

Analisis Pengaruh Fraksi Berat Pengisi Komposit PANi/n-SiO₂ terhadap Sifat Elektrokimia dengan Metode Polarisasi Potensiodinamik

Dian Sandi Pratama ^{a,1,*}, Lazuardi Akmal Islami ^{b,2}, Dani Mardiyana ^{b,3}, Dwi Mardika Lestari ^{b,4}

^a Universitas Indonesia, Kota Depok, Indonesia

^b Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

¹ dian.sandi@ui.ac.id;

² lazuardi.akmal@nusaputra.ac.id;

³ dani.mardiyana@nusaputra.ac.id;

⁴ dwilestari@nusaputra.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRACT

The study of the effect of the weight fraction of the filler on the PANi/n-SiO₂ composite was carried out in a high salinity medium. Nanosilica (n-SiO₂) was synthesized from amorphous silica coprecipitation of Bancar Tuban natural sand using calcination method at 900°C for 6 hours. The synthesized nanosilica was mixed with paint using a variation of filler weight 0.25; 0.5; and 0.75 grams, then coated on SS304 steel. Corrosion experiments consist of two methods, namely polarization to determine the corrosion rate and immersion to identify corrosion products. The experimental results show that the PS50 sample has the lowest rate of 1.04×10^{-5} mpy



KEYWORDS

Corrosion
Nanocomposite
PANi/n-SiO₂
SS304

ABSTRAK

Studi pengaruh fraksi berat pengisi pada komposit PANi/n-SiO₂ dilakukan dalam medium salinitas tinggi. Nanosilika (n-SiO₂) disintesis dari silika amorf hasil kopresipitasi pasir alam Bancar Tuban menggunakan metode kalsinasi pada 900°C selama 6 jam. Nanosilika yang telah disintesis dicampur dengan cat menggunakan variasi berat pengisi 0,25; 0,5; dan 0,75 gram, kemudian dilapiskan pada baja SS304. Eksperimen korosi terdiri dari dua metode yaitu polarisasi untuk menentukan laju korosi dan pencelupan untuk mengidentifikasi produk korosi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sampel PS50 memiliki laju terendah sebesar $1,04 \times 10^{-5}$ mpy



KEYWORDS

Korosi
Nanocomposite
PANi/n-SiO₂
SS304



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang terjadi pada zaman ini menuntut manusia untuk berinovasi lebih banyak. Kemajuan ini kemudian diterapkan pada semua bidang tidak terkecuali pada perindustrian. Tetapi dibalik itu, permasalahan di industri terutama korosi tetap menjadi problem yang cukup serius. Anggaran industri untuk maintenance masalah korosi membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Oleh sebab itu, penanganan korosi tidak ada habisnya untuk diteliti lebih lanjut. Sudah banyak metode-metode yang digunakan untuk menanggulangi laju korosi seperti ICCP, SACP, dan coating [1]. Metode coating banyak dipilih sebagai tema riset para peneliti. Riset-riset yang ada sering membahas tentang material anti korosi yang nantinya diaplikasikan sebagai pelapis anti korosi, dengan harapan material baru ini memiliki sifat penghambat laju korosi yang baik. Material yang digunakan untuk pelapis adalah SiO₂, TiO₂ dan ZrO₂.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam. Indonesia termasuk negara dengan sumber geothermal terbesar di dunia, Indonesia berada di peringkat ketiga. Sumber geothermal yang melimpah ini digunakan sebagai pembangkit energi alternatif. Jika perkembangan pembangkit energi geothermal ini meningkat pesat, maka permasalahan seputar korosi akan tetap mengikuti. Selain itu, sumber silika alam (SiO₂) yang melimpah ini kemudian dapat dimanfaatkan untuk penelitian tentang korosi. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [2] menggunakan material komposit PANi/SiO₂

mikro. Komposit yang dibuat terbukti mampu menurunkan laju korosi pada baja SS304 hingga $3,6 \times 10^{-2}$ mpy, tetapi permasalahan muncul yaitu partikel komposit PANi/SiO₂ mikro terdistribusi kurang homogen pada lapisan cat. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh [3], bahkan lapisan coating yang dicatkan terkelupas terlebih dahulu di beberapa bagian saat pencelupan ke dalam NaCl. Permasalahan homogenitas ini kemungkinan disebabkan karena ukuran partikel yang masih kurang kecil, untuk itu melakukan sintesis PANi/SiO₂ amorf berbentuk gel pada penelitian berikutnya [4]. Oleh karena itu, sebagai pembanding pada penelitian ini yaitu, komposit SiO₂ yang digunakan berorde nano yang dipadukan membentuk komposit PANi/n-SiO₂ dan dilapiskan pada baja SS304 untuk memperbaiki kualitas coating sehingga memiliki ketahanan korosi yang lebih baik.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah disebutkan diatas, maka dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih dalam pengaruh komposit PANi/n-SiO₂ untuk mereduksi laju korosi baja SS304 dalam lingkungan salinitas tinggi NaCl 3,5 M. Dengan harapan hasil penelitian ini nantinya dapat diaplikasikan ke dunia industri.

2. Method Penelitian

Berikut bahan-bahan yang digunakan yaitu, pasir silika dari Pantai Bancar, alkohol, air, aquades, HCl 2M, baja SS-304, cat kapal, thinner, es batu, baja ukuran 1 cm x 1 cm x 0,2 cm dan baja ukuran 3 cm x 3 cm x 0,5 cm, DBSA (*Dodecyl Benzene Sulfonic Acid*), anilin, APS (*Amonium Peroxydisulfat*), dan aseton.

Penelitian yang akan dilakukan membutuhkan alat-alat sebagai berikut, neraca, gelas beker 500 ml dan 1000 ml, corong, aluminium foil, spatula kaca, spatula besi, magnetic stirrer, kertas saring, oven, ball milling, kertas mesh, magnet batang, mixer, kompresor, dan pipet titrasi. Sedangkan untuk keperluan karakterisasi dan pengujian digunakan alat-alat berikut, XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat pada sampel, XRD (*X-Ray Diffractometer*) untuk memastikan faas SiO₂ yang terbentuk setelah proses sintesis, FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) untuk mengetahui fasa apa saja yang terdapat pada sampel, TEM (*Transmission Electron Microscope*) untuk mengetahui gambaran morfologi sampel, dan polarisasi potensiodinamik untuk mengetahui sifat elektrokimia dari lapisan *coating* yang dibuat.

2.1. Sintesis Nanosilika

Pasir silika yang akan disintesis, sebelumnya dilakukan pengujian XRF untuk mengetahui kandungan unsur awalnya, yang nanti kemudian akan dibandingkan dengan setelah pasir silika dibersihkan. Proses pembersihan pasir silika yaitu dengan cara dicuci dengan air untuk melarutkan kandungan garam yang tersisa pada pasir. Setelah dibersihkan, kemudian pasir silika dikeringkan menggunakan oven. Selanjutnya pasir silika yang sudah kering, dilakukan separasi magnet yang gunanya untuk memisahkan kandungan besi dari pasir.

Proses *Ball milling* dilakukan untuk mendapatkan silika dalam orde mikro. Proses ini dilakukan selama 2 jam dengan waktu istirahat 30 menit untuk setiap 1 jamnya. Perbandingan bahan (gr) : Bola ZrO₂ (gr) : alkohol (ml) yang akan dilakukan yaitu 3 : 15 : 5. Proses *milling* dilakukan secara *wet milling* dengan medium alkohol pada kecepatan 150 rpm. Prinsip dari *milling* adalah mereduksi ukuran partikel dengan memberi gaya eksternal. Setelah proses *milling* dilakukan, maka sampel di keringkan menggunakan oven.

Proses berikutnya adalah *leaching*, yaitu pencucian pasir silika dengan HCl 2M. Perbandingan pasir silika dan HCl yang dipakai adalah 1:10. Setelah diencerkan, pasir silika dimasukkan kedalam HCl lalu distiring menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam. Kemudian pasir silika dibiarkan sampai mengendap dan larutan HCl dibuang. Berikutnya pasir silika dicuci dengan aquades sebanyak lima kali. Proses *leaching* ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa pengotor yang masih terkandung pada pasir silika. Kemudian pasir silika kembali dikeringkan.

Serbuk mikrosilika dilarutkan dengan NaOH 7M menggunakan *magnetic stirrer* pada temperatur 225°C selama 2 jam. Setelah dilarutkan, serbuk mikrosilika yang mulai mengering dilarutkan dengan aquades 200 ml kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring halus. Hasil penyaringan tersebut kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 7 Mod. Hasil tersebut kemudian di titrasi dengan HCl 2M hingga mencapai pH netral. Setelah pH yang diinginkan sudah

tercapai, maka proses titrasi dan *magnetic stirrer* dihentikan. Proses ini didapat gel silika. Gel silika yang terbentuk kemudian diendapkan selama 24 jam. Gel silika yang sudah diendapkan kemudian dicuci dengan aquades sebanyak 15 kali dan disaring dengan menggunakan kertas saring halus. Setelah itu, gel silika dikeringkan dengan menggunakan panas lampu. Gel yang sudah kering lalu dihaluskan dengan menggunakan mortar untuk mendapatkan serbuk silika amorf. Silika yang dihasilkan kemudian dikalsinasi pada temperatur 900°C dengan *holding time* selama 6 jam. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan silika dalam orde nano.

2.2. Sintesis Polianilin

Sintesis polianilin terbagi menjadi dua bagian, yaitu sintesis larutan A (inisiator) dan larutan B. Larutan A disintesis dengan mencampurkan 4,56 gram APS dan 100 ml aquades. Larutan ini kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Hasil dari sintesis larutan A yaitu larutan berwarna bening seperti pada gambar berikut:

Bagian kedua adalah sintesis larutan B dengan cara mencampurkan 1,86 gram anilin, 4,46 gram DBSA, dan 100 ml aquades. Campuran ini kemudian diaduk selama 30 menit dengan *magnetic stirrer* dan didapatkan larutan yang berwarna hijau kecoklatan. Setelah tercampur, larutan B dititrasi dengan larutan A sambil diaduk pada temperatur mencapai 5°C hingga didapat warna hijau tua. Kemudian larutan A+B ini diaduk selama 8 jam.

Setelah polimerisasi selesai, larutan ini disaring dengan kertas saring halus. Ketika semua airnya tersaring, endapan yang tidak lolos saringan dicuci dengan aquades hingga hasil saringan bersih. Kemudian polianilin ditetesi *acetone* untuk mengelupas polianilin yang menempel di kertas saring.

2.3. Sintesis Komposit PANi/n-SiO₂

Sintesis komposit PANi/n-SiO₂ juga terbagi menjadi dua bagian, yaitu sintesis larutan A (inisiator) dan larutan B. Larutan A disintesis dengan mencampurkan 4,56 APS dan 100 ml aquades. Larutan ini kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit.

Bagian kedua adalah sintesis larutan B dengan cara mencampurkan 1,12 silika, 1,86 gram anilin, 4,46 gram DBSA, dan 100 ml aquades. Campuran ini kemudian diaduk selama 30 menit dengan *magnetic stirrer* dan didapatkan larutan yang berwarna hijau kecoklatan. Setelah tercampur, larutan B dititrasi dengan larutan A sambil diaduk pada temperatur mencapai 5° hingga didapat warna hijau tua. Kemudian larutan A+B ini diaduk selama 8 jam. Setelah polimerisasi selesai, larutan ini disaring dengan kertas saring halus. Ketika semua airnya tersaring, endapan yang tidak lolos saringan dicuci dengan aquades hingga hasil saringan bersih. Kemudian polianilin ditetesi *acetone* untuk mengelupas polianilin yang menempel di kertas saring.

2.4. Coating Baja

Sebelum dilakukan pelapisan pada baja SS304, terlebih dahulu baja diampelas hingga permukaannya bersih dan rata. Kemudian baja dilapisi dengan epoksi terlebih dahulu, dengan perbandingan epoksi, hardener, dan thinner 4 ml : 1 ml : 1 ml. Setelah itu baja dikeringkan ± 2 jam. *Coating* berikutnya dengan menggunakan campuran cat dan komposit yang telah disintesis. Perbandingan variasi pengisi nanokomposit dengan cat dan thinner dibuat tetap adalah 0,25 gram/0,5 gram/0,75 gram : 5 ml : 15 ml. *Coating* menggunakan *spraygun* lukis dimana ukuran lubang pada *spraygun* lukis dalam orde mikro. Cat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Agatha Paint Anti Corrosion Primer. Dimensi baja SS304 yang digunakan pada penelitian ini yaitu 1 cm x 1 cm x 0,2 cm dan 3 cm x 3 cm x 0,5 cm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sintesis Komposit PANi/n-SiO₂

Bahan dasar yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir silika alam pantai Bancar, Tuban, Jawa Timur. Material ini termasuk material alam. Pada umumnya material alam memiliki kemurnian yang rendah, sehingga agar mendapat unsur material yang diinginkan, terlebih dahulu dilakukan pemurnian. Berikut tabel hasil karakterisasi *X-Ray Fluorescence* (XRF) sebelum dilakukan pemurnian.

Tabel 1 Hasil Karakterisasi X-Ray Fluorescence (XRF) sebelum dilakukan proses pemurnian.

No	Unsur	Presentase (%)
1.	Si	71,77
2.	K	0,77
3.	Ca	22,89
4.	Ti	0,53
5.	Fe	3,58
6.	Sr	0,45

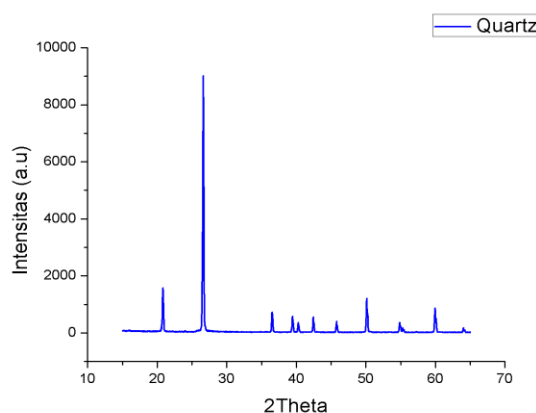
Berdasarkan tabel di atas, kandungan silika masih 71,77%. Pengotor lainnya seperti Fe masih cukup tinggi yaitu sebesar 3,58%. Pemurnian yang dilakukan adalah pencucian dengan aquades, separasi magnet dengan magnet permanen, kemudian reduksi ukuran partikel dengan metode *ball milling*, terakhir adalah *leaching* menggunakan HCl 2M. Pencucian dengan aquades dilakukan untuk menghilangkan kandungan garam, separasi magnet berguna untuk memisahkan pasir besi yang berukuran besar, dan proses terakhir *leaching* untuk menarik kandungan besi yang masih tersisa. Setelah dilakukan pemurnian, didapatkan hasil karakterisasi XRF sebagai berikut

Tabel 2 Hasil Karakterisasi X-Ray Fluorescence (XRF) setelah dilakukan proses pemurnian.

No	Unsur	Presentase (%)
1.	Si	97,77
2.	Al	1,79
3.	Ca	0,22
4.	Fe	0,21

Dapat dilihat dari hasil karakterisasi XRF setelah pemurnian, kadar silika meningkat menjadi 97,77% dan kandungan Fe turun menjadi 0,22%. Selain itu unsur Ca juga mengalami penurunan kandungan unsur berturut-turut menjadi 0,22%. Karena kandungan unsur Si meningkat, maka sintesis untuk mendapatkan material nanosilika dapat dilanjutkan

Setelah dilakukan pemurnian dan sudah mengetahui unsur yang terkandung pada material, maka dilakukan karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD). Karakterisasi ini berguna untuk mengetahui pola difraksi yang terbentuk pada material. Pola difraksi yang didapat kemudian dianalisa dengan software *Match!* untuk mengetahui fasa apa saja yang terbentuk.

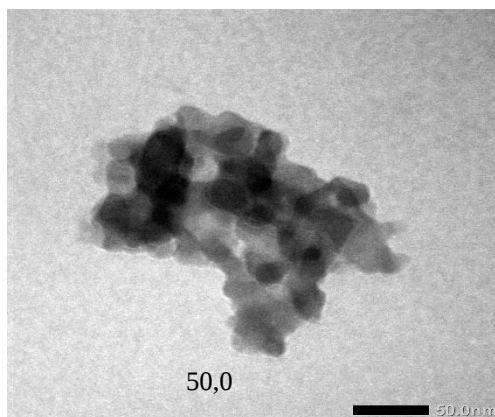


Gambar 1 Hasil karakterisasi XRD pasir silika setelah pemurnian

Hasil analisa menggunakan software *Match!* diketahui fasa yang terbentuk setelah pemurnian adalah SiO_2 Quartz, dengan puncak intensitas tertinggi berada pada sudut 2θ $26,64^\circ$ dengan intensitas 9020. Silika setelah pemurnian kemudian disintesis dengan metode kopresipitasi untuk mendapatkan silika dengan ukuran nanopartikel.

Metode ini dilakukan dengan cara melarutkan silika dalam media NaOH, kemudian dititrasi dengan HCl 2M hingga didapatkan fasa silika gel. Silika gel ini kemudian dikeringkan hingga menjadi serbuk

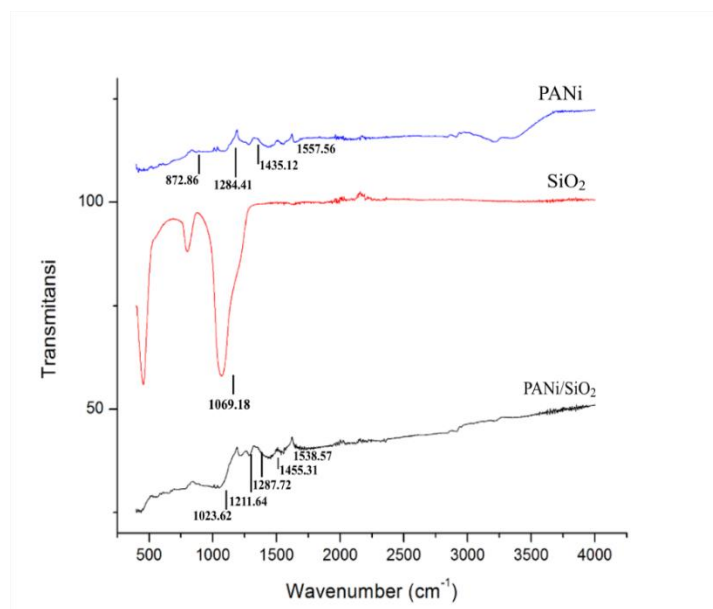
silika amorf, lalu dikalsinasi 900° selama 6 jam. Hasil kalsinasi ini kemudian dikarakterisasi TEM untuk mengetahui ukuran partikel.



Gambar 2. Hasil karakterisasi TEM nanosilika kalsinasi 900° selama 6 jam

Hasil sintesis nanosilika dengan metode alkali fusion yang telah dilakukan terbukti memiliki ukuran dengan orde nano. Karakterisasi TEM pada Gambar 4.2 menunjukkan ukuran partikel mencapai 100 nm. Penelitian sebelumnya juga menghasilkan sintesis SiO_2 yang disertai kalsinasi menghasilkan SiO_2 nanopartikel [5]–[7].

Selain itu juga dilakukan karakterisasi menggunakan *Fourier Transformation Infrared* (FTIR). Karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dan jenis ikatan yang terdapat pada material. Setiap ikatan yang terbentuk oleh suatu material memiliki vibrasi dengan panjang gelombang tertentu. Vibrasi ini kemudian yang dimanfaatkan spektrum infrared untuk mengetahui bilangan gelombang karakteristik pada suatu material. Sampel yang diuji FTIR adalah S900, PANi, dan komposit PANi/n- SiO_2 (PS900).



Gambar 3 Hasil karakterisasi FTIR pada PANi, Silika, dan komposit PANi/n- SiO_2

Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat diketahui puncak-puncak spektra pada material. Puncak ini kemudian dicocokkan dengan referensi bilangan gelombang yang ada untuk kemudian dapat diketahui gugus fungsi maupun jenis ikatan vibrasinya. Tabel 4.3 dibawah ini akan ditampilkan referensi rentang bilangan gelombang.

Tabel 3. Referensi data bilangan gelombang

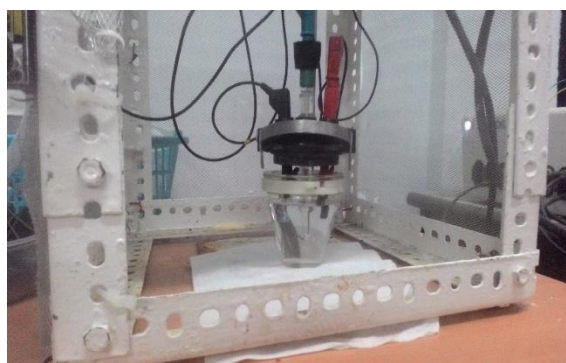
Ikatan/Gugus	PANi	SiO_2	PANi/n- SiO_2
600 – 900	872.86	-	-

C-H bending			
1100 – 1225	-	-	1211.64
C-H stretch			
1000 – 1130	-	1069.1	1023.62
Si-O-Si asymmetric stretching		8	
1250 – 1360	1284.4	-	1287.72
C-N aromatic stretching	1		
1400 – 1500	1435.1	-	1455.31
N-H stretch	2		
1400 – 1600	1557.5	-	1538.57
C=C aromatic bending	6		

Hasil FTIR pada PANi dan komposit PANi/n-SiO₂ menunjukkan keduanya terdapat ikatan dan gugus fungsi yang sama, yaitu C=C, C-H, N-H, dan C-N. Sedangkan pada nanosilika dan komposit PANi/n-SiO₂ juga menunjukkan munculnya ikatan Si-O-Si. Hal ini berarti mengindikasikan bahwa material yang disintesis benar terbentuk komposit. Perbedaan spektra yang muncul terdapat pada ikatan C-H pada PANi dan komposit PANi/n-SiO₂ [8]–[10] dimana PANi menunjukkan ikatan C-H *bending* pada 872,86 cm⁻¹ dan PS900 menunjukkan ikatan C-H *stretch* pada 1211,64 cm⁻¹. Ikatan dan gugus fungsi yang lainnya pada PANi dan komposit PANi/n-SiO₂ hanya mengalami pergeseran yang kecil, *aromatic* C=C *bending* 1557,56 cm⁻¹ menjadi 1538,57 cm⁻¹, N-H *stretch* 1435,12 cm⁻¹ menjadi 1455,31 cm⁻¹, *aromatic* C-N *stretching* 1284,41 cm⁻¹ menjadi 1287,72 cm⁻¹.

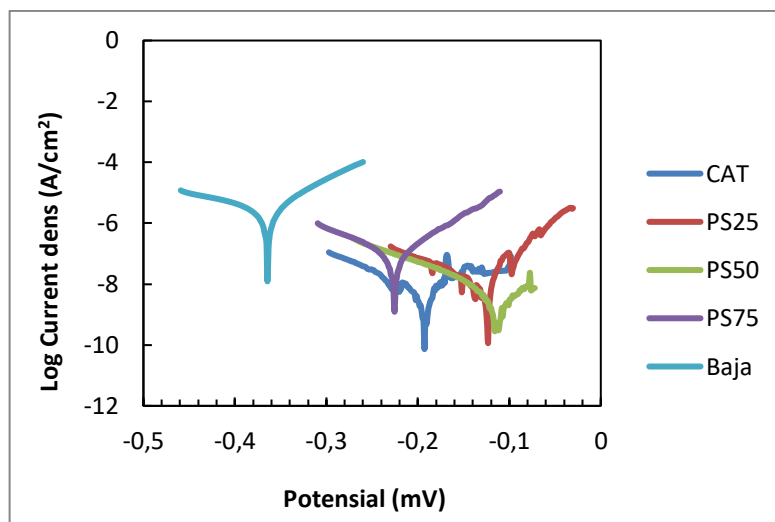
3.2. Uji Elektrokimia

Eksperimen laju korosi kedua menggunakan metode polarisasi. Medium yang digunakan adalah larutan salinitas tinggi NaCl 3,5 M.



Gambar 4. Rangkaian pengujian korosi dengan metode polarisasi

Rangkaian alat pengujian polarisasi menggunakan prinsip tiga elektroda. *Counter* elektroda yang berbahan inert seperti platina, elektroda ini bersifat kebalikan dari elektroda kerja. Jika elektroda kerja bersifat anodik, *counter* elektroda bersifat katodik begitu juga sebaliknya. Elektroda acuan atau referensi, biasanya terbuat dari Ag/AgCl dan Elektroda kerja yang merupakan sampel uji.



Gambar 5. Hasil pengujian polarisasi sampel baja pada medium salinitas tinggi

Setelah diperoleh hasil plot grafik pada tiap sampel, maka bisa dilakukan proses fitting grafik untuk mendapat nilai laju korosi. Proses fitting dapat dilakukan dengan cara menarik garis tangensial pada slope anoda dan slope katoda. Kedua garis tangensial ini kemudian akan berpotongan di satu titik. Titik perpotongan ini jika ditarik ke arah sumbu y maka didapat nilai I_{corr} dan ketika ditarik sumbu x akan didapatkan nilai E_{corr} . Dari nilai I_{corr} dan E_{corr} maka dapat dicari tahanan polarisasi. Nilai I_{corr} dan tahanan polarisasi ini kemudian digunakan untuk menghitung laju korosi pada sampel uji.

Tabel 4. Data hasil *fitting* pada tafel plot

Sampel	I_{corr} (nA)	Current Dens (nA/cm ²)	E_{corr} (mV)	C.R (x 10 ⁻⁵ mmpy)
Baja	7.660	2.053,7	-365,22	2.360
Cat	2,28	1,13	-193,24	1,30
0,25	4,23	1,13	-123,85	1,31
0,5	2,75	0,9	-113,98	1,04
0,75	157,18	42,14	-226,20	48,5

Dalam suatu mekanisme elektrokimia, terbagi menjadi dua bagian yaitu anoda dan katoda. Anoda ini memiliki potensial yang lebih kecil dari katoda, bisa juga dibilang potensialnya lebih negatif. Ketika kedua elektroda ini dihubungkan dengan media elektrolit dan dialirkan alur listrik, akan terjadi reaksi reduksi dan oksidasi. Anoda mengalami oksidasi dan katoda mengalami reduksi. Sehingga pada anoda karena kelebihan muatan positif, ia akan melepaskan ion-ion positif ke lingkungan elektrolit. Peristiwa inilah yang mendasari anoda teroksidasi.

Berdasarkan Gambar 5, dapat diamati bahwa baja SS304 yang sudah terlapisi dengan cat saja maupun dengan cat ditambah nanokomposit terdapat pergeseran grafik ke arah kanan. Pergeseran ke arah potensial yang lebih positif ini berarti menunjukkan sifat katodik, sehingga ketahanan terhadap korosinya lebih baik [11], [12]. PS50 memiliki potensial korosi paling kecil dari semua sampel begitu juga untuk nilai I_{corr} PS50 terkecil. Hal ini menunjukkan nanokomposit yang telah dibuat mampu memberikan ketahanan korosi yang lebih bagus daripada baja yang dilapisi oleh cat saja. PS75 memiliki nilai E_{corr} yang besar, berarti menandakan bahwa penambahan nanokomposit pada cat dalam jumlah banyak tidak mampu menghalangi ion-ion korosif untuk kontak dengan permukaan baja.

Kurva Tafel terbagi menjadi dua bagian slope anoda dan slope katoda. Kurva tafel yang berada mendekati potensial positif cenderung memiliki nilai laju korosi yang lebih kecil, karena potensial yang cenderung lebih positif memiliki sifat katodik. Selain itu, sifat ketahanan korosi tidak berpengaruh dengan lebar kurva tafel, tetapi lebih bergantung kepada kemiringan kurva katoda maupun anoda [13].

3.3. Mekanisme Perlindungan Korosi

Penelitian ini menggunakan NaCl 3,5 M sebagai media korosi. NaCl ini kemudian terionisasi menjadi Na^+ dan Cl^- . Umumnya ion negatif inilah yang berperan sebagai penyebab korosi. Ion Cl^- ini menumbuk permukaan logam, sehingga elektron pada logam terpolarisasi menuju permukaan logam membentuk

ion-ion positif. Interaksi antara dua ion yang beda muatan ini lah yang akan membentuk lapisan oksida pada permukaan baja. Lapisan oksida ini kemudian bisa mengelupas sehingga menyebabkan massa baja menurun. Mengelupasnya lapisan oksida terjadi jika tegangan dalam pada lapisan cukup besar yang menyebabkan terputusnya ikatan antara oksida dan logam baja.

Penggunaan komposit PANi/n-SiO₂ pada campuran cat memberikan sifat yang lebih tahan terhadap korosi. Bahan polianilin merupakan polimer konduktif. Karena bersifat konduktif, maka permukaan baja yang mengandung polianilin akan memberikan perlawanan terhadap ion Cl⁻. Ion korosif ini yang menumbuk permukaan akan terjadi transfer muatan Cl⁻ sehingga terbentuk ikatan sekunder dengan ion H⁺ dari PANi. Ikatan sekunder inilah yang kemudian menahan ion-ion korosif mencapai permukaan baja [14]. Selain itu lapisan coating dengan basis PANi/SiO₂ sendiri telah banyak dilaporkan memiliki sifat hidrofobik [15], [16].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Komposit PANi/n-SiO₂ yang telah disintesis terbukti mampu menekan laju korosi pada Baja SS304 hingga 500-2000 kali lebih kecil. Hasilnya dibuktikan dengan pengujian korosi menggunakan metode polarisasi, laju korosi berturut-turut: $2,36 \times 10^{-2}$ mpy (baja), $1,30 \times 10^{-5}$ mpy (cat), $1,31 \times 10^{-5}$ mpy (PS25), $1,04 \times 10^{-5}$ mpy (PS50), dan $4,85 \times 10^{-4}$ mpy (PS75).

References

- [1] C. Xie, H. Li, X. Zhou, and C. Sun, "Corrosion behavior of cold sprayed pure zinc coating on magnesium," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 374, pp. 797–806, 2019, doi: 10.1016/J.SURFCOAT.2019.06.068.
- [2] G. A. G. Aristia, "Polyaniline / Silicon Dioxide Composite-Based Coating for Corrosion Protection in Geothermal Systems," p. 175, 2019.
- [3] A. L. Putri, *Identifikasi Produk Korosi Baja SS304 Coating PANi / SiO₂ Pada Larutan Salinitas Tinggi NaCl 3, 5 M*. 2016.
- [4] R. G. L. Dyana and T. Triwikantoro, "Sintesis dan Karakterisasi Komposit PANi – SiO₂ dengan Pengisi Gel SiO₂ dari Pasir Bancar Tuban," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.12962/j23373520.v6i1.22700.
- [5] L. Silvia and M. Zainuri, "Analisis Silika (SiO₂) Hasil Kopresipitasi Berbasis Bahan Alam menggunakan Uji XRF dan XRD," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 12, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5322.
- [6] N. K. Sethy, Z. Arif, P. K. Mishra, and P. Kumar, "Synthesis of SiO₂ nanoparticle from bamboo leaf and its incorporation in PDMS membrane to enhance its separation properties," *J. Polym. Eng.*, vol. 39, no. 7, pp. 679–687, 2019, doi: doi:10.1515/polyeng-2019-0120.
- [7] N. T. Duong *et al.*, "Preparation and characterization of waterborne epoxy coatings containing conductive PANi/silica nanoparticles," *Vietnam J. Chem.*, vol. 58, no. 2, pp. 206–211, 2020, doi: 10.1002/vjch.201900159.
- [8] Q. Nie *et al.*, "Facile fabrication of flexible SiO₂/PANI nanofibers for ammonia gas sensing at room temperature," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 537, pp. 532–539, 2018, doi: 10.1016/J.COLSURFA.2017.10.065.
- [9] S. Shi, Y. Zhao, Z. Zhang, and L. Yu, "Corrosion protection of a novel SiO₂@PANI coating for Q235 carbon steel," *Prog. Org. Coatings*, vol. 132, pp. 227–234, 2019, doi: 10.1016/J.PORGCOAT.2019.03.040.
- [10] Munasir, N. R. D. Luvita, D. H. Kusumawati, N. P. Putri, Triwikantoro, and Z. A. I. Supardi, "Synthesis of {PANi}-{SiO₂} Nanocomposite with In-Situ Polymerization Method: Nanoparticle Silica ({NPS}) Amorphous and Crystalline Phase," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 997, p. 12052, Mar. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/997/1/012052.
- [11] R. Samiee, B. Ramezanzadeh, M. Mahdavian, and E. Alibakhshi, "Assessment of the smart self-healing corrosion protection properties of a water-base hybrid organo-silane film combined with non-toxic organic/inorganic environmentally friendly corrosion inhibitors on mild steel," *J. Clean. Prod.*, vol. 220, pp. 340–356, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.149.

- [12] H. L. Y. Sin, A. Al-Shishani, A. Abdul Rahim, B. Saad, and B. R. Pandian, "Corrosion inhibition potential of Aquilaria leaf constituents – A HPLC view," *Prog. Org. Coatings*, vol. 135, no. December 2018, pp. 536–544, 2019, doi: 10.1016/j.porgcoat.2019.06.022.
- [13] K. Kamburova, N. Boshkova, N. Tabakova, N. Boshkov, and T. Radeva, "Application of polymeric modified polyaniline-silica particles for improved corrosion resistance of hybrid zinc coatings," *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 592, no. February, p. 124546, 2020, doi: 10.1016/j.colsurfa.2020.124546.
- [14] V. S. Sumi *et al.*, "PANI-Fe₂O₃ composite for enhancement of active life of alkyd resin coating for corrosion protection of steel," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 247, no. February, p. 122881, 2020, doi: 10.1016/j.matchemphys.2020.122881.
- [15] S. Ammar *et al.*, "Studies on SiO₂-hybrid polymeric nanocomposite coatings with superior corrosion protection and hydrophobicity," *Surf. Coatings Technol.*, vol. 324, pp. 536–545, 2017, doi: 10.1016/j.surfcoat.2017.06.014.
- [16] H. Xu, S. Fan, Y. Lu, H. Feng, and J. Qiu, "Proposal and verification of a novel superhydrophobic-conductive anti-corrosion polyaniline-silica coating," *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, vol. 93, no. 9, pp. 1114–1120, 2020, doi: 10.1246/bcsj.20200051.