hasil penelitian menunjukkan morfologi plat besi setelah direndam dalam HCl 15%(v/v) menimbulkan gambaran lubang dan gumpalan pada permukaan plat besi cukup banyak sehingga plat besi tersebut mengalami korosi. Sedangkan pada pelat besi yang dilapisi dengan aditif silika yang direndam dengan NaCl 3,5% (b/v) morfologi yang terlihat adalah pelat besi terlihat keropos kemudian terdapat lubang, gumpalan, dan retakan. Gumpalan yang terdapat pada permukaan plat besi merupakan endapan cat dan terjadinya reaksi Fe dengan larutan elektrolit garam [19-23]. Banyak endapan yang dihasilkan dari reaksi Fe dengan larutan elektrolit garam. Korosi lubang dapat diamati dalam kasus di mana ion klorida terakumulasi secara lokal di

sekitar tulangan baja dalam jumlah yang lebih besar dari nilai ambang batas. Korosi yang disebabkan oleh larutan HCl lebih besar daripada larutan NaCl karena larutan HCl adalah cairan kimia yang sangat korosif terjadi reaksi antara pelat besi dan lingkungan melibatkan transfer elektron dan logam teroksidasi menjadi ion mereka [19-23].

Perbedaan plat besi yang dilapisi cat silika dan hanya cat saat direndam dalam larutan korosif terlihat jelas. Aditif silika dapat mengurangi laju korosi logam di lingkungan klorida dengan menyumbangkan ion silika ke baja sehingga akan terbentuk membran tipis atau endapan yang menyelimuti permukaan baja. Dimana silika tetap stabil di permukaan, terbukti bahwa silika memiliki stabilitas dalam media asam. Dengan kata lain, untuk meningkatkan kinerja proteksi korosi pada pelapisan, inhibitor korosi harus ditambahkan ke dalam sistem pelapisan. Aditif silika yang dicampur dengan cat dapat memberikan perlindungan maksimal pada pelat besi dari serangan korosi oleh media asam [28].

Analisis XRD (X- Ray Diffraction) pada Uji Korosi Plat Besi

Hasil uji karakterisasi XRD pada permukaan plat besi setelah diuji pada larutan korosi HCl 15% (v/v) dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Pola difraktogram masing-masing plat besi yang telah dilapisi dengan (A) Cat, (B) SC1, (C) SC2, (D) SC3 diuji dalam HCl 15% (v/v).

Hasil XRD plat besi yang telah direndam dalam larutan HCl 15% (v/v) tanpa zat aditif silika menunjukkan puncak plat besi lebih kecil dibandingkan dengan puncak pada plat besi dengan penambahan komposisi zat aditif silika. Adanya puncak yang terlihat kecil ketika perendaman dengan larutan korosi menunjukkan adanya endapan.

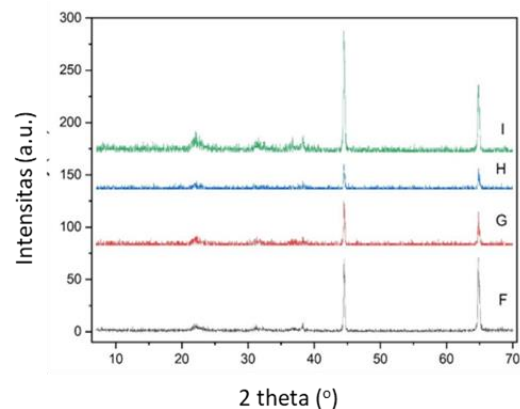
Endapan yang terdapat pada plat besi adalah produk korosi yang dihasilkan karena adanya interaksi antara sampel dengan lingkungan asam. Endapan atau lapisan ini menutup Fe, sehingga kandungan Fe menjadi lebih sedikit. Pada pelapisan plat besi (B) dengan komposisi zat aditif silika 0,5 g terlihat peak besi dengan puncak yang tinggi pada $2\theta = 40-50^\circ$. Sedangkan pada plat besi (C) yang telah dilapisi dengan zat aditif silika 0,75 g dan cat 10 ml menunjukkan puncak yang terlihat lebih kecil dibandingkan komposisi zat aditif 0,5 g. Hal ini dikarenakan hasil pelapisan cat 10 ml dan zat aditif silika 0,75 pada plat besi kurang baik. Tidak meratanya cat dan zat aditif silika pada sisi plat besi menimbulkan banyak gumpalan sehingga lebih mudah terjadinya oksidasi antar Fe yang mengakibatkan korosi.

Pada difraktogram plat besi dengan komposisi SC3 (D) tampak kadar Fe di $2\theta = 40-50^\circ$ masih lebih tajam dibandingkan dengan blanko (A). Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan silika dan kehalusan permukaan sangat mempengaruhi laju korosi sesuai teori yang dikemukakan [17], bahwa pada spesimen yang halus kecenderungan korosi semakin kecil karena meratanya permukaan.

Kemudian hasil uji karakterisasi XRD pada permukaan plat besi setelah diuji pada larutan korosi NaCl 3,5% (b/v) dapat dilihat pada **Gambar 13**. Berdasarkan hasil XRD plat besi yang sudah direndam dalam larutan NaCl 3,5% (b/v) tanpa zat aditif silika menunjukkan puncak pada plat besi (F) mengecil, hal ini bisa terlihat pada laju korosi pada plat besi yang cukup tinggi. Intensitas pada plat besi dengan tanpa penambahan zat aditif silika setelah direndam pada larutan NaCl 3,5 % (b/v) lebih kecil. Puncak yang terlihat kecil ketika dilakukan perendaman menunjukkan adanya endapan. Endapan yang terdapat pada plat besi adalah produk korosi yang dihasilkan karena adanya interaksi antara sampel dengan garam. Endapan atau lapisan ini menutup Fe, sehingga kandungan Fe menjadi lebih sedikit. Peneliti sebelumnya [18-19] besi yang terkorosi semakin banyak karena besi (Fe) berubah menjadi ion Fe^{2+} yang larut dalam media garam dan bereaksi dengan OH^- membentuk $Fe(OH)_2$.

Sedangkan pada pelapisan plat besi (G) dengan komposisi zat aditif silika 0,5 g terlihat puncak besi dengan puncak yang tinggi pada $2\theta = 40-50^\circ$. Pada plat besi (H) yang telah dilapisi dengan zat aditif silika 0,75 g dan cat 10 ml menunjukkan puncak yang terlihat lebih kecil dibandingkan komposisi zat aditif 0,5 g. Hal ini dikarenakan hasil pelapisan cat 10 ml dan zat aditif silika 0,75 pada plat besi kurang baik. Tidak meratanya cat

dan zat aditif silika pada sisi plat besi menimbulkan banyak gumpalan sehingga lebih mudah terjadinya oksidasi antar Fe yang mengakibatkan korosi.



Gambar 13. Pola difraktogram masing-masing plat besi yang telah dilapisi dengan (F) C, (G) SC1, (H) SC2, (I) SC3 diuji dalam larutan NaCl 3,5% (b/v)

Pada difraktogram plat besi komposisi SC3 puncak kadar Fe di $2\theta = 40-50^\circ$ masih lebih tajam dibandingkan dengan blanko maupun yang menggunakan komposisi zat aditif silika 0,5 dan 0,75 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan zat aditif silika dan kehalusan permukaan sangat mempengaruhi laju korosi sesuai teori yang dikemukakan [17], bahwa pada spesimen yang halus kecenderungan korosi semakin kecil karena meratanya permukaan. Pada plat besi terlihat bahwa munculnya puncak baru ketika perendaman NaCl 3,5% (b/v). Munculnya NaCl 3,5% (b/v) pada plat besi dapat dilihat pada $2\theta = 60-70^\circ$ yang merupakan Fe_2O_3 .

Laju Korosi dan Efisiensi Zat aditif Silika

Laju korosi pada plat besi ditentukan dengan menghitung laju korosi dengan menghitung berat yang hilang akibat terjadinya korosi pada plat besi. Dengan mengetahui laju korosinya nantinya akan diperoleh efektifitas dari penggunaan zat aditif silika. Berikut merupakan cara menghitung nilai dari laju korosi yang mengacu pada gravimetri, rata-rata laju korosi melalui metode ini didapatkan melalui persamaan berikut [15], [22]:

$$CR = \frac{K.W}{D.A.t} \quad (1)$$

dengan :

- CR = corrosion rate (laju korosi)
- K = konstanta laju korosi
- T = waktu dalam pengujian (jam)

W = selisih massa setelah dan sebelum korosi (g)
D = massa jenis (g/cm³)

Satuan laju korosi yang digunakan yaitu *mils per year* (mpy) dengan konstanta $k = 3,45 \times 10^6$. Dengan perhitungan laju korosi, dapat diketahui efisiensi zat aditif silika dari masing-masing larutan uji korosi. Efisiensi zat aditif silika dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [16], [22]:

$$\text{Efisiensi Zat aditif Silika (\%)} = \frac{\text{CR non zat aditif} - \text{CR zat aditif}}{\text{CR non zat aditif}} \times 100\% \quad (2)$$

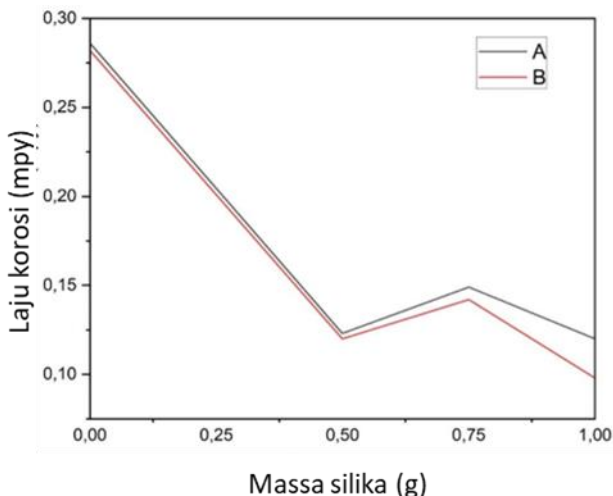
dengan: CR = *corrosion rate* (laju korosi)

Tabel 2 Laju Korosi dan Efisiensi zat aditif Silika

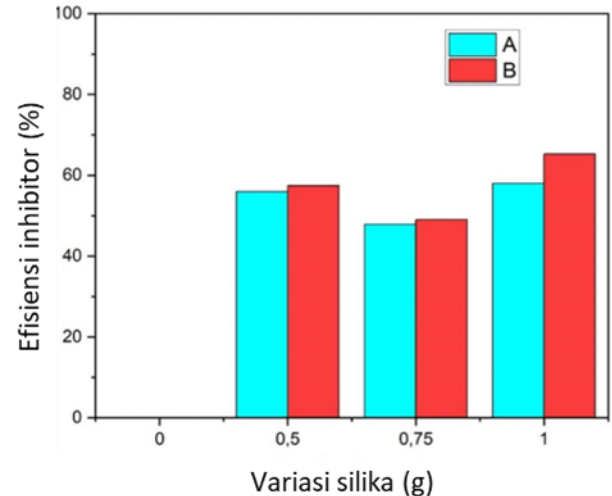
| No | Nama Bahan | Laju Korosi | | Persentasi Efisiensi Silica Inhibitor | |
|----|------------|---------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------|
| | | HCl 15% (v/v) | NaCl 3,5% (b/v) | HCl 15% (v/v) | NaCl 3,5% (b/v) |
| 1 | Cat | 0,286 mpy | 0,282 mpy | - | - |
| 2 | SC1 | 0,123 mpy | 0,120 mpy | 55,99 % | 57,44 % |
| 3 | SC2 | 0,149 mpy | 0,142 mpy | 47,90 % | 49,00 % |
| 4 | SC3 | 0,120 mpy | 0,098 mpy | 58,00 % | 65,24% |

*Keterangan: C : Cat 10 mL (Blanko); SC : Silika Cat.

Terdapat pengaruh variasi komposisi silika terhadap kinerja cat yang dilapisi permukaan besi pada larutan korosif HCl 15% (v/v) (A) dan NaCl 3,5% (b/v) (B) seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 14** dan **Gambar 15**. Semakin banyak komposisi aditif silika maka semakin kecil laju korosi pada pelat besi dan berbanding terbalik dengan efisiensi inhibitor [20-21].



Gambar 14. Laju Korosi plat besi untuk berbagai komposisi silika A. HCl 15% (v/v); B. NaCl 3,5% (b/v)



Gambar 15. Efisiensi inhibitor untuk berbagai komposisi silika A. HCl 15% (v/v); B. NaCl 3,5% (b/v)

Kesimpulan

Terdapat pengaruh variasi komposisi silika terhadap kinerja cat permukaan besi pelapis terhadap larutan korosi HCl 15% (v/v) dan NaCl 3,5% (b/v). Laju korosi pada HCl 15% (v/v) pada komposisi (C) = 0,286 mpy, SC1 = 0,123 mpy, SC2 = 0,149 mpy, SC3 = 0,120 mpy. Sedangkan laju korosi pada NaCl 3,5% (b/v) yaitu C = 0,282 mpy, SC1 = 0,120 mpy, SC2 = 0,142 mpy, SC3 = 0,098 mpy. Efisiensi inhibitor untuk berbagai variasi komposisi silika dalam larutan korosif HCl 15% (v/v) yaitu: SC1 56,90%, SC2 47,90%, SC3 58,04%. Efisiensi inhibitor dalam larutan korosif NaCl 3,5% (b/v) adalah SC1 57,44%, SC2 49,00% dan SC3 65,24%.

Konflik Kepentingan

Penulis dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian ini tidak ada konflik kepentingan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dana dari Universitas Negeri Medan Tahun Anggaran 2022, di bawah Riset Produk Terapan, Nomor Kontrak: 104/UN33.8/KEP/PPKM/PT/2022.

References

- [1] R. Kuruwila, S. T. Kumaran, M. A. Khan and M. Uthayakumar, "A brief review on the erosion-corrosion behavior of engineering materials," *Corros Rev.*, vol. 6, no. 14, pp. 1-13, 2018.
- [2] S. Kumari and V. D. Ajay Saini, "Metal oxide based epoxy coatings for corrosion protection of steel," in *Elsevier*, India, 2021.
- [3] Miranda, "Analisis Laju Korosi Pada Logam Melalui Proses Dipcoating Larutan Elektrolit," *Jurnal Hadron*, vol. 2, no. 1, pp. 29-33, 2020.
- [4] G. H, "Study Of The Corrosion Inhibition Effect Of Sodium Silicate On AZ91 D Magnesium Alloy," *Elsevier Corrosion Science*, vol. 53, no. 4, pp. 1401-1407, 2011.
- [5] Sh.G'.Rubidinov and J.G'.Gayratov, "Paint Compositions for the Upper Layers of Paint Coatings," *MIDDLE EUROPEAN SCIENTIFIC BULLETIN*, vol. 23, no. 4, pp. 137-142, 2022.
- [6] L. I and Mazhitov, "Estimation Of Porosity Of Coatings Based On Sol Of Silicate Paint," *OP Conf.Series: Materials Science And Engineering*, vol. 35, no. 9, pp. 1-6, 2020.
- [7] A. G. A, "Wall Painting From The Domus Of Palazzo Goyone-Caratti At Alba Pompeia (Italy)," *Conservation Exposition Restoration D'Objects D'Art*, vol. 4, no. 1, pp. 82-89, 2016.
- [8] M. d. N. Silva, E. Kassab, O. G. Pandoli, J. L. d. Oliveira, J. P. Quintela and I. S. Bott, "Corrosion behaviour of an epoxy paint reinforced with carbon nanoparticles," *The International Journal of Corrosion Processes and Corrosion Control*, vol. 55, no. 8, pp. 603-608, 2020.
- [9] F. Assassi and Benharrats, "Synthesis Characterization And Application Of Polyaniline-paint As Anticorrosion Agent," *Inorganic and Nano-Metal Chemistry*, vol. 51, no. 6, pp. 805-813, 2020.
- [10] G. Tansug, T. Tuken, S. Giray, G. Findikkiran, Sigurcik, O. Demirkol and M. Erbil, "A New Corrosion Inhibitor For Copper Protection," *Corrosion Science*, vol. 84, no. -, pp. 21-29, 2014.
- [11] S. Lisnawaty and Devi, "The Preparation and Characterization Of Sinabung Volcanic Ashes Silica Based Adsorbent," *Jurna Pendidikan Kimia*, vol. 8, no. 3, pp. 159-163, 2016.
- [12] in *The 4th International Conference On Community Research And Service Engagements*, Medan, 2020.
- [13] L. Edward, "Aplikasi Silika Abu Vulkanik Sinabung Sebagai Inhibitor Korosif Pada Besi," *Skripsi: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan*, 2021.
- [14] C. D, "Pengembangan Formulasi Cat Tembok Emulsi Berbahan Acrylic Untuk Meningkatkan Daya Saing IKM," *Jurnal Teknologi Bahan dan barang Teknik*, vol. 4, no. 1, pp. 1-6, 2014.
- [15] G. F, P. H. S and F. A. A, "Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Porositas Hasil Hot Dipped Galvanizing (HDG)," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 283-293, 2012.
- [16] R. S. Irianty and M. P. Sembiring, "Pengaruh Konsentrasi Inhibitor Ekstrak Daun Gambir Dengan Pelarut Etanol-Air Terhadap Laju Korosi Besi Pada Air Laut," *Jurnal riset Kimia*, vol. 5, no. 2, pp. 165-174, 2012.
- [17] S. D. H, R. D. D and M. L. J, "Pencegahan Korosi Dengan Menggunakan Inhibitor Natrium Silikat (Na₂SiO₃) Hasil Sintetis Dari Lumpur Lapindo Pada Baja Tulangan Beton," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, Surabaya, 2014.
- [18] R. P. R, *Handbook Of Corrosion Engineering*, New York: McGraw-Hill, 2000.
- [19] M. N, O. N. K and J. A, "Investigation Of Ratio as A Corrosion Inhibitor For Metal Alloys," in *AIP Conference Proceedings*, Malaysia, 2013.
- [20] J. Han, B. Carey and J. Zhang, "Effect Of Sodium Chloride On Corrosion Of Mild Steel In CO₂-Saturated Brines," *Journal Of Applied Electrochemistry*, vol. 41, no. 6, pp. 741-749, 2011.
- [21] A. Y, S. I and Admiaji, "Analisa Laju Korosi Pada Plat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 4, no. 1, pp. 1-5, 2015.
- [22] A. F. 'Adzima, D.D. Risanti, and L. J. Mawarni, "Sintesis Natrium Silikat dari Lumpur Lapindo sebagai Inhibitor Korosi," *JURNAL TEKNIK POMITS*, vol. 2, no. 2, pp. 384-389, 2013.
- [23] F. Nugroho, "Penggunaan Inhibitor Untuk Meningkatkan Ketahanan Korosi Pada Baja Karbon Rendah," *Jurnal Angkasa*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [24] N. J. Habibie and S. Anwar, "Pengaruh Perbandingan Campuran Cat Dengan Thinner Terhadap Kualitas Hasil Pengecatan," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 97-104, 2014.